

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

WALQUIRIA RODRIGUES LIVRAMENTO

**ANÁLISE DE ASSIMETRIA DOS MEMBROS INFERIORES POR MEIO DE SALTO
HORIZONTAL UNIPODAL E RESISTÊNCIA MUSCULAR UNILATERAL
UTILIZANDO *LEG PRESS* HORIZONTAL**

Guaratinguetá

2014

WALQUIRIA RODRIGUES LIVRAMENTO

ANÁLISE DE ASSIMETRIA DOS MEMBROS INFERIORES POR MEIO DE SALTO
HORIZONTAL UNIPODAL E RESISTÊNCIA MUSCULAR UNILATERAL
UTILIZANDO *LEG PRESS* HORIZONTAL

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia do Campus de Guaratinguetá,
Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do
título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Tamotsu Hirata

Guaratinguetá

2014

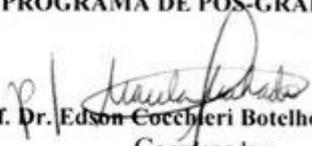
L788a	<p>Livramento, Walquiria Rodrigues</p> <p>Análise de assimetria dos membros inferiores por meio de salto horizontal unipodal e resistência muscular unilateral utilizando Leg Press horizontal / Walquiria Rodrigues Livramento – Guaratinguetá : [s.n], 2014. 69 f : il. Bibliografia: f. 63-67</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2014. Orientador: Prof. Dr. Tamotsu Hirata</p> <p>1. Biomecânica 2. Membros inferiores 3. Jogadores de futebol I. Título</p> <p>CDU 612.766(043)</p>
-------	---

WALQUIRIA RODRIGUES LIVRAMENTO

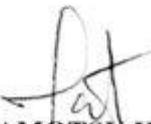
**ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM CIÊNCIAS”**

**PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: PROJETOS**

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Edson Cocchieri Botelho
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. TAMOTSU HIRATA
Orientador / Unesp-Feg


Prof. Dr. MARCELO SAMPAIO MARTINS
Unesp-Feg


Prof. Dr. RENATO DE SOUSA ALMEIDA
UNITAU

Fevereiro de 2014

DADOS CURRICULARES

WALQUIRIA RODRIGUES LIVRAMENTO

NASCIMENTO	10.05.1976 – LORENA/SP
FILIAÇÃO	Wanderley Rodrigues Livramento Irene Graças da Silva Livramento
2005/2009	Curso de Graduação Educação Física - Escola Superior de Cruzeiro/SP - ESC.
2008/2009	Curso de Especialização em Treinamento Desportivo e Fisiologia na Escola Superior de Cruzeiro/SP - ESC.
2012/2014	Curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista - UNESP.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido que eu concluísse mais esta etapa da minha vida, me dando forças nos momentos mais difíceis.

Agradeço também aos meus filhos Marina e Gustavo, meu pai Wanderley, minha mãe Irene e minha irmã Wanessa, por toda ajuda e paciência nos momentos de minha ausência...

Ao meu orientador professor Dr. Tamotsu Hirata, por acreditar em meu potencial e pelo auxílio na realização deste trabalho...

Ao professor Dr. Renato Almeida, o qual fui aluna na graduação, assinou minha carta de recomendação e foi integrante da minha banca de qualificação e de defesa, contribuindo muito com meu trabalho através de seu conhecimento e profissionalismo...

Ao professor Dr. Marcelo Sampaio, por participar da minha banca de qualificação e defesa, oferecendo sugestões de grande valor ao meu trabalho...

Ao meu companheiro Eduardo Nagata, pelo apoio e ajuda em todos os momentos de dificuldade...

À minha grande amiga Priscila Alves, que contribuiu muito com aulas de física, o que auxiliou no meu ingresso ao curso...

Ao meu amigo Walter pela dedicação na realização dos trabalhos técnicos...

Ao meu amigo preparador físico Claudinei (Dudi), pela oportunidade de trabalhar com os atletas e, por toda ajuda nos ensaios...

Aos atletas que participaram do estudo...

Aos professores da FEG, João Alberto (*in memoriam*), Mauro Peres, Brandão e Tomazini, pelos ensinamentos, apoio e por toda contribuição com a minha pesquisa...

Aos funcionários do Departamento da Mecânica, por todo auxílio e pela convivência muito agradável...

E, de modo geral, a todos os meus amigos que contribuíram, direta ou indiretamente, para que eu superasse todas as dificuldades.

“A caminhada foi dura, mas graças a Deus, tive pessoas maravilhosas que permitiram a honra de caminhar junto comigo. Muito obrigada a todos!”

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá

de modo especial, aos meus filhos Marina e Gustavo, que enfrentaram a vida muitas vezes na minha ausência, sempre me apoiando com muito amor e paciência; e ao meu grande amor Eduardo Yoshinori Nagata, que esteve presente em todos os momentos que vivi neste curso, me proporcionando auxílio, conforto, alegrias...

LIVRAMENTO, W. R. **Análise de assimetria dos membros inferiores por meio de salto horizontal unipodal e resistência muscular unilateral utilizando *Leg Press Horizontal***. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

RESUMO

O futebol é o esporte mais popular do mundo, sendo uma modalidade que exige boa condição física para a melhor performance. Por suas características, um grande número de lesões nos membros inferiores pode ser esperado. A assimetria de força nos membros inferiores apresenta-se como possível causadora de lesões. O presente estudo teve como objetivo identificar assimetrias de força dos membros inferiores de jogadores de futebol de alto rendimento, através do teste de resistência muscular unilateral e salto horizontal unipodal (SHU). A amostra foi composta por 12 sujeitos com idade de $23 \pm 3,23$ anos e experiência de $6 \pm 2,86$ anos pertencentes de um clube de futebol profissional. Através do teste de correlação linear de Pearson, foi observado que as forças de contato, picos e rms, não apresentaram correlação significativa com o SHU. Quanto a assimetria medida pela diferença entre as pernas dominante e não dominante, o teste de resistência muscular pelo *Leg Press* apresentou cinco atletas com simetria e sete atletas com assimetria. Valores de índice de assimetria (IA) superiores a 15% indicam a presença de assimetria. No teste de SHU, os atletas não apresentaram assimetria, exceto um atleta com $IA > 15\%$ para ângulo de saída e dois atletas com $IA > 15\%$ no tempo de execução. Os resultados indicam que o teste de SHU requer um treinamento específico antes de realizá-lo devido à necessidade de eficiência no gesto motor.

PALAVRAS-CHAVE: Biomecânica Desportiva. Assimetrias dos membros inferiores. Resistência em *Leg Press*. Salto horizontal unipodal. Jogadores de futebol de campo.

LIVRAMENTO, W. R. **Analysis of lower limb asymmetry by single leg horizontal jump and unilateral muscle strength by Horizontal Leg Press**. 2014. 69 f. Dissertation (Master's degree in Mechanical Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

ABSTRACT

Soccer is the most popular sport in the world, which requires good physical condition for best performance. Because of its characteristics, a large number of lower limb injuries should be expected. The asymmetry of strength in the lower limbs presents itself as a possible cause of injuries. The present study aimed to identify asymmetries of strength in the lower limbs of high performance soccer players through the unilateral muscle resistance test and single leg horizontal jump. Twelve male professional soccer players participated in this study, under age $23 \pm 3,23$ years old and practice time experience of $6 \pm 2,86$ years. Using the Pearson correlation test, contact forces, peak and rms showed no significant correlation with single leg horizontal jump. As for the asymmetry measured by the difference between the dominant and non-dominant legs, unilateral muscle resistance test in Horizontal Leg Press showed five athletes with symmetry and seven athletes with asymmetry. Asymmetry index values (AI) greater than 15% indicate the presence of asymmetry. In the single leg horizontal jump test, all athletes showed no asymmetry, except one athlete with $AI > 15\%$ for angle to jump and two athletes with $AI > 15\%$ for runtime jump. The results indicate that jump test requires specific training before execution due to the need for efficiency in motor gesture.

KEYWORDS: Sports Biomechanics. Asymmetries of the lower limbs. Muscle resistance in Leg Press. Single leg horizontal jump. Soccer players.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem do aparelho <i>Leg Press</i> Horizontal para ensaios de resistência muscular unilateral.....	31
Figura 2 – Imagem da plataforma de força (a) e condicionador de sinais SPIDER 8 (b) para a captação da força exercida pelos atletas e transdução do sinal para o computador.....	32
Figura 3 – Imagem dos tatames posicionados frontalmente à plataforma de força para ensaio de SHU	33
Figura 4 – Imagem do procedimento de calibração da plataforma de força. Fase de carregamento (6º ponto).....	34
Figura 5 – Gráficos das curvas de calibração ascendente da plataforma de força e suas respectivas equações.....	35
Figura 6 – Imagens da sequência de movimentos realizados no aparelho <i>Leg Press</i> Horizontal: (a) fase concêntrica; (b) fase excêntrica.....	37
Figura 7 – Imagem do sistema de padronização de amplitude do movimento (limitador de amplitude).....	38
Figura 8 – Esquema representativo com vista superior do posicionamento dos equipamentos para ensaio de resistência muscular unilateral.....	39
Figura 9 – Imagens da sequência de movimentos no SHU: (a) postura inicial; (b) preparação para o salto; (c) salto horizontal.....	40
Figura 10 – Imagem com representação do ângulo de projeção do atleta com relação ao solo, no SHU.....	41
Figura 11 - Esquema representativo com vista superior do posicionamento dos equipamentos para o ensaio de SHU.....	42
Figura 12 – Gráfico da correlação linear entre a capacidade de resistência muscular do membro inferior dominante, medida por número de repetições realizadas e tempo de experiência do atleta.....	44
Figura 13 – Gráfico da correlação linear entre a capacidade de resistência muscular do membro inferior não dominante, medida por número de repetições realizadas e tempo de experiência.....	44
Figura 14 – Gráfico indicativo das fases de movimento no SHU. A – Fase excêntrica; B – Fase concêntrica; C – Instante final de contato.....	46

Figura 15 – Gráficos da Força Vertical normalizada (FVn) e tempo normalizado (tn) dos membros inferiores dominante e não dominante de todos os sujeitos.....	47
Figura 16 – Gráfico de correlação linear entre os picos de força vertical normalizada do membro inferior dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos.....	54
Figura 17 – Gráfico de correlação linear entre os picos de força vertical normalizada do membro inferior não dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos.....	54
Figura 18 – Gráfico de correlação linear dos valores rms normalizada da força vertical do membro inferior dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos.....	55
Figura 19 – Gráfico de correlação linear dos valores rms normalizada da força vertical do membro inferior não dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos.....	55
Figura 20 – Gráfico de correlação linear dos valores de impulso do membro inferior dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos.....	56
Figura 21 – Gráfico de correlação linear dos valores de impulso do membro inferior não dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos jogadores profissionais de futebol: idade, massa corporal, estatura, tempo de experiência e posição dos atletas	30
Tabela 2 – Média e desvio padrão (DP) das medidas antropométricas dos membros inferiores: perimetria de coxa dominante e não dominante e panturrilha dominante e não dominante.....	30
Tabela 3 – Número de repetições realizadas e tempo de execução do teste no ensaio de resistência muscular unilateral realizado no aparelho <i>Leg Press</i> Horizontal, referente ao MI dominante (d) e MI não dominante (nd).....	43
Tabela 4 – Índices de assimetria entre os membros inferiores referente à variável resistência muscular.....	45
Tabela 5 – Distância alcançada, ângulo de projeção e tempo de execução na realização do SHU para MI dominante (d) e MI não dominante (nd).....	52
Tabela 6 – Ângulos de quadril, joelho e tornozelo, registrados no instante de maior flexão do joelho (final da fase excêntrica) durante a preparação para o SHU, do MI dominante e não dominante.....	53
Tabela 7 – Índices de assimetria referente às variáveis do SHU: distância alcançada, força de reação vertical, ângulo de projeção e tempo de preparação para o salto.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATPase	Adenosina Trifosfatase
CAE	Cíclo de Alongamento e Encurtamento
DP	Desvio Padrão
EVA	Ethil Vinil Acetat (Etileno Acetato de Vinila)
FVn	Força Vertical normalizada
GL	Grau de Liberdade
IA	Índice de Assimetria
MI	Membro Inferior
SHU	Salto Horizontal Unipodal
tn	tempo normalizada
Vd	Valor dominante
Vn	Valor não dominante
Vrms	Tensão elétrica em Volts com valores rms (<i>root mean square</i>)
mV/V	Relação de tensão elétrica de saída em mV com tensão de entrada em V

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	POSIÇÃO E RELEVÂNCIA DO PROBLEMA.....	15
1.2	OBJETIVO GERAL.....	16
1.2.1	Objetivos específicos	16
1.3	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	16
1.4	ESTRUTURA DE DISSERTAÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	FUTEBOL DE CAMPO.....	18
2.1.1	Lesões no futebol	20
2.1.1.1	Assimetrias como fator de risco.....	21
2.2	FORÇA MUSCULAR.....	22
2.2.1	Força com ação rápida	24
2.2.1.1	O salto no cotidiano e no esporte.....	24
2.2.2	Resistência de força muscular	25
2.2.3	Métodos para avaliação de assimetria entre membros inferiores	26
2.2.3.1	Teste de resistência muscular unilateral.....	27
2.2.3.2	Teste de salto horizontal unipodal (SHU).....	27
3	METODOLOGIA	29
3.1	AMOSTRA.....	29
3.2	EQUIPAMENTOS.....	31
3.2.1	Ensaio de resistência muscular unilateral	31
3.2.2	Ensaio do salto horizontal unipodal	32
3.3	PROCEDIMENTOS.....	34
3.3.1	Procedimento de calibração da plataforma de força para medidas de forças na direção vertical	34
3.3.2	Procedimentos de coleta de dados	35
3.3.2.1	Flexão e extensão unilateral do membro inferior no aparelho <i>Leg Press Horizontal</i>	36
3.3.2.1.1	Cinemetria para ensaio de resistência muscular unilateral.....	38
3.3.2.2	Salto horizontal unipodal.....	39
3.3.2.2.1	Cinemetria para ensaio de SHU.....	41
4	RESULTADOS	43
4.1	ENSAIO DE RESISTÊNCIA MUSCULAR UNILATERAL.....	43

4.1.1	Índice de assimetria entre membros inferiores em relação à resistência muscular	45
4.2	ENSAIO DE SALTO HORIZONTAL UNIPODAL (SHU)	46
4.2.1	Índices de assimetria referente às variáveis do SHU	57
5	DISCUSSÃO	58
6	CONCLUSÕES	62
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A – Questionário	68
	APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	69

1 INTRODUÇÃO

1.1 POSIÇÃO E RELEVÂNCIA DO PROBLEMA

O futebol é um esporte muito praticado no mundo todo envolvendo praticantes amadores e profissionais. É uma modalidade que exige uma boa condição física para a melhor performance, necessitando boa capacidade anaeróbia e aeróbia, agilidade, força e velocidade (CUNHA, 2003).

Vários fatores podem influenciar a capacidade de resistência muscular de atletas de futebol durante uma partida, assim, uma melhor preparação muscular dos jogadores é fundamental para garantir um bom desempenho esportivo e a integridade física dos atletas (MOREIRA, 2001).

A força explosiva pode ser considerada como uma manifestação de força que é encontrada com maior frequência na dinâmica do futebol podendo ser observada nos movimentos específicos como nos saltos e sprints, rápidas paradas com frenagem e nas mudanças de direção (MOREIRA, 2001).

O futebol, por ser um esporte de contato, oferece riscos de lesões, as quais ocorrem na maioria das vezes nos membros inferiores. Um dos fatores que pode provocar lesão é a assimetria que pode ser causada pelo desenvolvimento de força muscular de forma desequilibrada. Assim, o ato de avaliar unilateralmente e controlar a força muscular do atleta deve fazer parte dos programas de treinamento, no qual são monitorados seus efeitos bem como nos fatores de risco de lesões (FONSECA et al., 2007; SILVA, 2008).

No meio esportivo, vários métodos têm sido utilizados para avaliação da força dos membros inferiores. O teste de resistência muscular unilateral pode ser utilizado para avaliação de assimetrias. Consiste na execução máxima de repetições (fadiga) no aparelho *Leg Press Horizontal* (MARCHETTI et al., 2012). É um teste que pode ser utilizado em atletas de modalidades que exigem boa capacidade de resistência muscular para o melhor desempenho, como é o caso do futebol de campo, basquetebol, handebol, corrida, entre outros.

O teste de salto horizontal unipodal (SHU) é um teste muito utilizado para identificar assimetrias de força nos membros inferiores em indivíduos que foram submetidos à cirurgia de ligamento cruzado anterior (LUZ, 2009). No futebol, algumas atividades envolvem componentes horizontais, tais como, pular sobre obstáculos com a tentativa de escapar de uma

marcação agressiva ou saltos com características horizontais, os quais, os atletas utilizam para alcançar a bola no ar ou até mesmo no chão e, a corrida de alta velocidade de potência também apresenta componentes de forças horizontais (DURWARD; BAER e ROWE, 2001).

O SHU apresenta-se como um método de triagem, no qual, dependendo da resposta apresentada, indivíduos podem ser encaminhados ou não a um teste mais preciso. Pode ser considerada também, a vantagem de ser um teste prático e de baixo custo, podendo ser administrado em qualquer ambiente (SILVA, 2008).

Com o diagnóstico de assimetrias de membros inferiores obtidos através da utilização do teste de resistência muscular unilateral e SHU, é possível empregar estratégias de treinamento e/ou reabilitação, realizados de forma unilateral, com a intenção de prevenir possíveis lesões.

1.2 OBJETIVO GERAL

Identificar assimetrias de força entre os membros inferiores de jogadores de futebol de alto rendimento por meio de instrumentação biomecânica.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar a assimetria quanto à resistência muscular do membro inferior utilizando um aparelho *Leg-Press* Horizontal.
- Avaliar a assimetria quanto à capacidade de salto horizontal unipodal (SHU) utilizando uma plataforma de forças.
- Avaliar a correlação entre a capacidade de SHU e os picos de forças, rms de forças e impulso durante o contato com a plataforma.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo delimita-se ao estudo em aspecto biomecânico de assimetria dos membros inferiores para jogadores profissionais de futebol de campo.

1.4 ESTRUTURA DE DISSERTAÇÃO

No capítulo 1, é apresentada a introdução, com ênfase para a relevância do problema, assim como os objetivos propostos e as delimitações do presente estudo.

No capítulo 2, é feita uma revisão bibliográfica relacionada à influência de assimetria na capacidade física de jogadores de futebol e os métodos de avaliação biomecânica.

No capítulo 3, é apresentada a metodologia empregada no presente trabalho, com a descrição de aparelhos e instrumentação utilizada.

No capítulo 4, são apresentados os resultados e discussões, relacionando aos resultados de outros autores.

No capítulo 5, são apresentadas as conclusões e considerações finais conforme os objetivos propostos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FUTEBOL DE CAMPO

O futebol de campo é considerado o desporto mais popular do mundo. Praticado em 190 países por mais de duzentos milhões de pessoas, profissionais e amadores (ALVITO, 2006; CUNHA, 2003). É caracterizado por ações motoras imprevisíveis, de curta e longa duração, com intensidades variadas e não contínuo. Em geral, no jogo são executadas velocidades máximas e movimentos funcionais realizados com acelerações e desacelerações, saltos, giros e chutes na bola, ou seja, diversas mudanças de direções que muitas vezes exigem contrações musculares de grande magnitude com o intuito de dominar e controlar a bola mantendo o equilíbrio (WITVROUW et al., 2003).

Segundo Vieira (2011), a ciência do futebol sugere que a maioria das ações motoras em tempo de jogo é de intensidade baixa e moderada, sendo os lances decisivos, aqueles que exigem grande potência e velocidade. O futebol é uma modalidade que exige uma excelente condição física.

O jogador de futebol, em geral, apresenta como característica de somatótipo, uma tendência à massa muscular bem desenvolvida, principalmente nos membros inferiores. Quanto à flexibilidade, os jogadores de futebol não apresentam grandes amplitudes de movimento devido à tendência de membros inferiores hipertrofiados. O metabolismo requerido no futebol é misto, contribuindo com uma produção energética que partem dos processos aeróbios e anaeróbios, sendo que, os tipos de fibras musculares são influenciados por este metabolismo misto. O percentual médio de fibras lentas, fibras rápidas oxidativas e fibras rápidas glicolíticas variam entre os atletas de futebol, e a adaptação acontece de acordo com a intensidade e duração dos exercícios típicos da posição de cada atleta (MOREIRA, 2001).

O desempenho no futebol, principalmente em alto nível, é fortemente influenciado pela força, resistência e potência musculares. No entanto, existe na literatura uma carência de estudos referentes a algumas variáveis, como por exemplo, a resistência à fadiga. Estudos têm mostrado resultados controversos em relação à força de atletas de futebol, o que pode ser explicado pelo posicionamento tático dos jogadores (GOULART; DIAS e ALTIMARI, 2007), indicando assim, a necessidade de mais estudos.

O treinamento de atletas de futebol tem chamado muito a atenção de estudiosos que buscam o aperfeiçoamento dos treinos baseado em mudanças de desempenho averiguadas ao longo do tempo, tanto de ordem funcional quanto estrutural. As pesquisas têm por objetivo, auxiliar treinadores e preparadores físicos quanto às exigências deste esporte e às características de seus participantes, contribuindo para a elaboração de programas de treinamento e conseqüentemente, sucesso no jogo (CUNHA, 2003).

A força explosiva pode ser manifestada com maior freqüência na dinâmica do futebol. A potência muscular vem sendo trabalhada através de treinos específicos utilizando-se, dentre outros, os saltos verticais e horizontais, sendo que, uma maior coordenação e ativação neuromuscular são impostas nos saltos com sobrecarga. Os métodos caracterizados pelo ciclo alongamento-encurtamento podem ser considerados excelentes meios beneficiando e aprimorando a capacidade de saltos, já que este tipo de gesto é muito comum no desporto futebol (VIEIRA, 2011).

Vários fatores podem influenciar a capacidade de resistência muscular de atletas de futebol durante uma partida. Um deles pode ser exemplificado pelo estudo de Moreira (2001) que verificou uma diminuição de 6% do tempo médio de permanência dentro de um teste progressivo sobre a superfície de gramado molhado, em relação à superfície seca. A interação calçado-superfície de corrida foi alterada pela umidade do gramado diminuindo a resistência do calçado à rotação e ao deslizamento, sobrecarregando o sistema muscular esquelético. Assim, as forças de reação do solo diminuem contribuindo em dificultar a eficiência mecânica, promovendo um envolvimento mais intenso da musculatura em atividade. Como a frequência cardíaca não apresentou diferenças significativas, a intensificação do processo de fadiga, na situação de gramado molhado, pareceu estar referida à fadiga localizada. Este efeito deve ser mais significativo durante as partidas, onde o tempo de disputa é bem maior entre outros fatores. Portanto, devido às exigências imprevisíveis, é possível afirmar que uma melhor preparação muscular dos jogadores é fundamental para garantir um bom desempenho esportivo e a integridade física dos atletas.

2.1.1 Lesões no futebol

Um esporte de contato sempre oferece riscos. No futebol, os movimentos funcionais que acontecem durante o jogo, tornam-se arriscados devido às suas características. Assim, um grande número de lesões pode ser esperado (FONSECA et al., 2007).

A maioria das lesões que ocorrem no futebol são nos membros inferiores (KUJALA et al., 1995). Segundo Witvrouw et al. (2003), cerca de 68% a 88% das lesões que ocorrem no futebol, aproximadamente um quarto são lesões musculoesqueléticas, localizadas principalmente na coxa. As articulações mais afetadas são os tornozelos e os joelhos devido a fortes impactos com o solo, torções e lesões ligamentares (SILVA, 2008).

São classificados como fatores de risco extrínsecos o nível de competição, nível de habilidade, tipo de calçado e tipo de superfície; e como fatores intrínsecos, a idade, o sexo, lesões prévias, reabilitação inadequada, condicionamento aeróbio, flexibilidade, força muscular, instabilidade postural, desequilíbrios, tempo de reação, tamanho do corpo, alinhamento anatômico, morfologia do pé e dominância de membros. Além de associados a lesões, esses parâmetros também podem provocar queda na performance funcional (MURPHY; CONNOLLY e BEYNNON, 2002).

O nível de habilidade associado à ocorrência de lesões foi pesquisado no estudo de Peterson et al. (2000). Jogadores de diferentes níveis de habilidade foram observados durante um ano e o autor definiu três níveis de lesões. Constatou-se que jogadores menos habilidosos por deficiências técnicas, táticas e físicas, tiveram duas vezes mais lesões de grau severo, quando comparados com jogadores mais habilidosos.

O atleta bem condicionado está menos susceptível a lesões, porém, fatores como treinamento excessivo e estresse emocional devido à agressão do organismo por conta da rotina de treinamentos e jogos, podem ser considerados fatores de risco importantes (MAINNRICH, 2007).

Tentativas têm sido tomadas a fim de diminuir o número de lesões no futebol, entretanto, a determinação dos fatores de risco mostra-se o melhor caminho para a prevenção (WITVROUW et al., 2003). Sendo os desequilíbrios estruturais e funcionais considerados fatores de risco, estudos sobre a avaliação de assimetrias são de grande importância.

2.1.1.1 Assimetrias como fator de risco

Sendo a força muscular considerada um fator de grande importância para o futebol, pesquisas têm sido feitas na tentativa de esclarecer aspectos pertinentes ao assunto. Primeiramente, é importante considerar os padrões corporais de atletas. De acordo com a literatura, padrões corporais específicos à modalidade se desenvolvem de acordo com suas solicitações. Assim, a rotina intensa e específica de exercícios aos quais os atletas estão expostos, traduz alterações posturais que estão associadas ao gesto desportivo (NETO JUNIOR; PASTRE e MONTEIRO, 2004; PRADO, 2013).

O perfil funcional do atleta também pode ser influenciado pelo padrão motor de uma determinada modalidade desportiva, ou seja, as posições e funções dos jogadores podem contribuir para uma específica adaptação funcional. Sendo assim, diferenças bilaterais de força podem ter relação com as exigências específicas dos desportos (MAGALHÃES et al., 2001).

Aspectos como nível de habilidade e uso preferencial de um membro em relação ao outro, podem induzir a desequilíbrios no desenvolvimento da força muscular (SILVA, 2008). No estudo de Kearns, Isokawa e Abe (2001), os atletas de futebol juniores que utilizavam preferencialmente um membro inferior (MI) em relação ao outro, apresentaram uma diferença maior na espessura da musculatura entre o membro dominante e não dominante. As assimetrias são indicadas como um dos principais fatores de risco para lesão nos parâmetros de performance muscular entre o membro dominante e não-dominante e, também, na relação agonista/antagonista (FONSECA, et al., 2007).

De acordo com a literatura, um índice de 85% ou mais de simetria entre os membros é considerado normal, independente do domínio do membro, nível de atividade esportiva ou gênero (NOYES; BARBER e MOOAR, 1989).

A lesão do ligamento cruzado anterior na articulação do joelho está relacionada principalmente a esportes que exigem frequentes mudanças de direção e movimentos de rotação deixando-o vulnerável diante dessas situações. Este tipo de lesão gera uma série de déficits no membro acometido, ocasionando perda de estabilidade articular, força muscular e função. Entretanto, o indivíduo que já apresenta um quadro de assimetria dos membros inferiores, o qual, o membro acometido apresenta déficit motor, neural ou estrutural, apresenta também um risco bem aumentado de lesões do ligamento cruzado anterior, fato que

aumentará o déficit, sobrecarregando o mesmo, predispondo o indivíduo a uma nova lesão (MARCHETTI et al., 2012).

Enfim, vários aspectos podem induzir o desenvolvimento de força muscular de forma desequilibrada e, conseqüentemente causar assimetrias em membros inferiores de atletas. Assim, o ato de avaliar unilateralmente e controlar a força muscular do atleta deve fazer parte dos programas de treinamento, no qual são monitorados seus efeitos bem como nos fatores de risco de lesões (FONSECA, 2007; SILVA, 2008).

2.2 FORÇA MUSCULAR

Segundo Ackland, Elliot e Bloomfield (2011), força muscular é a quantidade de força (ou torque) que um grupo muscular pode exercer contra uma resistência em um esforço máximo.

Quando se quer descrever desempenho muscular, os termos tipicamente utilizados são: força, potência e resistência (*endurance*) musculares. Sob um ponto de vista biomecânico, “força” refere-se à capacidade de um grupo muscular gerar torque; “potência” é o ritmo de produção de torque em uma articulação; e “*endurance*” é a resistência à fadiga (HALL, 2005).

Alguns fatores que determinam a força muscular são: área de secção transversa do músculo; capacidade de gerar energia pelas vias metabólicas anaeróbias; número de unidades motoras voluntariamente recrutadas; frequência de estímulos, coordenação intra e intermuscular e nível de co-contração (estabilidade articular proporcionada pela contração de um ou mais músculos) (PRADO, 2013).

A força muscular também é dependente dos tipos de fibras, as quais formam a unidade motora que também é conhecida como a unidade funcional do sistema neuromuscular. Uma unidade motora consiste de um neurônio motor e de todas as fibras por ele inervadas. As fibras musculares esqueléticas exibem características estruturais, histoquímicas e comportamentais diferentes, podendo ser divididas em fibras de contração rápida, contração lenta e resistente à fadiga (HALL, 2005). Segundo Hamill e Knutzen (1999), a quantidade de força que um músculo é capaz de gerar também pode ser influenciada pelo ângulo de inserção do tendão, frouxidão ou rigidez no tendão (que influi na relação força-tempo), comprimento do músculo, contribuições do componente elástico e velocidade da ação muscular.

O músculo responde à estimulação através do desenvolvimento de tensão, porém, a resultante depende das outras forças que possam atuar. A ação resultante pode ser concêntrica, excêntrica ou isométrica (HALL, 2005).

A ação muscular concêntrica ocorre quando a tensão no músculo vence a resistência, gerando o encurtamento do músculo, ou seja, o torque atuante na articulação pela força muscular é maior que o torque gerado pela força externa. Na ação muscular excêntrica, o torque gerado pela força externa vence o torque gerado pela força muscular, promovendo um alongamento do músculo. A ação muscular isométrica acontece quando a tensão gerada no músculo não cria alteração na posição articular (HAMILL e KNUTZEN, 1999).

O ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) acontece quando ocorre uma ação muscular excêntrica, seguida por uma imediata e explosiva ação concêntrica (GUEDES NETO et al., 2005). Esta ação atua em benefício do desempenho motor de um gesto específico, pois, é considerado um mecanismo fisiológico contribuinte à eficiência mecânica.

A ação muscular no CAE está presente em vários gestos esportivos, como por exemplo, a corrida e os saltos, sendo o salto, um bom exemplo para descrever esta ação. No salto, o sujeito flexiona os joelhos e os quadris (o que pode ser chamado de “ação excêntrica dos extensores” ou “contra movimento”), em seguida, muda-se a direção do movimento rapidamente e salta (rápida ação isométrica para uma ação concêntrica) realizando uma extensão dos joelhos e quadris e flexão plantar dos tornozelos. Para que se tenha proveito da energia potencial, a qual será convertida em energia cinética, a passagem de uma fase para outra não pode ser lenta, para que a energia potencial não seja dissipada. Estudos indicam que o aproveitamento desta energia potencial, pode aumentar a capacidade de geração de força em até 20% (GUEDES NETO et al., 2005; MENZEL, 2013; HAMILL e KNUTZEN, 1999).

MOSS et al. (1997), encontraram níveis altos de correlação entre desempenho de uma repetição máxima e pico de potência (força máxima e força rápida respectivamente), porém, a importância da força máxima para produção de potência pode diferir quando mensurada em ações musculares concêntricas e no CAE (CRONIN; McNAIR e MARSHALL, 2000).

2.2.1 Força com ação rápida

A força explosiva ou força com ação rápida é a capacidade de realizar um gesto específico na maior velocidade possível, sem a perda da eficiência. Essa capacidade física requer a união de duas variáveis, que são a força e a velocidade, e está presente na grande maioria das modalidades esportivas (CHARRO et al., 2010).

No futebol, a força explosiva é considerada como aquela que é solicitada com mais frequência na sua prática dinâmica, sendo que, a manifestação de força explosiva pode ser observada nos movimentos específicos como nos saltos e *sprints*, rápidas paradas com frenagem e nas mudanças de direção (MOREIRA, 2001).

Diversos tipos de salto têm sido utilizados como instrumento avaliador da capacidade explosiva de atletas (SILVA, 2008).

2.2.1.1 O salto no cotidiano e no esporte

Durante atividades do dia a dia, é possível perceber que a ação de saltar é muito comum e necessária quando o indivíduo se confronta com algum obstáculo. Os tipos de saltos podem variar abrangendo saltos verticais e horizontais. Saltar indica um período de tempo no qual o corpo não está em contato com o solo. Portanto, assim como a corrida é uma extensão natural da locomoção, saltar também pode ser considerado uma extensão da corrida (DURWARD; BAER e ROWE, 2001).

Sob o ponto de vista esportivo, o salto é utilizado como instrumento de avaliação e treinamento de atleta. O salto bilateral é muito usado quando se quer determinar mudanças de desempenho muscular nos membros inferiores. As análises costumam ser referentes à força e condicionamento e/ou intervenções fisioterapêuticas (MEYLAN et al., 2010).

Diversas modalidades desportivas utilizam o salto de impulsão, muitas vezes como um fator decisivo, os quais são possíveis citar o basquetebol, voleibol, handebol, atletismo, atividades rítmicas e futebol. No futebol, a quantidade de saltos realizados no jogo só perde pelas ações de passe (SILVA e OLIVEIRA, 2003).

Sendo assim, tanto para o âmbito esportivo, como para atividades rotineiras, o estudo desse gesto tem grande importância, podendo ser estabelecida através de uma imagem específica do movimento e das forças envolvidas na ação de saltar, possibilitando assim uma análise mais específica e realista (DURWARD; BAER e ROWE, 2001).

As articulações mais solicitadas durante o salto são o quadril, joelho e tornozelo. Quase todos os músculos dos membros inferiores têm participação no movimento do salto, sendo os mais importantes, os músculos do quadríceps (vasto lateral, reto femoral, vasto medial e vasto intermédio), isquiotibiais, glúteos, gastrocnêmios e sóleos. Os músculos dos ombros (deltóides posterior e anterior) também contribuem para a ação do salto por produzirem um impulso ascendente poderoso, que é importante nos saltos com duas pernas (FAIGENBAUM e WESTCOTT, 2001).

No salto, durante a fase concêntrica, ocorre a extensão dos joelhos (quadríceps) e extensão do quadril (glúteo máximo e isquiotibiais), além da flexão plantar do tornozelo (tríceps sural e flexores dos dedos). Na fase excêntrica ocorre a flexão dos joelhos, flexão do quadril e dorsiflexão (MIRANDA, 2004).

2.2.2 Resistência de força muscular

Resistência de força muscular é a capacidade do músculo exercer tensão durante certo período de tempo. A tensão pode ser constante, ou ciclicamente variável. Quanto maior for o período de tempo durante o qual a tensão é exercida, maior será a resistência muscular (HALL, 2005).

A resistência muscular pode ser avaliada durante contrações musculares estáticas e dinâmicas. Se a resistência é fixa, a contração muscular é estática ou isométrica; assim não há movimento visível da articulação. As contrações dinâmicas, em que há movimento articular visível, são concêntricas e excêntricas (HEYWARD, 2013).

O treinamento para resistência muscular envolve normalmente grande número de repetições contra uma resistência submáxima (POWERS e HOWLEY, 2000).

Os jogadores que são mais exigidos por ações motoras de contração lenta são beneficiados pelo treinamento da resistência muscular. Portanto, a especificidade no treinamento muscular de futebolista tem como objetivo potencializar alterações de tonicidade e alterações condizentes com as necessidades funcionais e metabólicas do músculo para a prática do desporto (SILVA, 2001).

2.2.3 Métodos para avaliação de assimetria entre membros inferiores

Sendo os desequilíbrios associados à performance muscular, considerados possíveis causadores de lesão em atletas, métodos avaliativos para o diagnóstico de assimetrias são de fundamental importância

No meio esportivo, vários métodos têm sido utilizados para avaliação da força dos membros inferiores. O aparelho isocinético vem sendo bastante utilizado tanto em pesquisa quanto na prática clínica, para diagnosticar o nível de força e para avaliar o efeito do treinamento produzido por exercícios isoinerciais, oferecendo informações sobre a função muscular, tais como torque, trabalho, potência, dentre outras (D' ALESSANDRO et al., 2005; FONSECA, 2007), porém, apresenta algumas limitações. Pode-se citar como limitações, o alto custo, fazendo com que equipes esportivas utilizem as tradicionais academias de musculação com aparelhos contendo resistências fixas; as velocidades constantes pré programadas, limitando a aceleração do movimento; e na maioria dos aparelhos, os movimentos realizados são somente monoarticulares e unilaterais. Como vantagem, observa-se que o aparelho fornece dados de força e torque ao longo de toda a amplitude de movimento de grupos musculares na maioria das partes do corpo, e esses dados têm utilidade para documentação da força de grupos musculares e equilíbrio de forças entre músculos agonistas e antagonistas e entre membros contralaterais, podendo avaliar a assimetria (ACKLAND; ELLIOTT e BLOMFIELD, 2011; D' ALESSANDRO et al., 2005).

Os saltos verticais têm sido amplamente utilizados para medir a força de ação rápida dos membros inferiores, oferecendo medidas válidas e confiáveis, podendo ser realizado através de três diferentes formas: teste de salto agachado, salto com contramovimento e salto em profundidade. Testes motores unipedais também são utilizados para o diagnóstico de assimetrias laterais em membros inferiores. Os mais utilizados são os testes de uma repetição máxima, teste de sentar e levantar, salto unipodal cronometrado, salto unipodal figura de oito, saltos laterais unipodais à distância, salto unipodal para o lado, salto sobe-desce unipodal, salto quádruplo unipodal à distância, salto triplo unipodal à distância, salto horizontal unipodal à distância (SHU). O teste de SHU é amplamente utilizado em indivíduos com lesão de ligamento cruzado anterior (SILVA, 2008).

2.2.3.1 Teste de resistência muscular unilateral

O teste de resistência muscular unilateral pode ser realizado através de repetições máximas até a fadiga a partir de resistência muscular relativa. Nesse teste recomenda-se selecionar uma carga submáxima que represente um percentual da carga máxima prevista, ou da própria massa corporal do avaliado. Não há critério definido quanto à porcentagem adotada para a realização dos exercícios. Contudo deve ser levado em consideração o índice de aptidão física da população avaliada (QUEIROGA, 2005). O teste de resistência muscular pode ser realizado em diversos aparelhos, de acordo com a musculatura que se deseja avaliar.

O *Leg Press* Horizontal é um aparelho utilizado para exercitar os membros inferiores, sendo considerada uma ótima opção para a prática da musculação, para as reabilitações dos membros inferiores, (CARPENTER, 2005) e também, como instrumento de avaliação. O exercício no *Leg Press* Horizontal unilateral é realizado com o indivíduo sentado e executando o movimento com um membro de cada vez. O movimento consiste em: fase concêntrica, realização da extensão de joelho e extensão de quadril; e fase excêntrica, realização da flexão de joelho, flexão de quadril e dorsiflexão do tornozelo (MIRANDA, 2004).

2.2.3.2 Teste de salto horizontal unipodal (SHU)

No futebol, algumas atividades envolvem características horizontais, tais como, pular sobre obstáculos com a tentativa de escapar de uma marcação agressiva ou saltos com características horizontais, os quais, os atletas utilizam para alcançar a bola no ar ou até mesmo no chão e, a corrida de alta velocidade de potência também apresenta componentes de forças horizontais (DURWARD; BAER e ROWE, 2001). Nestas circunstâncias, torna-se de grande utilidade, investigar as forças e o movimento em todas as fases de um salto.

Avaliações funcionais, como os saltos unipodais parecem interessantes para quantificar as assimetrias no esporte, na reabilitação e no treinamento físico (MARCHETTI, 2009).

O SHU é um teste simples utilizado com frequência na prática fisioterapêutica para a avaliação da performance do membro inferior lesado em relação ao membro inferior não lesado. O SHU tem sido amplamente utilizado para avaliar o retorno ao nível funcional do joelho lesado, especialmente em fase pós-reconstrução do ligamento cruzado anterior. Este

tipo de teste não permite uma análise detalhada, como no caso dos aparelhos sofisticados, mas oferece uma triagem geral em relação aos membros inferiores. O SHU oferece a vantagem de ser rápido, com mínima demanda financeira e utilização do membro inferior contralateral como controle. Basicamente, no SHU, o indivíduo deve saltar utilizando apenas um membro inferior, de modo a atingir a maior distância possível, partindo de uma posição previamente definida, e tendo o registro da distância alcançada, realizado no instante da aterrissagem. A limitação quanto ao uso dos braços depende do foco principal no teste realizado (D'ALESSANDRO et al., 2005). Por ser um teste utilizado para avaliar a atividade após lesões, existe a necessidade de estudos buscando averiguar a possibilidade de aplicação desse teste para avaliar possíveis déficits de força entre membros inferiores em indivíduos saudáveis.

Avaliações dinâmicas que mensurem as assimetrias e o controle de movimento dos membros inferiores podem ajudar a identificar possíveis déficits motores ou sobrecargas, os quais auxiliam profissionais da saúde, como educadores físicos na prescrição de treinamento correto para corrigir as diferenças (MARCHETTI et al., 2012).

3 METODOLOGIA

3.1 AMOSTRA

Participaram deste estudo 12 atletas profissionais de futebol de campo, do gênero masculino, com idade de $23,42 \pm 3,23$ anos e experiência de $6,00 \pm 2,86$ anos, pertencentes a um clube de futebol profissional da segunda divisão da cidade de Guaratinguetá – SP, participantes do Campeonato Brasileiro. Os atletas assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A) após os esclarecimentos sobre as finalidades e procedimentos do estudo.

A coleta constou das seguintes etapas:

a) Os participantes responderam a um questionário referenciando dados pessoais, tempo de experiência em treinamento de alto rendimento e lesões anteriores, para que assim, fosse possível administrar o critério de inclusão considerando apenas aqueles com ausência de disfunções musculoesqueléticas nos membros inferiores e coluna vertebral nos últimos seis meses. Além disso, todos os indivíduos deveriam pertencer à categoria de alto rendimento da modalidade futebol de campo.

b) Os sujeitos foram submetidos à avaliação antropométrica e, especificamente, realizaram-se as seguintes medidas: massa corporal, estatura, circunferência de coxa (direita e esquerda) e circunferência da panturrilha (direita e esquerda). A perimetria da coxa foi obtida pela circunferência medial (distância média entre os pontos trocântérico e tibial lateral) e a perimetria da panturrilha foi obtida no local de maior circunferência da mesma (GUEDES e GUEDES, 2006). O membro inferior dominante foi determinado por um simples questionamento, pois, por se tratar de atletas profissionais, estes já tinham pleno conhecimento de seu membro inferior dominante (MAUPAS et al., 1999). Na tabela 1 são apresentadas as características dos atletas.

c) Na coleta de dados, os atletas foram submetidos a um teste de capacidade de resistência muscular do membro inferior no aparelho *Leg Press* Horizontal, em uma academia de musculação na cidade de Guaratinguetá - SP. O teste foi realizado em um único dia, no período da manhã.

d) Uma semana após a realização da coleta com *Leg Press* foi realizado o teste de salto horizontal unipodal (SHU) no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP de Guaratinguetá, em apenas um dia, no período da manhã.

Tabela 1 – Características dos jogadores profissionais de futebol: idade, massa corporal, estatura, tempo de experiência e posição dos atletas

Amostra	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (m)	Tempo de experiência (anos)	Posição
1	20	82	1,88	3	goleiro
2	24	78	1,83	7	lateral
3	19	69	1,74	2	lateral
4	20	68	1,79	3	lateral
5	24	75,8	1,8	6	meia/atacante
6	20	68	1,73	3	volante
7	27	80	1,79	7	atacante
8	29	78	1,79	12	lateral
9	24	95	1,92	7	goleiro
10	22	67	1,69	6	atacante
11	26	81	1,81	8	lateral
12	26	81	1,82	8	atacante
Média	23,42	76,90	1,80	6,00	
DP	3,23	8,09	0,06	2,86	

As características antropométricas dos membros inferiores dos sujeitos estão apresentadas na tabela 2. Através do teste t de Student de observações pareadas foi possível verificar que não houve diferença significativa entre as circunferências de coxas dominante e não dominante (GL = 11, $p < 0,05$), assim como, também não houve diferença significativa entre as circunferências de panturrilhas dominante e não dominante (GL = 11, $p < 0,05$).

Tabela 2: Média e desvio padrão (DP) das medidas antropométricas dos membros inferiores: perimetria de coxa dominante e não dominante e panturrilha dominante e não dominante

	Coxa dominante (cm)	Coxa não dominante (cm)	Panturrilha dominante (cm)	Panturrilha não dominante (cm)
Média	58,41	58,12	37,11	37,11
DP	4,69	4,68	1,82	1,95

3.2 EQUIPAMENTOS

Para o registro das medidas antropométricas, foi utilizada uma balança mecânica da marca Filizola, capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 kg; um estadiômetro da marca Filizola com faixa máxima de dois metros e precisão de 1,0 mm; e uma fita antropométrica da marca Sanny.

3.2.1 Ensaio de resistência muscular unilateral

Para o registro da capacidade de resistência muscular dos membros inferiores, foi utilizado um aparelho *Leg Press* Horizontal, da marca Portico e capacidade de 1.200 N (120 kgf) (figura 1); uma câmera digital da marca Casio, modelo Exilim EX – ZR20 e um tripé; um limitador de amplitude, construído com duas hastes e uma fita elástica.

Figura 1 – Imagem do aparelho *Leg Press* Horizontal para ensaios de resistência muscular unilateral



Fonte: Arquivo de imagens do Google

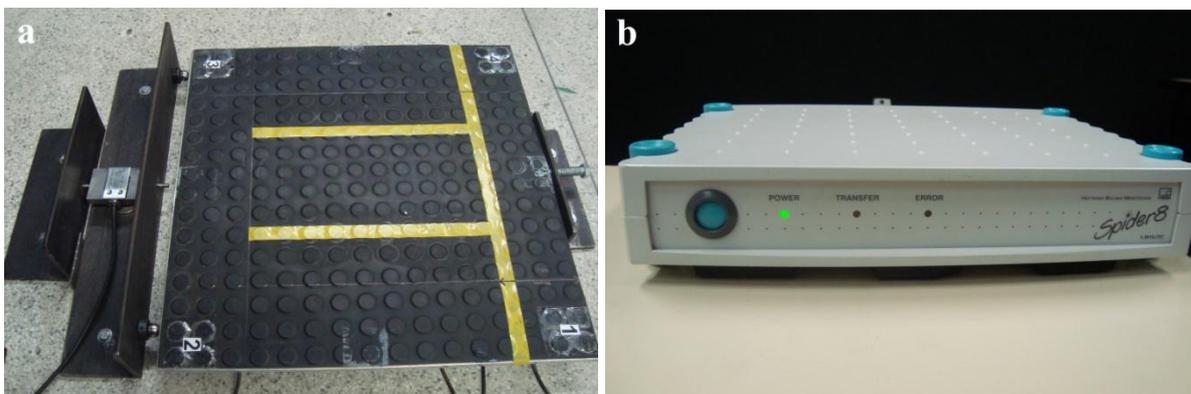
3.2.2 Ensaio do salto horizontal unipodal

Na coleta de dados referente ao SHU, medidas das forças de reação vertical foram obtidas utilizando-se uma plataforma de força (figura 2a) desenvolvida no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Mecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, a qual constava das seguintes especificações:

- a) Capacidade de carga total de 3600N;
- b) Quatro células de carga, sendo que, cada uma com capacidade de 900 N, sensibilidade de 2mV/V e corpo em aço SAE 4340;
- c) Cada célula de carga composta de quatro extensômetros, sendo um em cada célula de carga, modelo J2A-06-SO38-350; fator de ganho 2, fabricante MM;
- d) Material de fabricação da plataforma composto por uma chapa de alumínio 5052, tamanho 500 x 500 mm, espessura 10 mm e altura 40 mm;
- e) Quatro pés articulados por esferas em sua base.

A plataforma foi apoiada verticalmente no chão do laboratório e, na posição horizontal foi apoiada pelo suporte posterior, na forma de cantoneira “L”, fixo pelos parafusos no chão. Para captação e codificação dos sinais dos extensômetros, foi utilizado um condicionador de sinais SPIDER 8 da marca HBM (figura 2b), e a leitura dos sinais foi feita pelo computador através do programa CATMAN.

Figura 2 – Imagem da plataforma de força (a) e condicionador de sinais SPIDER 8 (b) para a captação da força exercida pelos atletas e transdução do sinal para o computador



Fonte: Laboratório de Biomecânica da UNESP - Guaratinguetá.

À frente da plataforma, foram colocados dois tatames de forma longitudinal, formando um “corredor”, onde os sujeitos saltaram. Cada tatame tinha as seguintes medidas: 100 cm de largura, 190 cm de comprimento e 4 cm de altura, e era composto de material EVA (figura 3). Os tatames tinham como objetivo, amortecer a queda no instante da aterrissagem do salto.

Nas duas bordas laterais dos tatames, foram coladas duas fitas métricas, de modo a facilitar a medida das distâncias alcançadas.

Para o SHU, também foram utilizadas duas câmeras digitais da marca Casio, modelo Exilim EX – ZR20 (câmeras 1 e 2); uma câmera Sony Cyber-shot, modelo DSC-W120 (câmera 3) e três tripés.

Figura 3 – Imagem dos tatames posicionados frontalmente à plataforma de força para ensaio de SHU



Fonte: Produção da própria autora

3.3 PROCEDIMENTOS

Antes da coleta de dados, a calibração da plataforma de força foi realizada objetivando a determinação da relação entre as forças aplicadas na plataforma de força e as tensões elétricas oriundas de deformações dos extensômetros, buscando analisar sua linearidade.

3.3.1 Procedimento de calibração da plataforma de força para medidas de forças na direção vertical

Para calibração da plataforma de força na direção vertical, a aplicação de cargas foi feita na mesma direção. Foram utilizadas anilhas com massa conhecida, representando assim a carga a ser medida na forma de carregamento (fase ascendente) e descarregamento (fase descendente) verificando assim, sua linearidade, totalizando 21 cargas, 0 - 1.406,3 N (143,35 kgf). As anilhas foram posicionadas no centro da plataforma, com o intuito de não causar desequilíbrios ou deslocamentos de carga (figura 4).

Figura 4 – Imagem do procedimento de calibração da plataforma de força. Fase de carregamento (6º ponto)

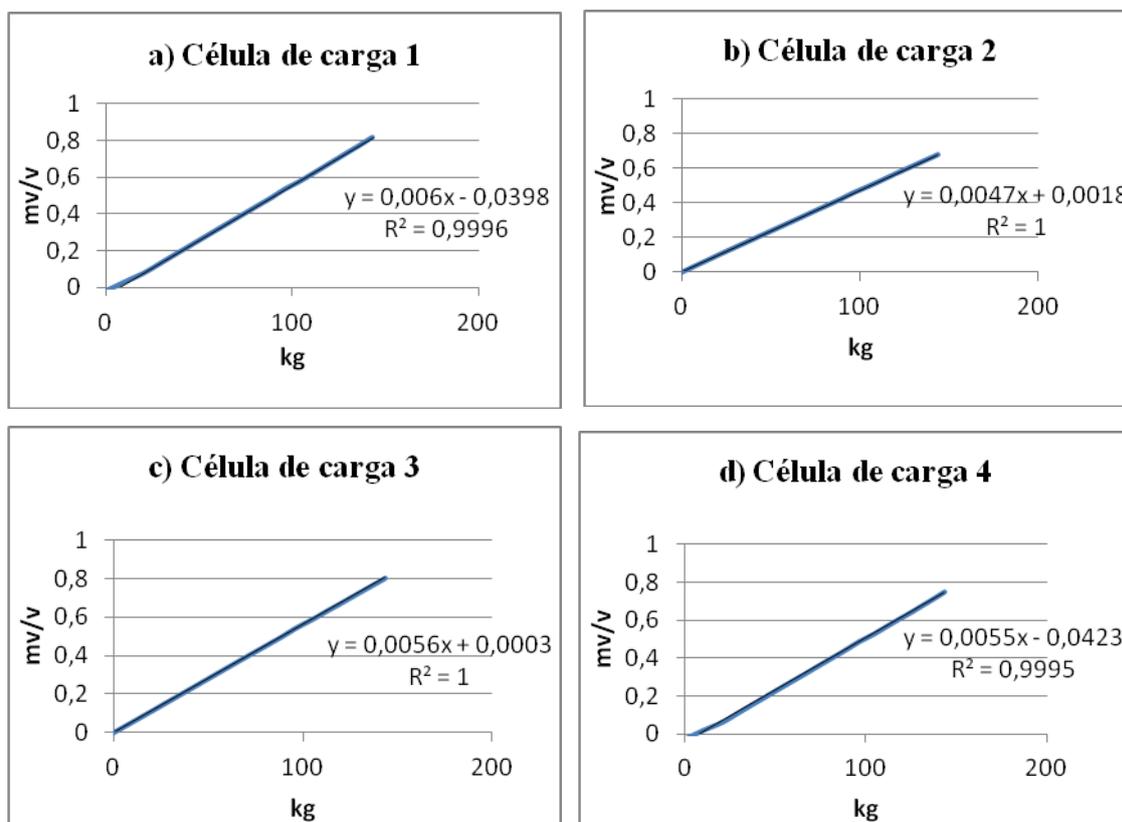


Fonte: Laboratório de Biomecânica da UNESP - Guaratinguetá.

De acordo com os sinais obtidos, onde cada carga aplicada representava um ponto, foi possível construir as curvas através do programa Microsoft Excel (versão 2003), as quais estão representadas em forma de gráfico e apresentadas na figura 5 com suas respectivas

equações de tendência. O tratamento estatístico realizado foi o teste de correlação linear de Pearson. Verificou-se excelente correlação nas quatro células de carga ($R^2= 0,999$; 1; 1; 0,999) localizadas nos quatro cantos da plataforma.

Figura 5 – Gráficos das curvas de calibração ascendente da plataforma de força e suas respectivas equações



Fonte: Produção da própria autora

3.3.2 Procedimentos de coleta de dados

Dois ensaios foram realizados, sendo que, o primeiro teve como objetivo coletar dados referentes à capacidade de resistência muscular de membros inferiores unilateralmente, e o segundo, coletar dados referentes ao desempenho de membros inferiores no SHU.

3.3.2.1 Flexão e extensão unilateral do membro inferior no aparelho *Leg Press* Horizontal

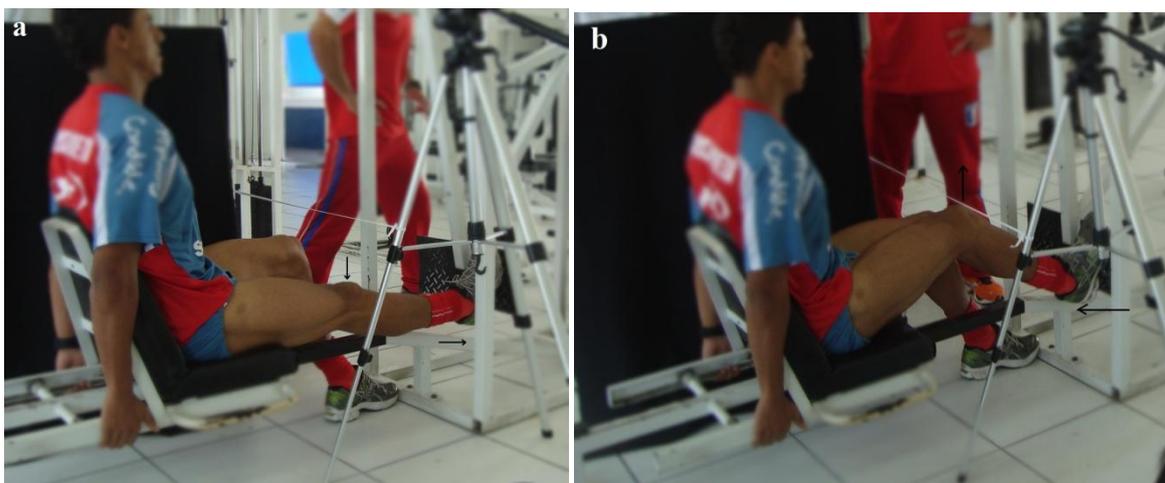
A capacidade de resistência muscular dos membros inferiores foi mensurada unilateralmente no aparelho *Leg Press* Horizontal. O aparelho *Leg Press* Horizontal foi escolhido por oferecer segurança ao avaliado, considerando que o teste a ser executado promove a condição de fadiga. Deve-se ressaltar que os atletas não realizaram nenhum tipo de treinamento de alta intensidade no dia anterior ao teste. Além disso, o aparelho apresentava-se em perfeitas condições para realizar exercícios de forma unilateral, eliminando assim, a possibilidade de atritos no aparelho que pudessem interferir nos resultados.

Antes de executar o ensaio, os sujeitos realizaram um breve aquecimento, com cinco minutos em bicicleta estacionária seguido de um breve alongamento leve e geral.

Instruções sobre a técnica de execução do exercício foram dadas ao avaliado mesmo sabendo que este já possuía experiência (Questionário – Apêndice A) no exercício a ser realizado, excluindo assim, a possibilidade de aprendizado durante a execução do teste.

Os sujeitos foram instruídos a adotarem como posição inicial, a postura sentada, apoio unipodal com joelho flexionado a aproximadamente 90°, pé apoiado à placa que se movimenta horizontalmente conforme a extensão do joelho e mãos segurando o apoio lateral. A figura 6a representa a fase concêntrica do movimento em que se realiza a extensão de joelho e quadril. A figura 6b consiste na fase excêntrica do movimento em que se realiza a flexão de joelho e de quadril e dorsiflexão do tornozelo, voltando à posição inicial. Este ciclo foi repetido até a exaustão, ou seja, o instante em que se observou a falha na ação muscular concêntrica. Apenas uma série de repetições máximas foi realizada com cada perna. A sobrecarga utilizada foi de 80% em relação à massa corporal do sujeito. Este protocolo foi similar ao proposto por Marchetti et al. (2012), com exceção a carga que foi adaptada, pois o presente estudo envolveu atletas com alto nível de condicionamento físico.

Figura 6 – Imagens da sequência de movimentos realizados no aparelho *Leg Press Horizontal*: (a) fase concêntrica; (b) fase excêntrica



Fonte: Produção da própria autora

Para que todas as repetições do exercício fossem executadas dentro de um padrão, foi definida previamente a amplitude do movimento. Uma fita elástica foi esticada acima do joelho do avaliado com suas extremidades presas a duas hastes como mostra a figura 7, determinando a angulação ideal para cada sujeito. Esse ângulo foi definido pela posição inicial do indivíduo, que representa a máxima flexão de joelho. Assim, durante todas as repetições realizadas com o membro inferior testado, o joelho do avaliado deveria tocar a fita, garantindo a uniformidade do movimento. Além disso, os sujeitos foram orientados a realizar a máxima extensão de joelho a cada repetição.

Foi definida uma ordem para a realização do ensaio. A amostra foi dividida em três grupos de quatro sujeitos (grupos 1, 2 e 3). Os quatro sujeitos pertencentes a cada grupo executaram o ensaio com o membro inferior esquerdo, e, somente depois, os mesmos executaram com o membro inferior direito. O intervalo de descanso entre a execução de um membro e outro para cada sujeito foi de aproximadamente 20 minutos.

Figura 7 – Imagem do sistema de padronização da amplitude do movimento (limitador de amplitude)



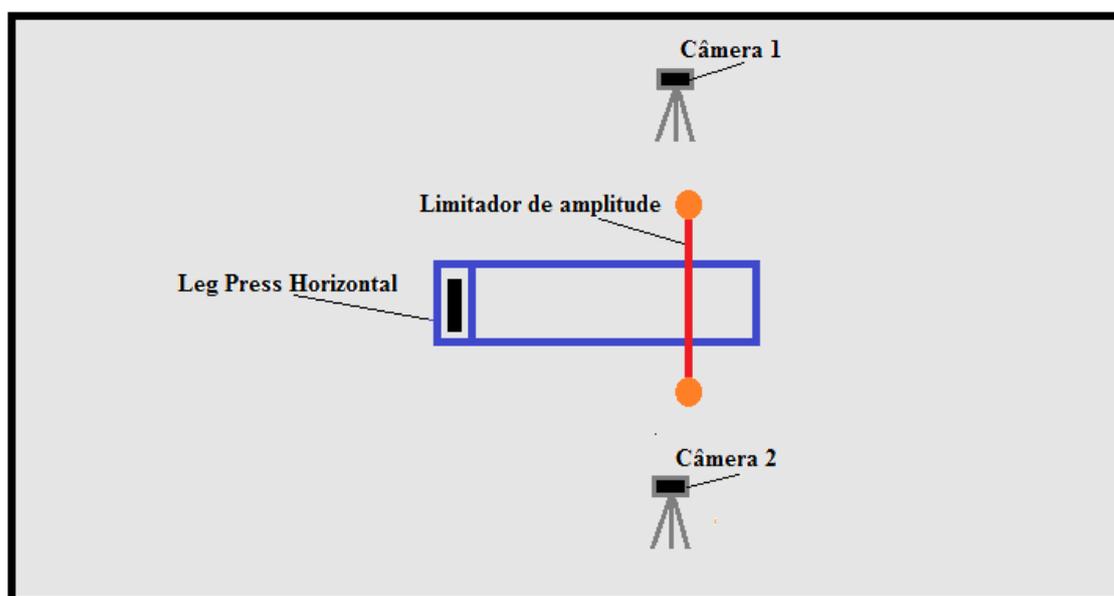
Fonte: Produção da própria autora

Durante a execução do ensaio, o avaliador estava atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento da medida para evitar possíveis variações. Cada avaliado recebia, caso necessário, instruções verbais para auxiliar na manutenção da velocidade de execução e para que o procedimento fosse respeitado. Na fase final do ensaio, estímulos verbais foram fundamentais para que atingisse o seu limite máximo de resistência muscular.

3.3.2.1.1 Cinemetria para ensaio de resistência muscular unilateral

Para cinemetria, foram realizadas filmagens no plano sagital a partir de uma câmera posicionada a 1,5 metro de distância do sujeito, com o objetivo de determinar a contagem de cada ciclo completo realizado. O tempo de execução de cada ciclo também foi analisado através das filmagens, tendo em vista avaliar a manutenção da velocidade de execução durante todo o teste. As filmagens foram realizadas inicialmente para a perna esquerda e depois para a direita. A figura 8 demonstra um esquema representativo com vista superior do sistema de coleta de dados.

Figura 8 – Esquema representativo com vista superior do posicionamento dos equipamentos para ensaio de resistência muscular unilateral



Fonte: Produção da própria autora

3.3.2.2 Salto horizontal unipodal

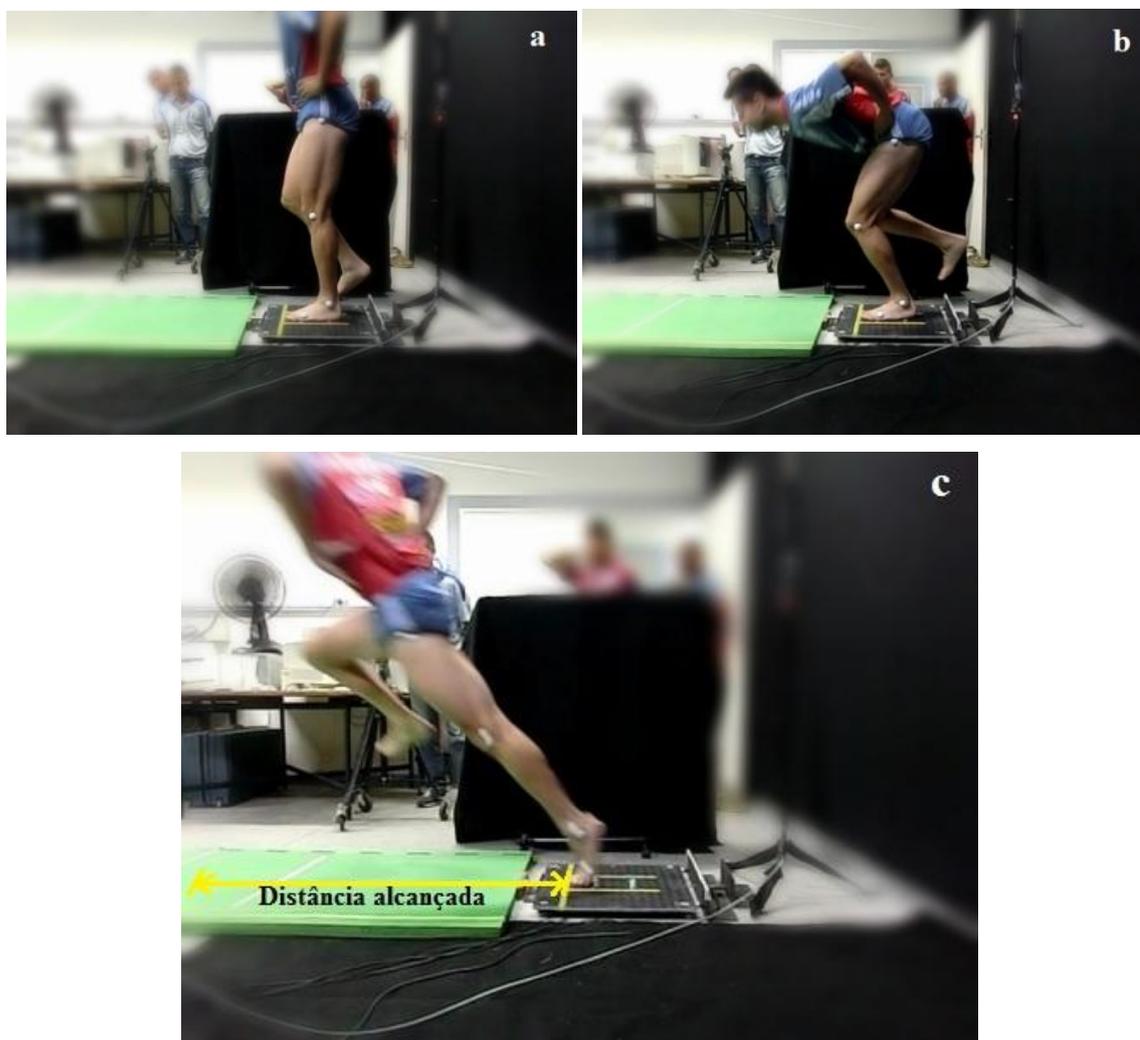
O salto horizontal unipodal foi utilizado para avaliar a capacidade de desenvolver a força rápida dos membros inferiores. Nenhum treinamento de alta intensidade foi realizado pelos atletas participantes do presente estudo, no dia anterior ao ensaio de SHU.

Antes de iniciar a coleta, os atletas realizaram algumas repetições de agachamento sem carga, como forma de aquecimento das articulações. Em seguida, os atletas realizaram alguns saltos no mesmo local de ensaio, tendo em vista, a familiarização com o espaço, ambiente de coleta e com o salto unipodal propriamente dito.

Como postura inicial para o salto (figura 9a), os atletas foram instruídos a ficar em pé com apoio unipodal posicionado atrás de uma linha demarcada na plataforma. O outro membro foi mantido com o joelho flexionado, quadril estendido e pé sem contato com o solo. As mãos foram posicionadas na cintura durante a execução do SHU, tendo como objetivo, isolar a ação muscular do membro inferior avaliado, de modo que o movimento dos braços não interferisse auxiliando no impulso. Em seguida, flexionando o joelho até uma amplitude auto selecionada (figura 9b), empregando imediatamente na sequência, um esforço máximo através de uma ação muscular concêntrica (extensão de joelho e quadril com flexão plantar),

saltando frontalmente e horizontalmente (figura 9c), de modo a atingir a maior distância possível partindo da plataforma de força e aterrissando com o mesmo membro na superfície de tatames de EVA.

Figura 9 – Imagens da sequência de movimentos no SHU: (a) postura inicial; (b) preparação para o salto; (c) salto horizontal



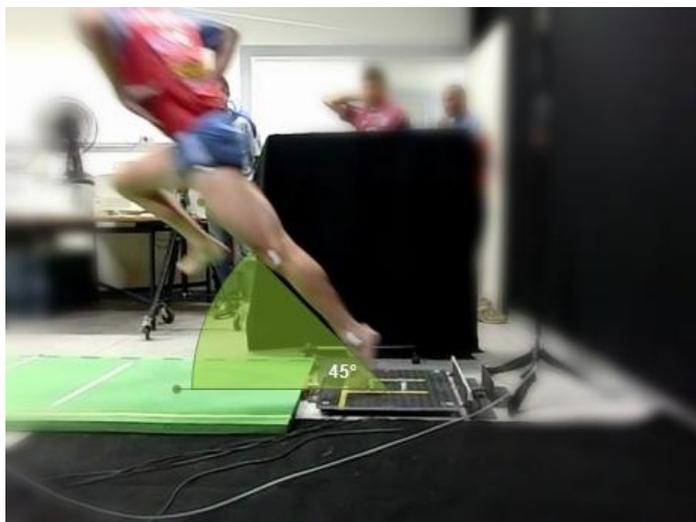
Fonte: Produção da própria autora

Cada sujeito executou três saltos com cada membro inferior (WILK et al., 1994). Foi realizado um intervalo de aproximadamente três minutos entre as tentativas. Os sujeitos foram instruídos a realizar o salto na máxima distância. O registro da distância alcançada foi realizado imediatamente após a aterrissagem, utilizando uma régua posicionada perpendicularmente às fitas métricas.

3.3.2.2.1 Cinemetria para ensaio de SHU

Através das filmagens obtidas no plano sagital pelas câmeras 1 e 2, foram analisadas as seguintes variáveis: ângulos de tornozelo, joelho e quadril, tempo de execução da fase de preparação para o salto e ângulo de saída identificado no início da projeção (figura 10). Através das imagens obtidas pela câmera 3, medidas da distância alcançada na aterrissagem foram conferidas com os dados registrados no instante real do ensaio. O programa Kinovea foi utilizado para as análises de cinemetria.

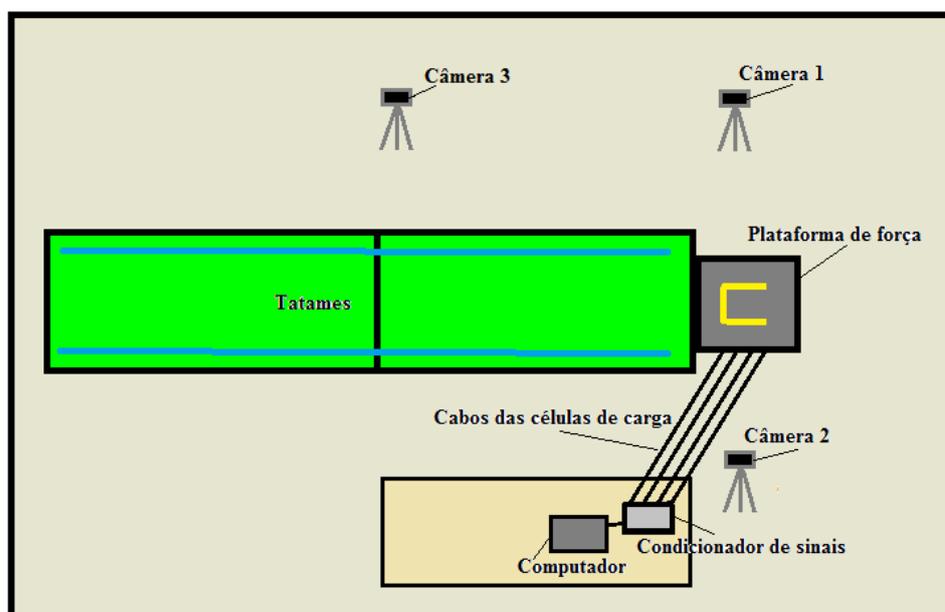
Figura 10 – Imagem com representação do ângulo de projeção do atleta com relação ao solo, no SHU



Fonte: Produção da própria autora

Um esquema representativo com vista superior referente ao sistema de coleta de dados no ensaio de SHU é apresentado na figura 11.

Figura 11 – Esquema representativo com vista superior do posicionamento dos equipamentos para o ensaio de SHU



Fonte: Produção da própria autora

4 RESULTADOS

4.1 ENSAIO DE RESISTÊNCIA MUSCULAR UNILATERAL

A tabela 3 apresenta o número de repetições realizadas com o MI dominante e não dominante no teste de resistência muscular unilateral no aparelho *Leg Press* Horizontal. Através do teste t de Student de observações pareadas, observou-se que não houve diferença significativa (GL= 11, $p < 0,01$) entre as médias e desvios padrão para o número de repetições realizadas com ambos os membros. O tempo obtido na realização do ensaio de resistência muscular unilateral para ambos os membros (Tabela 3), também não apresentou diferença significativa entre as médias e desvios padrão (GL= 11, $p < 0,01$).

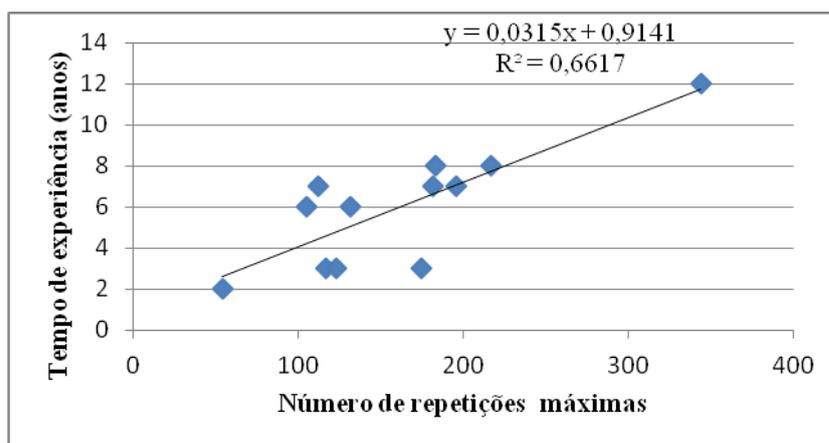
Tabela 3 – Número de repetições realizadas e tempo de execução do teste no ensaio de resistência muscular unilateral realizado no aparelho *Leg Press* Horizontal, referente ao MI dominante (d) e MI não dominante (nd)

Sujeitos	Nº repetições		Tempo (s)	
	d	nd	d	nd
1	117	82	101,17	80,36
2	112	193	101,28	143,96
3	54	62	50,15	58,76
4	123	73	110,04	71,36
5	132	200	112	163,28
6	175	165	136,13	128,19
7	182	200	146,74	154,95
8	344	317	269	279,44
9	196	94	151,15	71,77
10	105	126	111,24	110,44
11	183	242	161,68	179,2
12	217	194	168,24	149,89
Média	161,67	162,33	134,90	132,63
DP	73,96	77,19	53,40	61,60

Através do teste de correlação linear de Pearson, foi verificado que há uma correlação média, em relação aos anos de experiência de cada sujeito com a capacidade de resistência muscular obtida através do teste de flexão e extensão de membros inferiores no aparelho *Leg*

Press Horizontal. O gráfico da figura 12 apresenta uma correlação média $R^2 = 0,661$ para a capacidade de resistência muscular do membro inferior dominante em relação ao tempo de experiência.

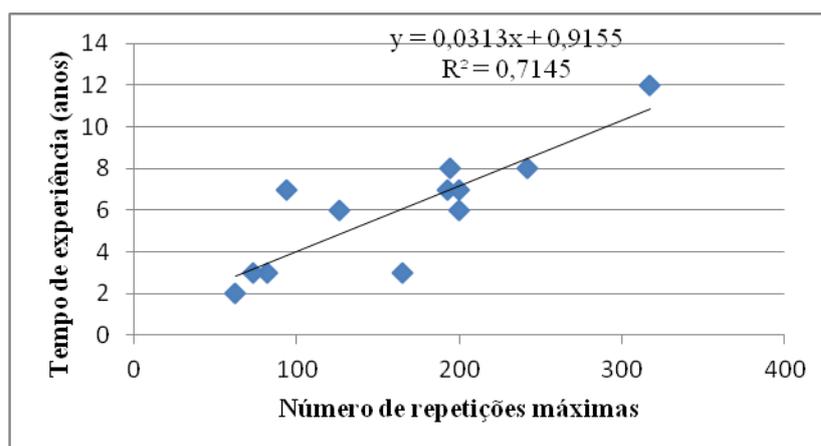
Figura 12 – Gráfico da correlação linear entre a capacidade de resistência muscular do membro inferior dominante, medida por número de repetições realizadas e tempo de experiência do atleta



Fonte: Produção da própria autora

O gráfico da figura 13 apresenta uma correlação média $R^2 = 0,714$ para a capacidade de resistência muscular do membro inferior não dominante em relação ao tempo de experiência.

Figura 13 – Gráfico da correlação linear entre a capacidade de resistência muscular do membro inferior não dominante, medida por número de repetições realizadas e tempo de experiência



Fonte: Produção da própria autora

4.1.1 Índice de assimetria entre membros inferiores em relação à resistência muscular

O índice de assimetria (IA) entre o MI dominante e não dominante para a variável resistência muscular, medida através do número de repetições, foi calculado com a equação 1 (MARCHETTI, 2012):

$$IA = 100 * \left| \frac{(Vd - Vn)}{\frac{(Vd + Vn)}{2}} \right| \quad (1)$$

Presentes na qual equação, “vd” indica o valor do MI dominante e “vn” indica o valor do MI não dominante. Os valores de IA calculados para a variável resistência muscular estão apresentados na tabela 4. O IA determina o percentual de diferença de performance entre os membros inferiores de cada sujeito, desconsiderando a dominância do membro. Valores acima de 15% no cálculo do IA, indicam a presença de assimetria.

Tabela 4 – Índices de assimetria entre os membros inferiores referente à variável resistência muscular

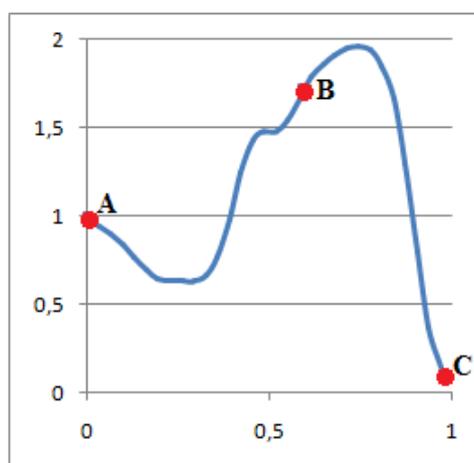
Sujeitos	IA – Resistência muscular (%)
1	35,18
2	53,11
3	13,79
4	51,02
5	40,96
6	5,88
7	9,42
8	8,17
9	70,34
10	18,18
11	27,76
12	11,19
Média	28,75
DP	21,27

Cinco sujeitos apresentaram simetria e sete sujeitos apresentaram assimetria em relação à capacidade de resistência muscular. O valor de DP indica uma significativa variação entre os sujeitos quanto aos valores de IA.

4.2 ENSAIO DE SALTO HORIZONTAL UNIPODAL (SHU)

Através do ensaio de SHU, foram obtidos os gráficos referentes à Força Vertical normalizada (FVn) e tempo normalizado (tn) do MI dominante e não dominante de todos os sujeitos, apresentados na figura 15. A força normalizada foi obtida com relação às forças de reações registradas na plataforma de força dividida pela massa corporal de cada sujeito e, o tempo normalizado foi obtido com o início da realização do movimento do SHU até ao final de contato com a plataforma. Na figura 14, o gráfico apresentado indica as fases de movimento no SHU. O ponto A indica o início do contramovimento (fase excêntrica), o ponto B indica o início do impulso (fase concêntrica) e o ponto C, indica o instante final de contato do pé com a plataforma de força.

Figura 14 – Gráfico indicativo das fases de movimento no SHU. A – Fase excêntrica; B – Fase concêntrica; C – Instante final de contato

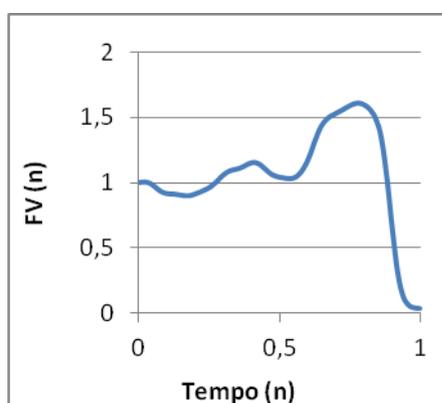


Fonte: Produção da própria autora

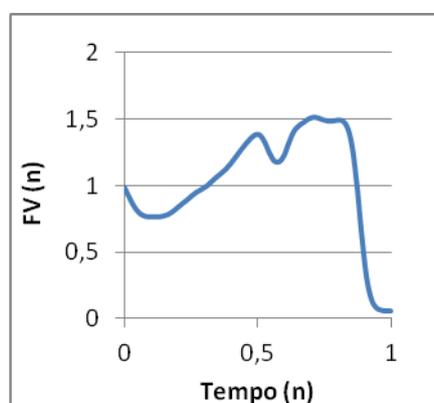
Cada sujeito realizou três saltos com cada MI. Foi selecionado para análise o salto que apresentou o melhor desempenho relacionado à distância alcançada. Através dos gráficos, observou-se que o padrão do movimento de cada sujeito comparando o membro dominante e não dominante apresentou semelhanças na maioria da amostra. Essa semelhança se deve ao fato de que existe uma simetria no padrão de movimento quando executado com ambos os membros. Já entre os sujeitos foi observada variação nesse padrão. A diferença entre os sujeitos pode ser explicada pelo fato de que cada atleta realizou o movimento com seu próprio padrão buscando o melhor desempenho.

Figura 15 – Gráficos da Força Vertical normalizada (FVn) e tempo normalizado (tn) dos membros inferiores dominante e não dominante de todos os sujeitos.

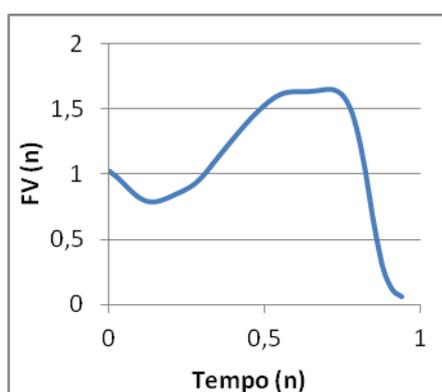
Sujeito 1 – MI dominante



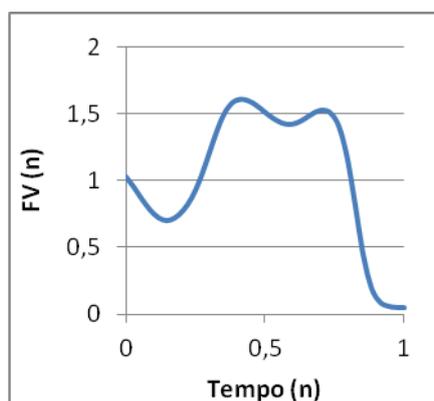
Sujeito 1 – MI não dominante



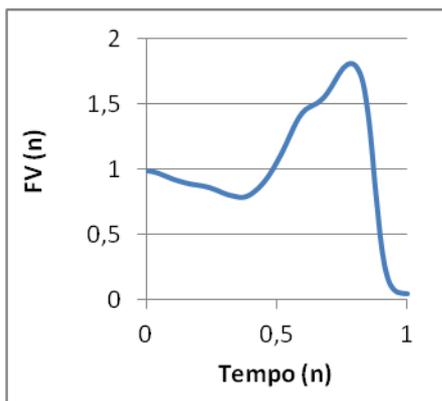
Sujeito 2 – MI dominante



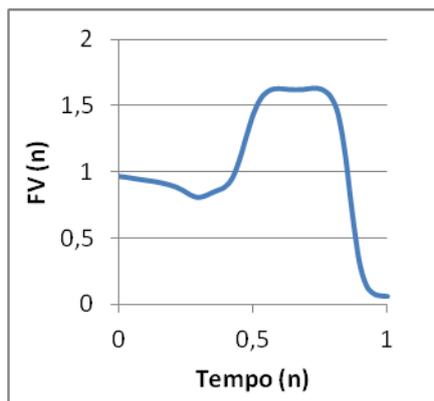
Sujeito 2 – MI não dominante



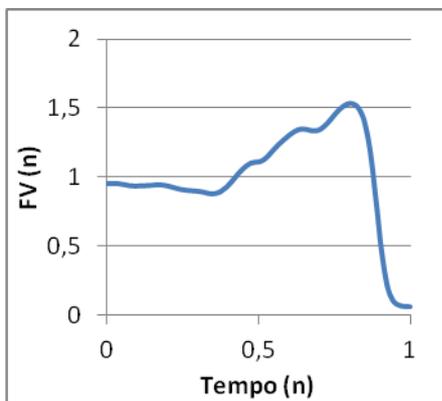
Sujeito 3 – MI dominante



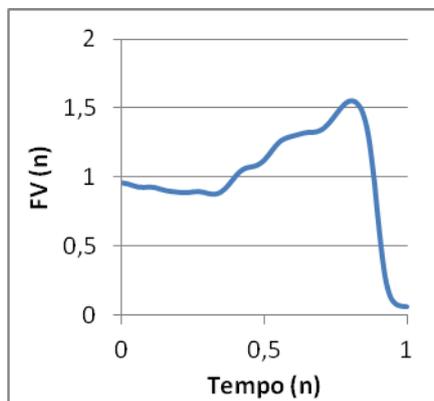
Sujeito 3 – MI não dominante



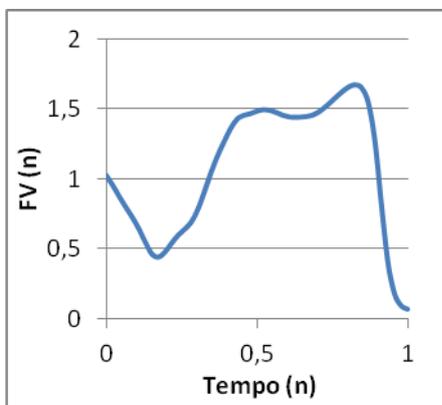
Sujeito 4 – MI dominante



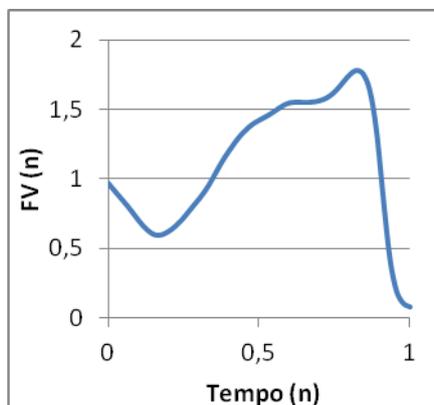
Sujeito 4 – MI não dominante



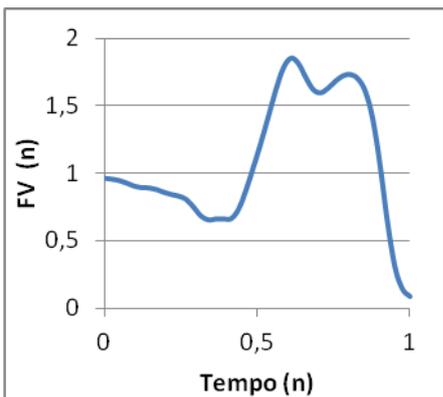
Sujeito 5 – MI dominante



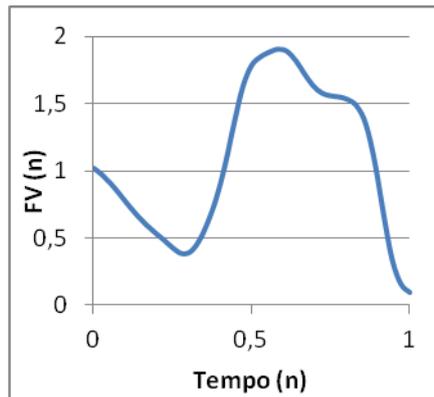
Sujeito 5 – MI não dominante



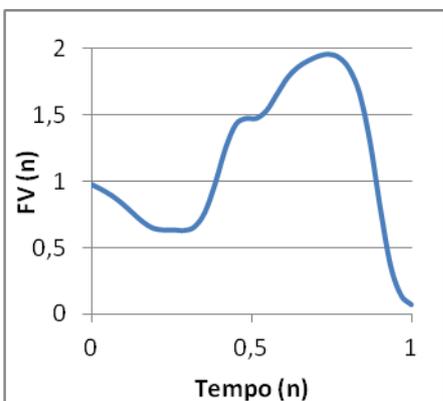
Sujeito 6 – MI dominante



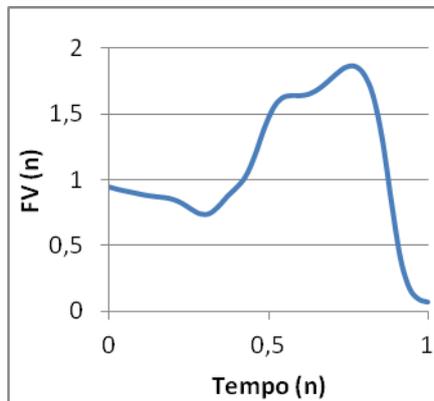
Sujeito 6 – MI não dominante



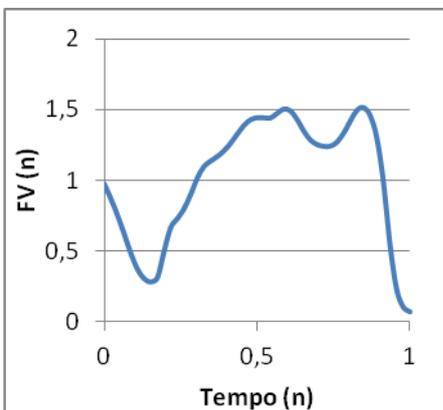
Sujeito 7 – MI dominante



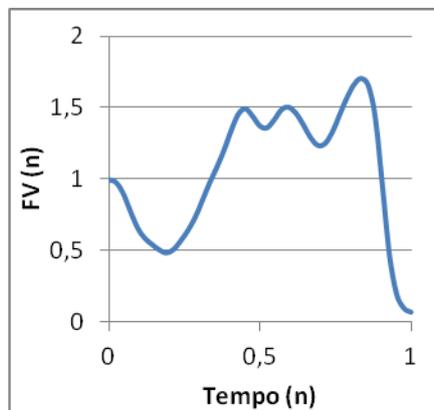
Sujeito 7 – MI não dominante



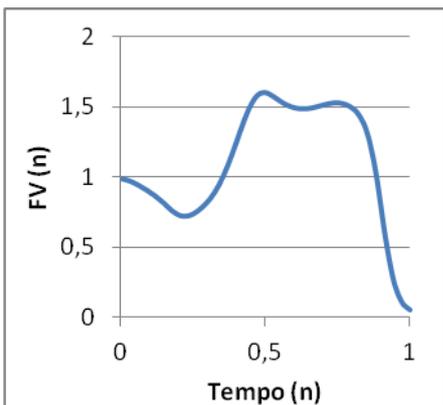
Sujeito 8 – MI dominante



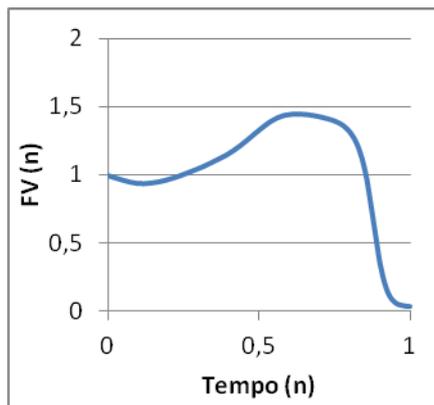
Sujeito 8 – MI não dominante



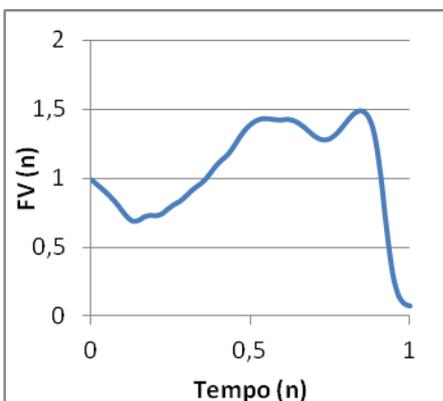
Sujeito 9 – MI dominante



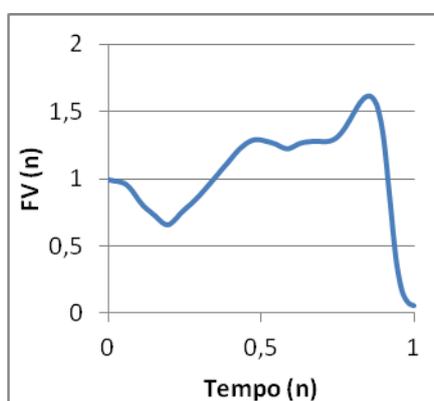
Sujeito 9 – MI não dominante



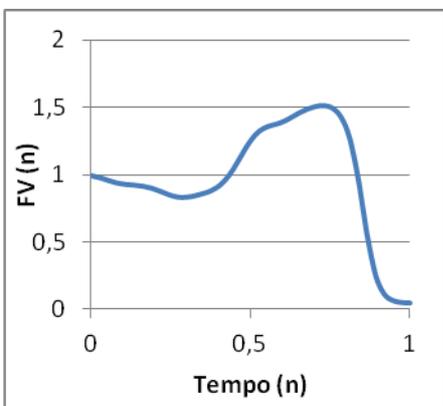
Sujeito 10 – MI dominante



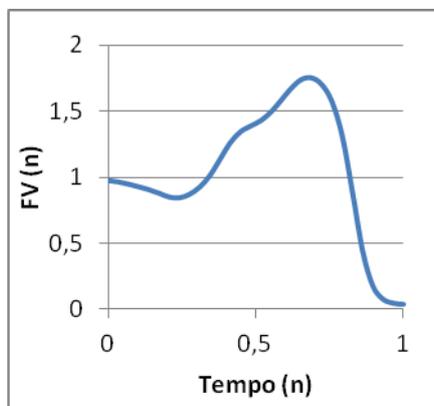
Sujeito 10 – MI não dominante



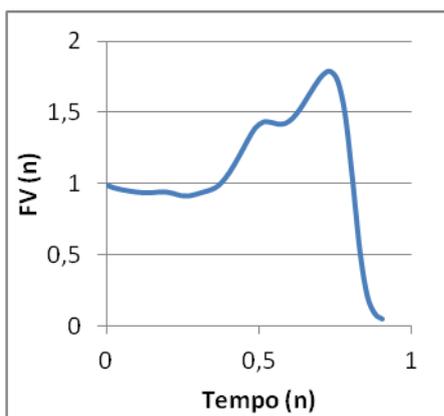
Sujeito 11 – MI dominante



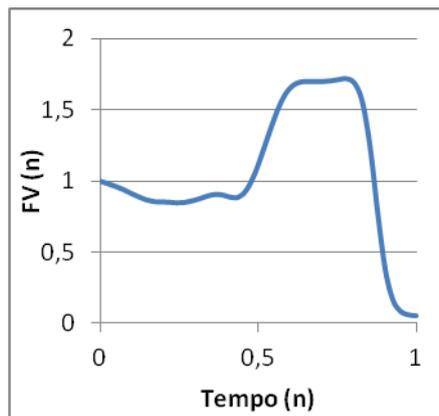
Sujeito 11 – MI não dominante



Sujeito 12 – MI dominante



Sujeito 12 – MI não dominante



Fonte: Produção da própria autora

A tabela 4 apresenta as distâncias obtidas no ensaio de SHU, o ângulo de projeção na saída da plataforma e o tempo de preparação para o salto. Através do teste t de Student (GL= 11, $p < 0,01$), foi verificado que a média e o desvio padrão para estas variáveis do salto entre MI dominante e MI não dominante, não apresentaram diferença significativa. A média do ângulo de projeção no MI dominante foi de $41,33^\circ$ e MI não dominante foi de $42,41^\circ$; e o desvio padrão do MI dominante foi de $3,42^\circ$ e MI não dominante foi de $2,9^\circ$. O tempo foi contado a partir do início do contramovimento (fase excêntrica) até o último instante de contato do pé na plataforma que acontece durante o salto. A média do tempo de preparação para o salto até a saída do MI dominante foi de 1,54 segundos, e do MI não dominante foi de 1,52 segundos. O desvio padrão do MI dominante foi de 0,82 segundos, e do MI não dominante foi de 0,78 segundos, indicando assim, variação significativa entre os sujeitos referente ao tempo obtido na realização do salto.

Tabela 5 – Distância alcançada, ângulo de projeção e tempo de execução na realização do SHU para MI dominante (d) e MI não dominante (nd)

Sujeitos	Distância alcançada(cm)		Ângulo de projeção		Tempo de execução(s)	
	d	nd	d	nd	d	nd
1	227	228	47°	44°	0,97	1,67
2	226	224	41°	41°	1,4	3,34
3	228	223	43°	43°	1,51	1,34
4	213	204	41°	44°	2,24	1,73
5	220	225	43°	41°	0,8	0,77
6	208	206	44°	41°	1,5	1,73
7	231	230	42°	43°	0,6	0,84
8	221	231	39°	44°	0,84	0,77
9	229	215	41°	42°	2,4	1,87
10	223	209	33°	41°	0,93	0,9
11	215	231	45°	47°	3,35	2,4
12	211	207	40°	35°	1,96	0,86
Média	221,00	219,42	41,58°	42,17°	1,54	1,52
DP	7,68	10,53	3,50°	2,89°	0,82	0,78

O salto foi executado com uma limitação em relação ao uso dos braços, causando desequilíbrios, o que pode ter interferido no desempenho. Além disso, o gesto motor desenvolvido por cada sujeito, também pode ter influenciado nos resultados em relação à distância alcançada e aplicação da força de contato. As análises do padrão de movimento foram feitas em relação aos ângulos de tornozelo, joelho e quadril, sendo selecionados para análise, os valores dos ângulos registrados no instante de maior flexão do joelho (final da fase excêntrica no SHU).

A tabela 6 apresenta os valores dos ângulos de quadril, joelho e tornozelo obtidos durante o SHU, para MI dominante e MI não dominante. As médias dos valores de ângulo do quadril, joelho e tornozelo não apresentaram diferença significativa entre os membros. Entretanto, comparando os ângulos de quadril, joelho e tornozelo simultaneamente (MI dominante e MI não dominante) e entre os sujeitos, verifica-se diferenças na postura.

Outros fatores podem ter influenciado nos resultados referente às variáveis distância alcançada e força de reação vertical durante o salto, como por exemplo: a saída do salto sobre

a plataforma de força, realização do salto sem o uso de calçado e realização do salto de forma unipodal.

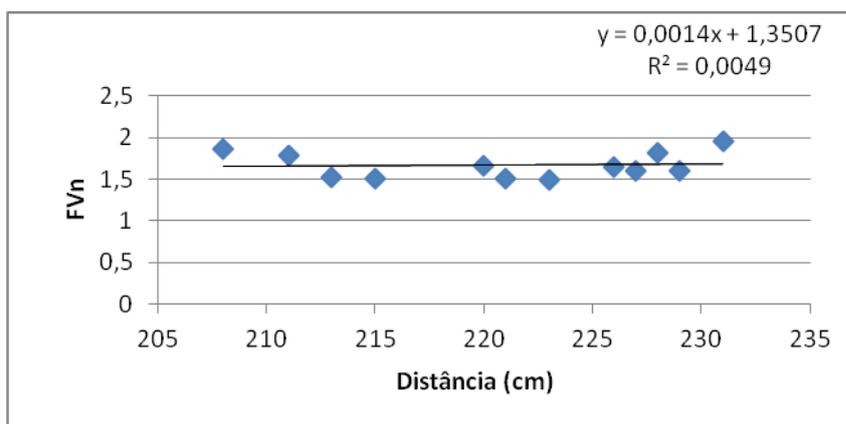
Tabela 6 – Ângulos de quadril, joelho e tornozelo, registrados no instante de maior flexão do joelho (final da fase excêntrica) durante a preparação para o SHU, do MI dominante e não dominante

Sujeitos	MI dominante			MI não dominante		
	Quadril	Joelho	Tornozelo	Quadril	Joelho	Tornozelo
1	79	110	90	82	107	80
2	89	113	80	82	101	87
3	57	113	74	77	103	64
4	76	103	80	79	108	86
5	74	109	80	72	113	86
6	94	107	83	86	114	89
7	89	113	94	98	107	89
8	64	113	78	76	103	93
9	103	108	85	86	109	71
10	66	98	72	75	108	79
11	88	108	84	81	121	90
12	73	126	87	86	113	94
Média	79,33	110,08	82,25	81,67	108,92	84,00
DP	13,58	6,76	6,31	6,89	5,62	9,02

Para as análises de correlação entre as variáveis pico de força vertical, valor rms e impulso com a distância alcançada no salto, foi utilizado o teste de correlação linear de Pearson.

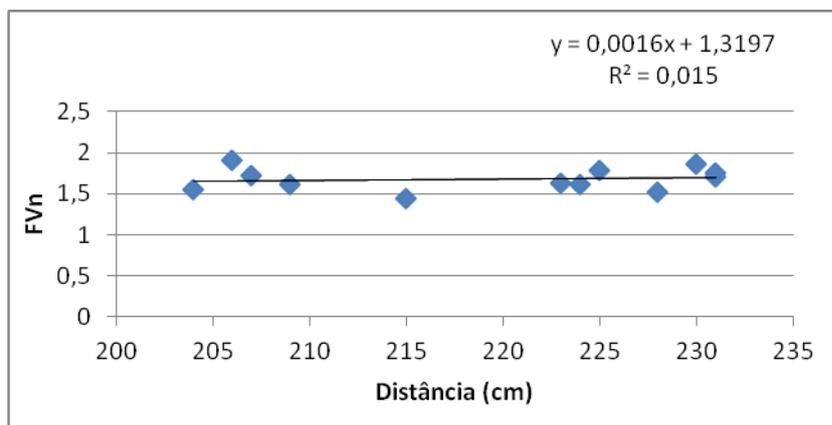
Foi observado que os picos de forças vertical do membro dominante, não apresentaram correlação com a distância alcançada ($R^2= 0,004$) (Figura 16). Também não apresentaram correlação com o membro não dominante ($R^2= 0,015$) (Figura 17).

Figura 16 – Gráfico de correlação linear entre os picos de força vertical normalizada do membro inferior dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos



Fonte: Produção da própria autora

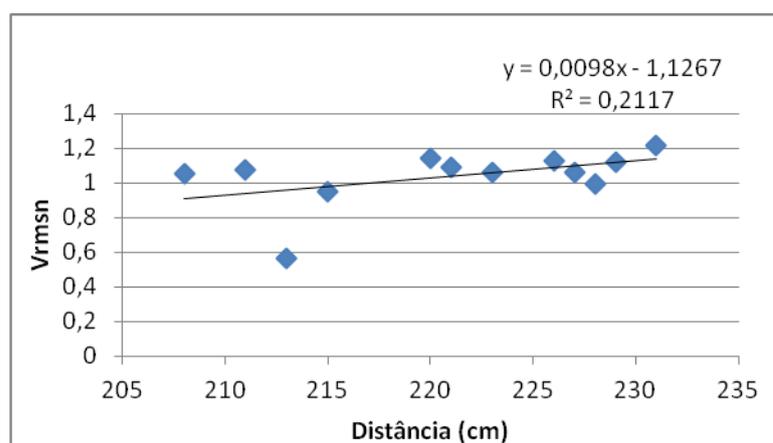
Figura 17 – Gráfico de correlação linear entre os picos de força vertical normalizada do membro inferior não dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos



Fonte: Produção da própria autora

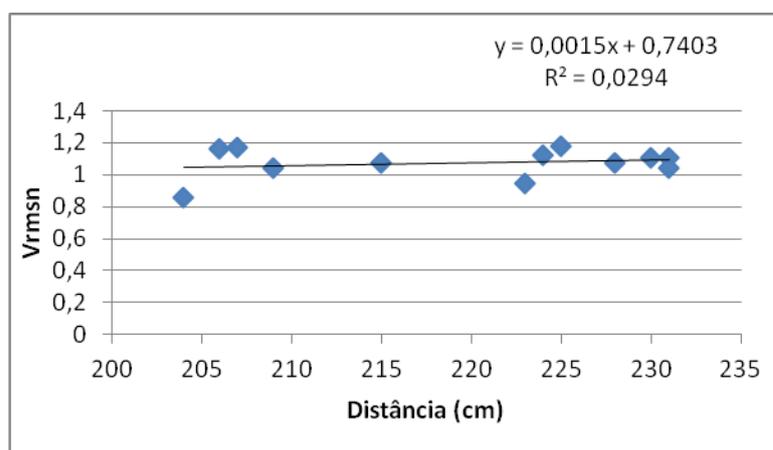
A figura 18 apresenta o gráfico de correlação linear dos valores rms normalizada da força vertical do membro inferior dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos. A figura 19 apresenta o gráfico de correlação linear dos valores rms normalizada da força vertical do membro inferior não dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos. Ambos os gráficos não apresentaram correlação como no caso de FVn. Apesar disso, o valor R^2 dos valores rms normalizada da força vertical do membro inferior dominante ($R^2 = 0,211$) apresentou valores maiores, comparada aos valores em relação ao membro inferior não dominante ($R^2 = 0,029$).

Figura 18 – Gráfico de correlação linear dos valores rms normalizada da força vertical do membro inferior dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos



Fonte: Produção da própria autora

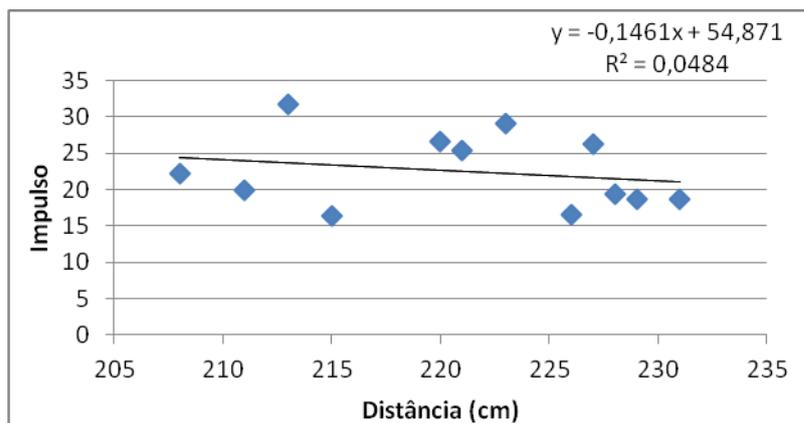
Figura 19 – Gráfico de correlação linear dos valores rms normalizada da força vertical do membro inferior não dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos



Fonte: Produção da própria autora

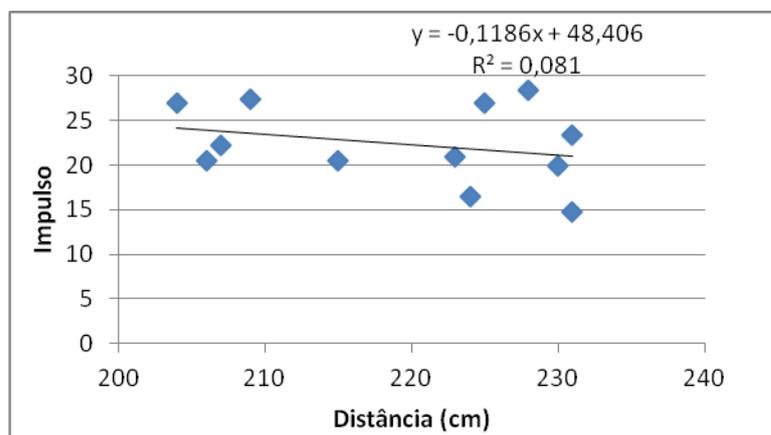
A figura 20 apresenta o gráfico de correlação linear do impulso do membro inferior dominante e a distância alcançada no salto dos sujeitos. Já a figura 21 apresenta o gráfico de correlação linear do impulso do membro inferior não dominante e a distância alcançada no salto dos sujeitos. Em ambos os gráficos também não se observou correlação linear entre as variáveis ($R^2= 0,048$ e $R^2= 0,081$).

Figura 20 – Gráfico de correlação linear dos valores de impulso do membro inferior dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos



Fonte: Produção da própria autora

Figura 21 – Gráfico de correlação linear dos valores de impulso do membro inferior não dominante e as distâncias alcançadas nos saltos dos sujeitos



Fonte: Produção da própria autora

4.2.1 Índices de assimetria referente às variáveis do SHU

Os IA referente ao SHU foram calculados com a equação 1 e estão apresentados na tabela 7. As variáveis analisadas foram: distância alcançada no salto, força de reação vertical, ângulo de projeção na saída do salto e tempo de preparação para o salto.

Tabela 7 – Índices de assimetria referentes às variáveis do SHU: distância alcançada, força de reação vertical, ângulo de projeção e tempo de preparação para o salto

Sujeitos	Distância (%)	FV (%)	Ângulo (%)	Tempo (%)
1	0,44	7,31	6,59	7,55
2	0,89	7,55	0,00	9,23
3	2,22	10,21	0,00	7,59
4	4,32	1,53	7,06	1,90
5	2,25	6,45	4,76	2,20
6	0,97	10,81	7,06	12,99
7	0,43	5,20	2,35	12,12
8	4,42	11,90	12,05	9,09
9	6,31	11,13	2,41	18,67
10	6,48	7,83	21,62	5,71
11	7,17	14,54	4,35	24,24
12	1,91	3,98	13,33	10,26
Média	3,15	8,20	6,80	10,13
DP	2,49	3,68	6,27	6,39

O IA dos atletas em relação à distância alcançada no SHU foi considerado normal, ou seja, os valores calculados para MI dominante e MI não dominante não ultrapassaram 15%, com exceção a um sujeito que apresentou assimetria em relação ao ângulo de saída e dois sujeitos apresentaram assimetria em relação ao tempo de execução do salto. De acordo com Marchetti (2011), o índice de simetria de 85% ou mais são considerados valores ideais. Os valores de DP indicam significativa variação dos valores de IA entre os sujeitos.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a simetria em relação à resistência muscular entre os membros inferiores de atletas de futebol de campo da categoria de alto rendimento. O teste de repetições máximas foi realizado com ambos os membros, unilateralmente no aparelho *Leg Press Horizontal*.

Em relação às circunferências de coxas e dominante e não dominante, não se observou diferença significativa. De acordo com a literatura (NETO JUNIOR; PASTRE; MONTEIRO, 2004; DETANICO; ARINS; SANTOS, 2007) determinados tipos de atividades com posições e movimentos habituais repetidos em um determinado período e a sobrecarga de treinamento, provocam um processo de adaptação orgânica, as quais podem desenvolver alterações na postura e alto potencial para desequilíbrio muscular. Assim, acredita-se estar coerente o tipo de treinamento desenvolvido para a musculatura dos membros inferiores realizado pelos atletas avaliados no presente estudo. Não houve diferença significativa entre as circunferências de panturrilhas dominante e não dominante pela mesma razão.

Verificou-se que existe uma correlação linear média entre o tempo de experiência (anos) em treinamento de alto rendimento e a capacidade de resistência muscular obtida através do teste de flexão e extensão unilateral dos membros inferiores realizado no aparelho *Leg Press Horizontal*. Isto pode ser explicado pelo tempo de treinamento, ou seja, a quantidade de prática dos atletas interfere na maior resistência muscular tanto do membro inferior dominante como do membro não dominante. Os atletas que apresentaram melhor desempenho através da quantidade de repetições realizadas com o MI dominante e MI não dominante foram os atletas com maior tempo de experiência em treinamento de alto rendimento (sujeitos 7, 8, 11, 12; tabelas 1 e 3). De acordo com Weineck (2003), a capacidade de assimilação de um treinamento aumenta rapidamente atingindo seu máximo entre as idades de 20 e 30 anos, sendo que o pico apresenta-se em torno de 26 a 28 anos. No presente estudo, os atletas que apresentaram melhor desempenho se encaixam nessa faixa etária.

No ensaio de resistência muscular unilateral realizado no presente estudo, observou-se que todos os sujeitos realizaram o teste com ambos os membros entre o intervalo de 50 segundos a 3 minutos que caracteriza predominância de atividade anaeróbia láctica (POWERS e HOWLEY, 2000). Apenas um sujeito realizou num tempo superior a 3 minutos em ambos os membros (4 minutos e 29 segundos no MI dominante e 4 minutos e 39 segundos no MI não dominante).

A avaliação da resistência muscular em atletas de futebol é de grande importância, pois, o jogador de futebol necessita de uma boa capacidade de resistência anaeróbia. De acordo com McArdle; Katch e Katch (2008), o metabolismo anaeróbio é predominante com estimativa da contribuição percentual de 70% na modalidade futebol. Segundo Silva et al (1999), o atleta com pequena capacidade para suportar fadiga, terá dificuldades quando solicitado em atividades realizadas com repetidas intervenções, em condições de força e velocidade.

Um outro fator que pode ser associado a maior capacidade de resistência muscular é a posição do jogador em campo. Sabe-se que dependendo da posição do jogador é necessário determinadas características e habilidades. As posições que são mais exigidas em relação à resistência muscular são os laterais e os meio-campistas, que atacam e defendem. No futebol moderno o lateral precisa saber defender, ter habilidade para atacar e voltar rápido para recompor a defesa durante o jogo todo.

Goulart; Dias e Altimari (2007), analisaram a força isocinética de jogadores de futebol comparando as diferentes posições de jogo. Foram analisados 78 atletas, agrupados de acordo com a posição em campo de jogo. Nos músculos flexores do joelho, foi observado um maior índice para suportar fadiga nos laterais comparado aos atacantes. Assim, pode-se supor que o nível de resistência muscular de atletas pode ser influenciado pelo posicionamento tático dos jogadores.

No presente estudo, os dois sujeitos que apresentaram o melhor desempenho relacionado à resistência muscular, jogam na posição de lateral (sujeitos 8 e 11; tabelas 1 e 3) e também são os mais experientes. No entanto, o número de sujeitos é considerado muito pequeno para indicar a correlação entre a capacidade de resistência muscular e o posicionamento dos jogadores.

Em relação à assimetria detectada em alguns jogadores no teste de capacidade de resistência muscular, pode-se supor que esta pode ser ocasionada por fatores relacionados ao método de treinamento desenvolvido ou até mesmo pela atuação durante os jogos. O fato de ter apresentado assimetria da resistência muscular, também pode ser motivado por uma possível falha no mecanismo neurológico (disfunção neuromuscular), o qual tem a função de identificar estímulos e atuar recrutando unidades motoras tanto para esforços moderados, quanto para esforços extenuantes no treinamento muscular anaeróbio. Esta função também pode responder de forma assimétrica. Segundo Marchetti (2009), quando a sobrecarga é baixa, não há o recrutamento de todas as unidades motoras disponíveis e à medida que a fadiga se instaura, novas unidades motoras são recrutadas compensando a falência das

inicialmente solicitadas. A fadiga neuromuscular reduz a capacidade do músculo em produzir força e potência e está relacionada com o acúmulo metabólico, redução dos substratos energéticos, disfunção neuromuscular e redução da ativação voluntária, ou seja, o controle neuromotor tem relação com a fadiga neuromuscular. Dessa forma, adaptações devem ser realizadas durante o treinamento da resistência muscular dos atletas que apresentaram assimetria, considerando que este tipo de treinamento deve ser realizado de forma unilateral.

No ensaio de resistência muscular do presente estudo, o tempo de intervalo da realização do exercício entre um membro e outro, foi de aproximadamente 20 minutos. O estudo de Yaggie e McGregor (2002) analisou a postura de sujeitos submetidos à fadiga, antes e em intervalos após a fadiga de 0, 10, 20 e 30 minutos. Foram observados resultados significativamente diferentes do tempo pós fadiga, sendo que após 20 minutos observou-se o retorno aos valores iniciais, ou seja, no presente estudo, foi respeitado esse período e com isso, o fato dos sujeitos terem realizado o teste nos dois membros no mesmo dia não interferiu no resultado.

O presente estudo avaliou a simetria em relação a capacidade de SHU utilizando uma plataforma de força. Como o salto foi realizado na posição unipodal e mãos apoiadas na cintura, o fator equilíbrio pode ter interferido no processo. Foram observadas pelas filmagens que os atletas tiveram dificuldade de se manter na posição inicial em equilíbrio e este fato pode interferir no desempenho. Para manter o equilíbrio há necessidade da ação dos músculos estabilizadores que não são tão exigidos no salto bipodal. Esse fator acaba interferindo no nível atencional durante o salto. A atenção pode ter sido direcionada para o controle motor e assim a performance em relação a distância, pode ter sido prejudicada. Segundo Magill (2000), o foco atencional quando dado ao movimento e não a meta interfere no resultado (performance do salto). Para que esse fator não interfira é necessário uma maior quantidade de prática, ou seja, maior familiarização da situação específica do teste.

Hall (2005), afirma que em relação à cinemática linear do movimento humano, onde existe o movimento dos projéteis (considerando que o corpo humano passa a constituir um projétil durante a fase aérea de um salto) existem três fatores que influenciam a trajetória do projétil: ângulo de projeção, velocidade de projeção e altura relativa de projeção. No teste de SHU realizado, a altura relativa de projeção foi à mesma para todos os sujeitos, pois partiram da mesma posição. A posição inicial foi sobre a plataforma de força e a aterrissagem sobre o tatame, cuja altura é a mesma (4 cm em relação ao solo).

Em relação ao ângulo de saída, os valores são próximos do valor de 45° que representa o ângulo ideal para a melhor performance, ou seja, não interferiu decisivamente na distância

do salto. Somente um salto com MI dominante e um salto do MI não dominante apresentaram ângulo abaixo de 40°.

O tempo de preparação para o salto até a saída (instante da retirada do contato do pé com a plataforma de força) apresentou variação significativa entre os sujeitos do presente estudo em relação ao MI dominante e MI não dominante, podendo ter interferido no desempenho. Esse tempo está associado à velocidade de projeção e pode ser identificado na fase na qual acontece o ciclo de alongamento-encurtamento. A velocidade de ação do CAE interfere diretamente no desempenho. Segundo Guedes Neto et al. (2005) a transição da fase excêntrica para a fase concêntrica deve ser rápida o suficiente para que a energia potencial não seja dissipada, aumentando assim, a capacidade de geração de força.

As variáveis pico de força vertical, rms e impulso obtidos através de dados da plataforma de força, não apresentaram correlação para ambos os membros com a distância alcançada. Este fato pode ser explicado pela variabilidade entre os sujeitos quanto à postura adquirida no instante de preparação para o salto. As variações no padrão de movimento foram observadas em relação aos ângulos de tornozelo, joelho e quadril durante toda a fase do salto. Além disso, foi observada em alguns atletas uma considerável inclinação do corpo à frente (deslocamento frontal do centro de massa). A postura auto-selecionada para a execução do salto e o controle motor durante a efetivação do mesmo podem ter influenciado tanto na força vertical como na distância alcançada.

O estudo de Silva (2008) analisou assimetrias em membros inferiores utilizando salto vertical em plataforma dupla de força e SHU e obteve baixas correlações em relação às variáveis analisadas (pico de força de reação do solo, o impulso) com a distância alcançada no SHU. A baixa correlação pode ter sido ocasionada pela variação no padrão de movimento de cada indivíduo, assim como no presente estudo.

Acredita-se que o teste de SHU seja capaz de identificar grandes assimetrias relacionadas ao desempenho, porém, mais estudos devem ser realizados buscando eliminar possíveis fatores que possam interferir nos resultados. Outras alternativas para avaliar assimetrias em atletas através de saltos, podem ser realizadas aproximando do gesto motor utilizado no futebol. O teste pode ser feito com a posição inicial com os pés fora da plataforma de força, e em seguida apoiando um pé na plataforma e saltando sem a limitação do movimento de braço. Outra alternativa seria saltar com posição bipodal, porém, com um pé em cada plataforma de força, e também sem a limitação do movimento de braços.

6 CONCLUSÕES

O teste de repetições máximas unilaterais realizadas no aparelho *Leg Press Horizontal*, mostrou-se um teste adequado para avaliar assimetrias em relação à capacidade de resistência muscular dos membros inferiores de atletas. Entretanto, mais estudos devem ser realizados com um número maior de sujeitos, analisando a relação entre tempo de prática e capacidade de resistência muscular; e também, buscando comparar resultados de IA nas diferentes posições táticas de jogadores.

Para o teste de SHU, as variáveis analisadas tais como, distância alcançada e as forças de reações verticais (picos) não apresentaram assimetria nos participantes, diferentemente do teste de resistência muscular. Este fato pode ser interpretado pelo fato que o gesto motor no SHU realizado requer um treinamento específico e mais aprofundado antes de realizar o teste, pois, acredita-se que as limitações impostas no gesto motor encobriram o desempenho máximo de cada atleta, não identificando adequadamente a assimetria. Assim, conclui-se que o SHU é um teste cujo desempenho sofre a influência de diversos fatores e diante da importância em se avaliar assimetrias em atletas, através de gestos com características horizontais, mais estudos devem ser realizados na tentativa de encontrar estratégias mais adequadas para avaliação, analisando a possibilidade de sua utilização como método de triagem, buscando a praticidade e o baixo custo.

REFERÊNCIAS

ACKLAND, T. R.; ELLIOTT B. C.; BLOMFIELD, J. **Anatomia e biomecânica aplicadas no esporte**. 2 ed. Barueri: Manole, 2011.

ALVITO, M. A parte que te cabe neste latifúndio: o futebol brasileiro e a globalização. **Análise Social**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 179, p. 451-474, 2006.

CARPENTER, C. S. **Biomecânica**. 1 ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2005.

CHARRO, M. A.; BACURAU, R. F. P.; NAVARRO, F.; PONTES JUNIOR, F. L. **Manual de avaliação física**. São Paulo: Phorte, 2010.

CRONIN, J. B.; McNAIR, P. J.; MARSHALL, R. N. The role of maximal strength and load on initial power production. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Indianápolis, v.32, n. 10, oct. 2000.

CUNHA, S. A. Análises biomecânicas no futebol. **Motriz**, Rio Claro, v. 9, n. 1, p. 25-30, jan./abr. 2003.

D'ALESSANDRO, R. L.; SILVEIRA, E. A. P.; ANJOS, M. T. S.; SILVA, A. A.; FONSECA, S. T. Análise da associação entre a dinamometria isocinética da articulação do joelho e o salto horizontal unipodal, *hop test*, em atletas de voleibol. **Rev Bras Med Esporte**, Belo Horizonte, v. 11, n. 5, p. 271-275, set/out. 2005.

DETANICO, D.; ARINS, F. B.; SANTOS, S. G. Assimetrias de circunferências musculares e de percentual de gordura entre os lados dominante e não-dominante de judocas. **Revista digital Efdeportes**. Buenos Aires, v. 11, n. 105, fev. 2007.

DURWARD, B. R.; BAER, G. D.; ROWE, P. J. **Movimento funcional humano: mensuração e análise**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2001.

FAIGENBAUM, A.; WESTCOTT, W. **Força e potência para atletas jovens**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2001.

FONSECA, S. T.; OCARINO, J. M.; SILVA, P. L. P.; BRICIO, R. S.; COSTA, C. A.; WANNER, L. L. Caracterização da performance muscular em atletas profissionais de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 143-147, mai/jun. 2007.

GOULART, L. F.; DIAS, R. M. R.; ALTIMARI, L. R. Força isocinética de jogadores de futebol categoria sub-20: comparação entre diferentes posições de jogo. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 165-169, 2007.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. 1 ed. **Manual Prático para avaliação em Educação Física**. São Paulo: Manole, 2006.

GUEDES NETO, C. L.; MOCROSKI, C. L.; ANDRADE, P. J. A.; MAIOR, A. S.; SIMÃO, R. A atuação do ciclo alongamento-encurtamento durante ações musculares pliométricas. **Journal of Exercise and Sport Sciences**, Curitiba, v.1, n. 1, p. 13-24, jan/jul. 2005.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999.

HEYWARD, V. H. **Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

KEARNS, C. F.; ISOKAWA, M.; ABE, T. Architectural characteristics of dominant leg muscles in Junior soccer players. **European Journal of Applied Physiology**, New York, n. 85, p. 240-243, june. 2001.

KUJALA, M. U.; TAIMELA, S.; ANTTI-POIKA, I.; OVARA, S.; TUOMINEN, R.; MYLLYNEM, P. Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: analysis of national registry data. **BMJ**, London, v. 311, n. 2, p. 1465- 1468, 1995.

LUZ, B. S. **Análise da simetria em tarefas motoras em sujeitos submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior**. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia – Neurociência e Comportamento) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MAGALHÃES, J.; OLIVEIRA, J.; ASCENSÃO, A.; SOARES, J. M. C. Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 1, n. 2, p. 13-21, jan/jun. 2001.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem motora: conceitos e aplicações**. 1 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

MANNRICH, G. **Perfil dos marcadores bioquímicos de lesões músculo esquelética, relacionado ao estado psicológico, em atletas profissionais de futebol.** 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MARCHETTI, P. H. **Investigações sobre o controle motor e postural nas assimetrias em membros inferiores.** Doutorado (Educação Física) – Universidade de São Paulo. 2009.

MARCHETTI, P. H.; BUCCHIANICO, E. G.; AMORE, T.; NARDI, P. S. M.; GALI, J. C.; UCHIDA, M. C. Desempenho dos membros inferiores após reconstrução do ligamento cruzado anterior. **Motriz**, Rio Claro, v. 18, n.3, p 441-448, jul/set 2012.

MARCHETTI, P. H.; UCHIDA, M. C. Influência da Fadiga Unilateral de Membro Inferior sobre o Salto Vertical Bilateral. **Rev Bras Med Esporte**, v. 17, n. 6, p. 405 – 408, nov/dez. 2011.

MAUPAS, E.; PAYSANT, J.; MARTINET, N.; ANDRÉ J. M. A Asymmetric leg activity in healthy subjects during walking, detected by electrogoniometry. **Clinical Biomechanics** v.14 p. 403 – 411, 1999.

MCARDLE, W. D. ; KATCH, F. I. ; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.** 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MENZEL, H. Biomecânica aplicada ao treinamento. In: SAMULSKI, D.; MENZEL, H.; PRADO, L. S. **Treinamento esportivo.** 1 ed. Barueri: Manole, 2013. v. 1, cap. 3, p. 51-87.

MEYLAN, C. M. P.; NOSAKA, K.; GREEN, J.; CRONIN, J. B. Temporal and kinetic analysis of unilateral jumping in the vertical, horizontal, and lateral directions. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 28, n. 5, p. 545-554, march. 2010.

MIRANDA, E. **Bases de anatomia e cinesiologia.** 5 ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2004.

MOREIRA, G. M. D. **A influência do gramado molhado sobre o desempenho em um teste progressivo para jogadores de futebol.** 2001. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2001.

MOSS, B. M.; REFSNES, P. E.; ABILDGAARD, A.; NICOLAYSEN, K.; JENSEN, J. Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships **Eur J Appl Physiol.** v. 75: p.193 - 199, 1997.

MURPHY, D. F.; CONNOLLY, D. A. J.; BEYNNON, B. D. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. **Br J Sports Med**, London, v. 37, n. 1, p. 13-29, oct. 2002.

NETO JÚNIOR, J.; PASTRE, C. M.; MONTEIRO, H. L. Alterações posturais em atletas brasileiros do sexo masculino que participaram de provas de potência muscular em competições internacionais. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 195-198, mai/jun. 2004.

NOYES, F. R.; BARBER, S. D.; MOOAR, L. A. A rationale for assessing sports activity levels and limitations in knee disorders. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 246, p. 238-249, sept. 1989.

PETERSON, L.; JUNGE, A.; CHOMIAK, J.; GRAF-BAUMANN, T.; DVORAK, J. Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. **American Journal of Sports Medicine**, Chicago, v. 28, n. 5, p. S51-S57, sept. 2000.

PLOWMAN, S. A.; SMITH, D, L. **Fisiologia do exercício: para saúde, aptidão e desempenho**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2000.

PRADO, L. S. Aspectos fisiológicos associados ao exercício físico crônico e ao treinamento esportivo em crianças e jovens. In: SAMULSKI, D.; MENZEL, H.; PRADO, L. S. **Treinamento esportivo**. 1 ed. Barueri: Manole, 2013. v. 1, cap. 2, p. 29-48.

QUEIROGA, M. R. **Testes e medidas para avaliação da aptidão física relacionada à saúde em adultos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

SILVA, C. B. M. **Diagnóstico de assimetrias laterais dos membros inferiores em jogadores de futebol por meio de variáveis biomecânicas e de testes motores**. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte – Biomecânica do Esporte) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SILVA, P.; OLIVEIRA, G. Análise biomecânica e neuromuscular da musculatura extensora do membro inferior no salto de impulsão vertical. **Revista Digital** – Buenos Aires, ano 9 n° 67. Dez 2003.

SILVA, P. R. S. Efeito do treinamento muscular realizado com pesos, variando a carga contínua e intermitente em jogadores de futebol. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 18-23, dez. 2001.

SILVA, P. R. S.; ROXO, C. D. M. N.; VISCONTI, A. M.; TEIXEIRA, A. A. A.; ROSA, A. F.; FIRMINO, M. T.; SIMÕES, R.; MONTESCO, A.; GAMA, W.; NICHOLS, D.; MONTEIRO, J. C. S.; SOUSA, J. M. Índices de aptidão funcional em jogadores de futebol da Seleção Nacional da Jamaica. **Rev. Bras. Med. Esporte**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 93-98, mai/jun. 1999.

VIEIRA, F. S. F. **Influência dos programas de força, pliometria e jogo na precisão de passe, na finalização no futebol e nas capacidades de salto vertical e salto horizontal em atletas de 15 a 17 anos.** 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física – Concentração em Performance Humana) – Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2011.

WEINECK, J. **Treinamento ideal:** instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil. 9º ed. São Paulo: Manole, 2003.

WILK, K. E.; ROMANIELLO, W. T.; SOSCIA, S. M.; ARRIGO, C. A.; ANDREWS, I. R. The Relationship Between Subjective Knee Isokinetic Testing, and Functional Testing in the ACL-reconstructed Knee. **Journal Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 20, n. 2, August, 1994.

WITVROUW, E.; DANNEELS, L.; ASSELMAN, P.; D'HAVE, T.; CAMBIER, D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. **The American Journal of Sports Medicine**, Chicago, v. 31, n. 1, p. 41-46, 2003.

YAGGIE, J. A.; MCGREGOR, S. J. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. **Arch Phys Med Rehabil**. v. 83, feb. , 2002.

APÊNDICE A – Questionário**FICHA DE DADOS****DATA:** _____

Nome: _____

Idade: _____

Peso Corporal (kg): _____

Altura (m): _____

Quanto tempo de experiência em treinamento de alto rendimento? _____

Tem experiência na realização do exercício no aparelho *Leg Press* Horizontal?

Sim() Não()

Data da última lesão nos membros inferiores: Mês: _____ Ano: _____

Sofreu alguma cirurgia nos membros inferiores? Sim() Não()

Quantas? _____

Data da última cirurgia : Mês _____ Ano: _____

Alguma queixa musculoesquelética **atual** nos membros inferiores?

Sim() Não()

Qual? _____

Sofreu alguma lesão musculoesquelética em outra parte do corpo nos últimos 6

meses? Sim() Não() Qual? _____

Perna Dominante: Direita () Esquerda ()

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para o atleta.

Análise de assimetria dos membros inferiores por meio de salto horizontal unipodal e resistência muscular unilateral utilizando *Leg Press Horizontal*.

Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, voluntariamente, concordo em participar desta pesquisa realizada pela aluna Walquiria Rodrigues Livramento, pertencente ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, no curso de Mestrado – UNESP, visando identificar assimetrias laterais nos MMII através do teste de resistência muscular unilateral e salto horizontal unipodal.

A coleta de dados será realizada em uma academia de musculação de Guaratinguetá e no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá.

Será garantido o anonimato quanto à minha participação e os dados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins de pesquisa pela aluna/pesquisadora da UNESP.

Sei que posso recusar a participar desse estudo ou que poderei abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar e sem qualquer constrangimento.

Sei que não está prevista qualquer forma de remuneração e que todas as despesas relacionadas com o estudo são de responsabilidade da pesquisadora.

Se, após o esclarecimento de todos os procedimentos novas dúvidas surgirem durante o andamento da pesquisa, terei total liberdade para esclarecê-las com a equipe responsável.

Compreendo, também, que os pesquisadores podem decidir sobre minha exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais serei devidamente informado. Portanto, concordo com o que foi exposto acima e dou o meu consentimento.

Guaratinguetá, ____/____/____.

Nome do atleta: _____ RG: _____

Assinatura do atleta: _____