

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte**

Luíza Stephanie Tavares

**EFEITO DO CALÇADO NAS VARIÁVEIS DINÂMICAS E CINEMÁTICAS DO  
SALTO CONTRAMOVIMENTO DE ATLETAS DE ATLETISMO SUB 18**

Belo Horizonte

2023

Luíza Stephanie Tavares

**EFEITO DO CALÇADO NAS VARIÁVEIS DINÂMICAS E CINEMÁTICAS DO  
SALTO CONTRAMOVIMENTO DE ATLETAS DE ATLETISMO SUB 18**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Universidade Federal de Minas Gerais. como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Linha de pesquisa: Análise de métodos para o desempenho humano e esportivo

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Amanda Piaia Silvatti

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

2023

T231e Tavares, Luíza Stephanie  
2023 Efeito do calçado nas variáveis dinâmicas e cinemáticas do salto contramovimento de atletas de atletismo sub 18. [manuscrito] / Luíza Stephanie Tavares – 2023.  
60 f.: il.

Orientadora: Amanda Piaia Silvatti

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 51-53

1. Atletismo – Teses. 2. Calçados – Teses. 3. Salto (Atletismo) – Teses. 4. Cinemática – Teses. I. Silvatti, Amanda Piaia. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612.76

**Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira Adão, CRB 6: nº 2106, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

## ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

**LUÍZA STEPHANIE TAVARES**

Às 14:00 horas do dia 25 de setembro de 2023, a comissão examinadora de dissertação, indicada pelo Colegiado do Programa Pós-Graduação em Ciências do Esporte (PPGCE), reuniu-se, em banca on-line, para julgar, em exame final, o trabalho de LUÍZA STEPHANIE TAVARES, intitulado "EFEITO DO CALÇADO NAS VARIÁVEIS DINÂMICAS E CINEMÁTICAS DO SALTO CONTRAMOVIMENTO DE ATLETAS DE ATLETISMO SUB 18". Abrindo a sessão, a presidente da comissão, Prof<sup>a</sup>. Amanda Piaia Silvatti (UFV), orientadora, após dar a conhecer aos presentes o teor das normas regulamentares do trabalho final, passou a palavra à candidata, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado.

### MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Amanda Piaia Silvatti (Orientadora) – UFV

Prof. Dr. André Gustavo Pereira de Andrade – EEFPTO/UFMG

Prof. Dr. Bernardo Neme Ide – UNICAMP

Após as indicações, o candidato foi considerado: **APROVADA**

O resultado foi comunicado publicamente à candidata pela presidente da comissão examinadora. Nada mais havendo a tratar, a presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

**Belo Horizonte, 25 de setembro de 2023.**



Documento assinado eletronicamente por **Bernardo Neme Ide, Usuário Externo**, em 06/10/2023, às 09:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andre Gustavo Pereira de Andrade, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 09/10/2023, às 22:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Amanda Piaia Silvatti, Usuária Externa**, em 23/10/2023, às 17:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2692368** e o código CRC **3D83BD57**.

---

---

Referência: Processo nº 23072.216134/2022-16

SEI nº 2692368

*Dedico este trabalho aos meus pais, minha inspiração.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente. Obrigada por me permitir errar, aprender e crescer, por Seu infinito amor, pela Sua voz “invisível” que não me permitiu desistir.

Agradeço especialmente aos meus pais, pelo amor incondicional que me concederam. Vocês dedicaram suas vidas por completo aos seus filhos e, por isso, são motivo de grande admiração por minha parte. Aos meus irmãos que estiveram sempre presentes e me deram apoio às decisões tomadas ao longo de minha vida.

Ao Marcos, por aguentar a minha instabilidade emocional e ainda assim continuar ao meu lado, me apoiando.

À minha orientadora, Amanda Piaia Silvatti, pela oportunidade de trabalho conjunto desde a graduação, pela compreensão e pelos ensinamentos. Sem sua colaboração este trabalho não seria possível.

À Nara Luísa, pela ajuda e pelo ombro amigo em todos os momentos, até com o melhor bolo de cenoura com cobertura de chocolate quando o estresse tomava conta. Aos colegas do LAB, em especial Ana Luisa, Isabella, Lucimara e Arthur, pelos momentos de descontração que equilibraram os momentos de estudo intenso.

Às minhas amigas Myllena, Roberta e Vanessa pelas trocas e pelos momentos alegres de conversas descontraídas, mesmo com a distância física. À Família Souza pelo lar concedido.

À Baby Gym Ouro Branco, em especial à Isadora, Jane, Leila e Marcela, pelo apoio na reta final deste trabalho.

Aos amigos de Ouro Branco e Viçosa, que de alguma forma estão envolvidos na minha vida e que me ajudaram a construí-la.

*"Continue a nadar, continue a nadar."*  
(WALTERS, G.; PROCURANDO NEMO, 2003)



## RESUMO

O salto contramovimento (SCM) é comumente utilizado em ambientes esportivos como um importante parâmetro de desempenho que pode ser alterado por múltiplos fatores, como o calçado. Os objetivos deste estudo foram: 1. comparar os métodos de cálculo da altura máxima ( $H_{\max}$ ) do SCM pelo deslocamento vertical do centro de massa (CM), analisado por captura de movimento 3D (CMAV), deslocamento do CM pela dupla integração da força de reação do solo (DIFR), impulso-momento (IM), trabalho-energia (TE) e tempo de voo (TV). 2. Comparar os efeitos do uso do calçado nas variáveis dinâmicas e cinemáticas do SCM. Para o cálculo das variáveis dinâmicas, duas plataformas de força triaxiais AMTI® (1000Hz) foram utilizadas e 11 câmeras do sistema Optitrack® (200Hz) sincronizadas e interligadas no software de análise de imagem Motive MTV-BDY adquiriram as coordenadas tridimensionais de 30 marcadores fixados no tronco e membros inferiores de 15 atletas ativos no processo de treinamento em diferentes modalidades do atletismo (idade:  $16,5 \pm 1,2$  anos; massa corporal:  $60,01 \pm 6,66$  kg; altura:  $1,7 \pm 0,09$  m) para a obtenção das variáveis cinemáticas. Foram analisadas seis tentativas do SCM, sendo três com e três sem calçado. A partir das curvas de força x tempo e da trajetória do CM foram obtidas as variáveis:  $H_{\max}$ , pico de força, pico da taxa de desenvolvimento de força (TDFm), ângulo de simetria ( $\theta$ ) e amplitude de movimento angular das articulações do quadril, joelho e tornozelo em seus respectivos graus de liberdade. Foram calculados a média, desvio-padrão e coeficiente de variação (CV) das variáveis. A normalidade dos dados dinâmicos e cinemáticos foi avaliada por meio do teste estatístico de Lilliefors. Para comparar as  $H_{\max}$  calculadas por meio dos diversos métodos, foram utilizadas os SCM realizados com e sem calçado, e foi aplicado o teste de Bland e Altman ( $p < 0,05$ ) separadamente em cada tentativa. Para comparar a simetria entre os membros e o efeito do calçado foi realizado o teste-t pareado ( $p < 0,05$ ). O método CMAV apresentou um CV menor em relação aos demais. O método TV exibiu uma correlação mais elevada e um viés menor em relação ao CMAV do que os outros métodos. A  $H_{\max}$  calculada pelo método CMAV e TV não tiveram diferenças significativas nas tentativas 2 ( $p = 0,27$ ) e 3 ( $p = 0,22$ ). Em relação ao efeito do calçado, somente o pico de força apresentou diferenças significativas, sendo maior com o uso do calçado ( $p = 0,0019$ ). O  $\theta$  de simetria ficou mais próximo de zero em todas as variáveis, com e sem o calçado, demonstrando uma simetria entre os membros direito e esquerdo. Em conclusão, o método CMAV é o mais apropriado, por ser um método de medição direta, isento de inferência ou estimativa, suprimindo a necessidade de modelos e cálculos. No entanto, sugere-se que o método TV pode ser adotado quando o uso do CMAV não for viável, uma vez que não mostrou diferenças significativas entre si na maioria das tentativas. Além disso, o calçado não teve impacto na simetria dos membros inferiores, nem na maioria das variáveis dinâmicas e não influenciou a cinemática.

Palavras-chave: Salto contramovimento. Calçado. Simetria.

## ABSTRACT

The countermovement jump (SCM) is commonly used in sports as a significant performance parameter that can be influenced by various factors, such as footwear. The objectives of this research were twofold: 1. to compare various methods for calculating the maximum jump height ( $H_{\max}$ ) in the context of the SCM. These methods included vertical center of mass (CM) displacement analysis through 3D motion capture (CMAV), CM displacement through double integration of ground reaction force (DIFR), impulse-momentum (IM), work-energy (TE), and flight time (TV). 2. To evaluate the influence of footwear on the dynamic and kinematic variables associated with SCM. The dynamic variable calculations involved the use of two triaxial AMTI® force platforms (1000Hz) and the synchronization of 11 Optitrack® system cameras (200Hz) integrated with Motive MTV-BDY image analysis software. These tools captured 3D coordinates of 30 markers affixed to the trunk and lower limbs of 15 active athletes engaged in various track and field disciplines (mean age:  $16.5 \pm 1.2$  years; mean body mass:  $60.01 \pm 6.66$  kg; mean height:  $1.7 \pm 0.09$  m). This facilitated the acquisition of kinematic variables. Each athlete performed six SCM attempts, alternating between wearing and not wearing shoes. Variables such as  $H_{\max}$ , peak force, peak rate of force development (TDFm), symmetry angle ( $\theta$ ), and angular range of motion of the hip, knee, and ankle joints were extracted from force-time curves and CM trajectories. Means, standard deviations, and coefficients of variation (CV) were calculated for these variables. The normality of the dynamic and kinematic data was assessed using the Lilliefors statistical test. The comparison of  $H_{\max}$  calculations using different methods involved the use of SCMs performed both with and without shoes. The Bland-Altman test ( $p < 0.05$ ) was separately applied to each attempt. To assess symmetry between limbs and the influence of footwear, paired t-tests were conducted ( $p < 0.05$ ). The CMAV method demonstrated a lower CV compared to the other methods. The TV method exhibited a higher correlation and a smaller bias when compared to CMAV, relative to the other methods.  $H_{\max}$  values calculated using the CMAV and TV methods did not significantly differ in the second ( $p = 0.27$ ) and third ( $p = 0.22$ ) attempts. In terms of footwear's impact, only peak force exhibited significant differences, being higher with footwear ( $p = 0.0019$ ). The symmetry angle ( $\theta$ ) was observed to be closer to zero for all variables, regardless of footwear, indicating symmetry between the right and left limbs. In conclusion, the CMAV method is the most suitable, as it is a direct measurement method, free from inference or estimation, thereby eliminating the need for models and calculations. However, the TV method can be a viable alternative when CMAV isn't feasible, as it demonstrated no significant differences among itself in most trials. Furthermore, footwear had negligible effects on the symmetry of lower limbs, the majority of dynamic variables, and kinematics.

Keywords: Countermovement jump. Footwear. Symmetry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1.</b> Delineamento experimental do estudo.....	22
<b>FIGURA 2.</b> Técnica do SCM.....	23
<b>FIGURA 3.</b> Modelo Câmera PRIME 17w, 360 Hz - sistema Optitrack®.....	25
<b>FIGURA 4.</b> Modelo para fixação dos marcadores em seus respectivos pontos anatômicos/geométricos.....	25
<b>FIGURA 5.</b> Plataforma de força AMTI®.....	26
<b>FIGURA 6.</b> Força de reação do solo gerado pela plataforma no Visual 3D software.....	27
<b>FIGURA 7.</b> Tênis Adidas Duramo SL 2.0.....	27
<b>FIGURA 8.</b> Representação gráfica ANOVA.....	33
<b>FIGURA 9.</b> Representação gráfica do BlandAltman das três tentativas para o método TV.....	34
<b>FIGURA 10.</b> Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Posição x Tempo normalizada do CM do início do salto até a fase de voo.....	41
<b>FIGURA 11.</b> Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Velocidade x Tempo normalizada do CM do início do salto até a fase de voo.....	42
<b>FIGURA 12.</b> Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Ângulo x Tempo normalizada do Quadril do início do salto até a perda de contato com o solo.....	43
<b>FIGURA 13.</b> Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Ângulo x Tempo normalizada do Joelho do início do salto até a perda de contato com o solo.....	44
<b>FIGURA 14.</b> Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Ângulo x Tempo normalizada do Tornozelo do início do salto até a perda de contato com o solo.....	45

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Dados descritivos da amostra em média ( $\pm$ desvio-padrão).....	23
<b>TABELA 2.</b> Descrição dos valores médios de Hmáx (m) da amostra calculados por meio dos diferentes métodos.....	32
<b>TABELA 3.</b> BlandAltman dos diferentes métodos para cálculo da Hmáx.....	34
<b>TABELA 4.</b> Análise descritiva em média ( $\pm$ desvio-padrão) da altura do salto (m) com e sem calçado por sujeito e média ( $\pm$ desvio-padrão) da amostra.....	35
<b>TABELA 5.</b> Análise descritiva em média ( $\pm$ desvio-padrão) do pico de força (N) com e sem calçado por sujeito e média ( $\pm$ desvio-padrão) da amostra.....	36
<b>TABELA 6.</b> Análise descritiva em média ( $\pm$ desvio-padrão) TDFm ( $N/s^{-1}$ ) com e sem calçado.....	37
<b>TABELA 7.</b> Dados descritivos do $\Theta$ simetria das variáveis dinâmicas dos grupos com e sem calçado.....	37
<b>TABELA 8.</b> Dados descritivos do $\Theta$ simetria das variáveis cinemáticas dos grupos com e sem calçado.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS

CAE – ciclo alongamento-encurtamento

CI – intervalo de confiança

CM – centro de massa

SCM – salto contramovimento

COEP – Comitê de ética em pesquisa

CV – coeficiente de variação

DIFR – Deslocamento do CM pela dupla integração da força de reação do solo

TV – Tempo de voo

FRS – força de reação do solo

Hmáx – altura máxima

CMAV – Deslocamento vertical do CM analisado por captura de movimento 3D em alta velocidade

IM – Impulso-Momento

$r^2$  – coeficiente de determinação

TDFm – pico da taxa de desenvolvimento de força

TALE – Termo de assentimento livre e esclarecido

TE – Trabalho-Energia

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
Objetivo Geral.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Hipóteses.....	19
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
Aspectos Éticos .....	20
Amostra .....	20
Delineamento Experimental.....	21
SCM.....	22
Instrumentação .....	23
Antropometria.....	23
Cinemetria.....	23
Dinamometria.....	25
Calçado Utilizado .....	27
Tratamento de Dados .....	28
Ângulo de Simetria .....	28
Métodos de Cálculo H <sub>máx</sub> .....	28
CMAV .....	28
DIFR .....	29
IM.....	29
TE .....	30
TV .....	30
Análise Estatística .....	31
Comparação métodos determinação H <sub>máx</sub> .....	31
Efeitos do calçado.....	32
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
Comparação métodos determinação H <sub>máx</sub> .....	32
Efeitos do calçado .....	35
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>46</b>
Comparação métodos determinação H <sub>máx</sub> .....	46
Efeitos do calçado .....	47
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>50</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Linthorne (2001), no salto contramovimento (SCM) o saltador inicia em uma posição em pé e realiza um movimento preliminar descendente, flexionando os joelhos, quadris e tornozelos, para em seguida estendê-los vigorosamente, impulsionando-se verticalmente para cima do solo. Assim, o SCM utiliza do ciclo alongamento-encurtamento (CAE), pois envolvem ações musculares em que o movimento desejado (impulsão vertical) é precedido por um movimento na direção oposta (agachamento). Isso ocorre em muitos movimentos humanos, como correr, saltar e lançar, em que os músculos são considerados "pré-estirados" antes de encurtarem-se na direção desejada. Alguns estudos têm demonstrado que este fator melhora a produção de força e o desempenho muscular no movimento subsequente (Linthorne, 2001).

O SCM é comumente utilizado em ambientes esportivos de alto rendimento para monitorar mudanças na prontidão neuromuscular, fadiga e recuperação subsequente em resposta às cargas de treinamento, bem como para quantificar as adaptações aos programas de treinamento (Heishman *et al.*, 2020). Em diversas modalidades do atletismo o SCM também é utilizado como um importante parâmetro de desempenho. Diante disso, acadêmicos têm se dedicado a investigar fatores biomecânicos que podem influenciá-lo e alterá-lo (Johnston *et al.*, 2015).

O desempenho em altura do salto vertical pode ser alterado em função de algumas mudanças na posição do sujeito na realização do salto, como alteração do centro de massa (CM), posição articular, coordenação muscular e posição do pé. Conseqüentemente, o desempenho é determinado por múltiplos fatores, enfatizando a importância da compreensão das variáveis dinâmicas e cinemáticas que exercem influência sobre ele (Johnston *et al.*, 2015)

Durante o SCM, o saltador supera o peso corporal, o que envolve a aplicação de uma força suficiente para contrabalancear a gravidade. A força resultante atuando no CM do saltador pode ser expressa como  $F_{FRS} - mg$ , onde  $F_{FRS}$  representa a força de reação do solo exercida sobre o saltador,  $m$  é a massa do saltador e  $g$  é a aceleração da gravidade. Com base nos dados registrados da força de reação do solo obtidos por meio de uma plataforma de força, são calculadas diversas curvas, incluindo força-tempo, aceleração-tempo, velocidade-tempo, deslocamento-tempo e força-deslocamento (Linthorne, 2001).



A partir disso, algumas variáveis podem ser calculadas como a profundidade do contramovimento, que corresponde à diferença entre a posição do quadril em pé e a posição mais baixa do quadril; a altura máxima ( $H_{\text{máx}}$ ) do salto, que é a diferença entre a posição mais alta do quadril e a posição do quadril em pé; a velocidade máxima descendente do CM, que é o valor mais negativo da velocidade do CM; a velocidade inicial na decolagem, que é o último valor registrado da velocidade do CM; a força de reação do solo mínima e máxima normalizada pelo peso corporal, que representa o valor mais baixo e o mais alto, respectivamente, da FRS normalizada pelo peso corporal; o impulso vertical líquido negativo e positivo relativo, que correspondem às áreas abaixo e acima do peso corporal da FRS normalizada pelo peso corporal, respectivamente (Kirby *et al.*, 2011); e a duração da tentativa, que é calculada subtraindo o momento em que a FRS atinge zero (decolagem) do momento em que a FRS é inferior a 95% do peso corporal (início) (Ugrinowitsch *et al.*, 2007). Além disso, levando em consideração as pesquisas anteriores sobre a participação de múltiplas articulações durante o SCM, há outras variáveis associadas a essas articulações que também podem ser avaliadas, como ângulos articulares, velocidade angular, momento angular, potência angular, entre outras (Johnston *et al.*, 2015).

Outro fator crucial é o tipo de calçado utilizado, a fim de melhorar o conforto, prevenir lesões e aprimorar o desempenho atlético (Ko, Ma, Xiang, 2023). O estudo de LaPorta *et al.* (2013) investigou discrepâncias no desempenho de saltos verticais e aterrissagens entre calçados convencionais, calçados minimalistas<sup>1</sup> e pés descalços. Eles não encontraram diferenças significativas entre os calçados minimalistas e a condição descalça em relação à produção relativa de FRS e ao desempenho do SCM ( $H_{\text{máx}}$ ). No entanto, tanto as condições com calçados minimalistas quanto as descalças resultaram em  $H_{\text{máx}}$  maiores durante o SCM em comparação com os calçados convencionais. Por outro lado, estudos conduzidos por Harry *et al.* (2015) e Smith *et al.* (2020) não conseguiram identificar diferenças significativas na  $H_{\text{máx}}$  entre as condições de pés descalços, calçados minimalistas e calçados convencionais. Além disso, não foram observadas diferenças significativas

---

<sup>1</sup> Calçados minimalistas são confeccionados utilizando materiais caracterizados por maior leveza e flexibilidade, e apresentam uma reduzida diferença de elevação entre a região do calcanhar e a área dos dedos, em contraposição aos calçados convencionais, objetivando reproduzir condições descalças (SMITH *et al.* 2020).

na Hmáx entre os calçados convencionais e os minimalistas, apesar das diferentes ativações musculares entre as condições e da maior produção de potência angular máxima nas articulações distais nos casos dos calçados convencionais em comparação com os minimalistas.

O calçado pode exercer um papel significativo na indução de dor localizada, ativação muscular, fadiga e desconforto durante o uso, todos os quais podem restringir o desempenho esportivo. Efeitos na fadiga muscular e no desconforto ao usar foram documentados com base nas distintas características e propriedades das palmilhas, como material, espessura e cunha de suporte do arco (Hilário *et al.*, 2022; Mündermann, Stefanyshyn, Nigg, 2001). Entretanto, palmilhas mais rígidas e robustas demandam maior esforço muscular para absorver o impacto ou proporcionar uma força propulsora maior para o impulso, o que pode resultar em fadiga muscular e desconforto durante o uso (Anderson, Williams, Nester, 2021; Stefanyshyn, Wannop, 2016). Adicionalmente, a resposta elástica da entressola diz respeito a capacidade de absorver e devolver energia que influencia diretamente as forças de reação do solo durante o SCM.

Entressolas mais macias e com propriedades elásticas adequadas podem ajudar a reduzir o impacto nas articulações durante a fase de aterrissagem e contribuir para um retorno de energia mais eficiente durante a propulsão. É o que Matijevich e colaboradores (2022) apresentaram em seus estudos, em que calçados avançados com uma placa rígida incorporada em toda a extensão apresentaram um aumento mais substancial no trabalho positivo, indicando uma maior contribuição das contrações musculares ativas do pé.

O ponto de aplicação da força também foi influenciado pelo aumento da rigidez do calçado. Calçados mais rígidos demonstraram um aumento no braço de momento da força de reação do solo, o que poderia intensificar o momento na articulação do tornozelo e a demanda de força (Ortega *et al.*, 2021). Assim, flexibilidade do calçado também é relevante. Um calçado com uma sola excessivamente rígida pode limitar a amplitude de movimento das articulações enquanto um calçado excessivamente flexível pode comprometer a estabilidade e o suporte, aumentando o risco de torções e lesões.

Nesse contexto, é evidente que o calçado tem o potencial de influenciar a interação entre o corpo humano e o solo, resultando em diversas estratégias de aterrissagem em múltiplas articulações para atenuar as forças de impacto. Além disso,

de acordo com Hébert-Losier e colaboradores (2023), o contato inicial durante a execução de uma tarefa de aterrissagem a partir de um salto duplo a 30 cm foi associado a um aumento na flexão plantar do tornozelo, maior ângulo entre o pé e o solo, e menor amplitude de movimento do joelho ao ser realizada descalço em comparação com o uso de calçados, conforme avaliado pelo Sistema de Pontuação de Erros de Aterrissagem.

Em síntese, os atributos do calçado, como amortecimento, estabilidade, flexibilidade, padrões de sola e altura do calcanhar, têm um impacto considerável nas variáveis dinâmicas e cinemáticas em diferentes movimentos (Hilário *et al.*, 2022; Mündermann, Stefanyshyn, Nigg, 2001; Anderson, Williams, Nester, 2021; Stefanyshyn, Wannop, 2016; Matijevich *et al.*, 2022; Ortega *et al.*, 2021; Hébert-Losier *et al.*, 2023).

Outra questão importante a se destacar com relação aos saltos verticais está relacionado à simetria, uma vez que a produção de força muscular de membros inferiores não é simétrica e que há uma relação entre a assimetria de força com a redução de desempenho e aumento do risco de lesão (Hodges *et al.*, 2011). A assimetria pode comprometer o desempenho no salto e, conseqüentemente, gerar um aumento da energia despendida e a uma diminuição da eficiência muscular, aumento da fadiga (Hogdes *et al.*, 2011), e pode ainda, estar relacionada à uma maior probabilidade do acometimento de lesões nos membros inferiores (Medeiros, 2013). A prática esportiva pode acentuar desequilíbrios de força e, conseqüentemente, acentuar a AF devido às demandas específicas de determinadas modalidades (Hogdes *et al.*, 2011; Medeiros, 2013).

A interação desses fatores com a biomecânica do movimento oferece direcionamentos úteis para a seleção adequada do calçado por parte de atletas, treinadores e profissionais da saúde, visando otimizar o desempenho esportivo e prevenir lesões. Contudo, é essencial uma investigação mais profunda sobre o efeito do calçado no SCM, especialmente em atletas de atletismo, levando em conta as demandas específicas dessa modalidade. Além disso, grande parte das pesquisas atuais focam em variáveis relacionadas à corrida, há poucos estudos que investigaram movimentos pliométricos ou balísticos, com os estudos até aqui apresentados (Hilário *et al.*, 2022; Ortega *et al.*, 2021).

### 1.1 Objetivo Geral

Analisar o efeito do calçado nas variáveis dinâmicas e cinemáticas do SCM de atletas de atletismo sub 18 das modalidades de saltos, corridas de velocidade e provas combinadas executado com e sem calçado, buscando comparar o padrão de movimento dinâmico e cinemático apresentado em ambas as situações.

### 1.2 Objetivos Específicos

Comparar os métodos de cálculo da  $H_{\text{máx}}$  do SCM provenientes da plataforma de força e da cinemática;

Comparar os efeitos do uso do calçado nas variáveis dinâmicas, sendo elas pico de força e pico da taxa de desenvolvimento de força (TDFm); e cinemáticas, sendo a  $H_{\text{máx}}$  alcançada e as amplitudes de movimento angular das articulações do quadril, joelho e tornozelo em seus respectivos graus de liberdade.

### 1.3 Hipóteses

Hipótese alternativa ( $H_1$ ): O método do Deslocamento do CM obtido por meio da cinemática apresentará menor variação enquanto os demais métodos apresentarão variações maiores devido à possíveis erros associados à técnica de integração numérica;

Hipótese alternativa ( $H_2$ ): o uso do calçado influenciará as variáveis dinâmicas, aumentando o pico de força e a TDFm; e cinemáticas, aumentando a  $H_{\text{máx}}$  e as amplitudes de movimento angular de flexão/extensão de joelhos e quadris, enquanto nos eixos Y e Z, as amplitudes serão reduzidas devido ao sistema de amortecimento incorporado ao calçado.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional do tipo transversal (*Cross Section*) que envolve a avaliação biomecânica tridimensional da dinâmica e cinemática do SCM de atletas de atletismo sub-18 do Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais-MG.

### 2.1 Aspectos Éticos

Este estudo aderiu integralmente às diretrizes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (2012) no que tange à pesquisa envolvendo seres humanos (RES 466/12). Antes de ingressarem neste projeto, todos os participantes foram devidamente informados sobre os propósitos e os procedimentos metodológicos, concedendo seu consentimento por escrito e compreendendo que sua participação na pesquisa era de natureza voluntária. Medidas rigorosas foram adotadas para salvaguardar a privacidade dos voluntários, garantindo que a saúde e o bem-estar deles sempre prevalecessem sobre quaisquer outros interesses.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP – UFMG) sob o número de parecer CAAE 55890422.2.0000.5149 (ANEXO 1).

### 2.2 Amostra

Vinte e cinco atletas de atletismo ativos no processo de treinamento, nas modalidades de saltos, corridas de velocidade e provas combinadas, do Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais foram convidados para o presente estudo. Devido aos critérios de inclusão e exclusão, o N amostral foi reduzido, totalizando 9 mulheres e 6 homens (N = 15). Com relação à preferência lateral, determinada pelo próprio voluntário na anamnese, 14 voluntários (93,3%) relataram dominância do membro inferior direito e um (6,7%) relatou dominância do membro inferior esquerdo.

Para participar do presente estudo os voluntários atenderam aos seguintes critérios de inclusão:

- ✓ Estar ativos no processo de treinamento na categoria sub-18;

- ✓ Participar das modalidades de saltos, corridas de velocidade e/ou provas combinadas;
- ✓ Ter experiência superior à 1 ano no esporte;
- ✓ Frequência semanal de treinos de no mínimo 5x;
- ✓ Relato do próprio voluntário de ausência de lesões musculoesqueléticas que o impeça de realizar os testes.

Os critérios de exclusão adotados pelo presente estudo foram:

- ✓ Encontrar-se na etapa de determinação da modalidade a se especializar;
- ✓ Ocorrência de discrepância no registro do sinal proveniente da plataforma de força e/ou das câmeras que resultasse na deterioração dos dados;
- ✓ Arquivo corrompido impossibilitando a análise dos dados.

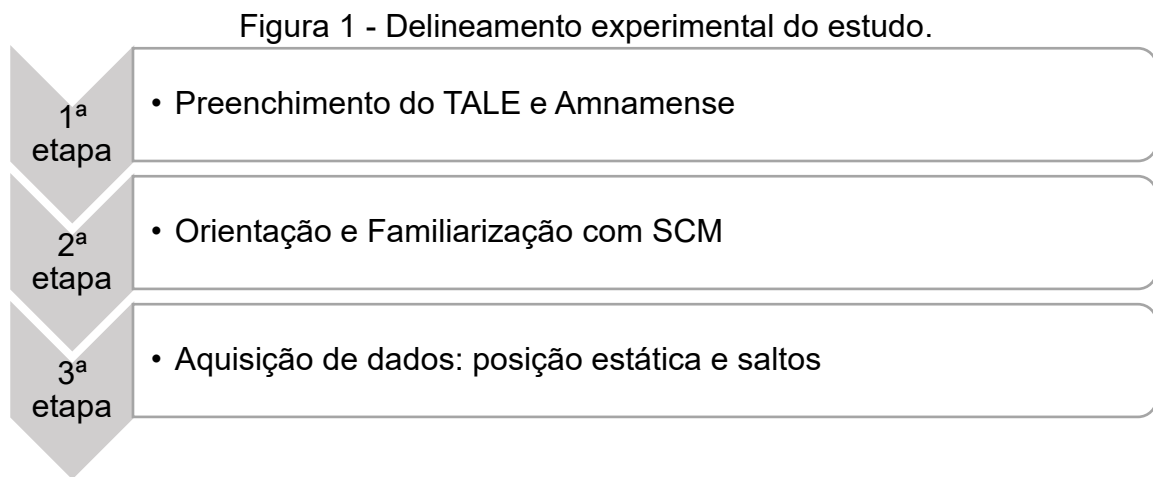
### 2.3 Delineamento experimental

A seleção da amostra foi realizada com base em critérios de conveniência. Após o convite aos voluntários, os objetivos e procedimentos do estudo foram explicados individualmente antes da primeira sessão experimental. Após terem dado o consentimento verbal de participação no estudo, foi entregue o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para o consentimento por escrito dos voluntários (APÊNDICE 1), e esses foram orientados que poderiam deixar de participar da pesquisa sem nenhum prejuízo ou constrangimento.

Todos os voluntários compareceram ao Laboratório de Força do Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais (CTE/UFMG) para a realização da coleta de dados.

Inicialmente os voluntários receberam o questionário padrão do Laboratório de Análises Biomecânicas (LAB/UFV) com perguntas acerca da frequência de treinamento, lesões entre outros (APÊNDICE 2) e foram realizadas as medidas antropométricas (estatura e massa corporal) por um mesmo avaliador. Em seguida, os voluntários foram instruídos sobre o SCM e ocorreu um momento de familiarização, em que o atleta foi orientado acerca dos parâmetros técnicos associados ao salto, tais como o alinhamento dos pés e fixação das mãos, o correto posicionamento dos joelhos e quadris em relação à flexão, bem como a execução do salto propriamente dito, visando adquirir segurança na execução do movimento. A coleta aconteceu em duas etapas, sendo elas:

- I. Com o pé direito apoiado sobre a plataforma de força FP1 e o pé esquerdo sobre a plataforma FP2, o voluntário permaneceu em posição anatômica durante 10 segundos para adquirir os dados referentes à sua posição estática e normalizar os valores referente às plataformas de força no software Motive;
- II. Posteriormente o voluntário realizou o salto em três tentativas com descanso de 1 minuto entre elas.



Fonte: Elaboração própria.

## 2.4 SCM

O SCM foi executado com a finalidade de avaliar os membros inferiores em termos de parâmetros cinéticos e cinemáticos, com e sem o calçado. Nessa execução, os participantes iniciaram da posição ereta e realizaram um movimento descendente sem restrições quanto aos ângulos de flexão dos joelhos e quadris, seguido pelo movimento ascendente, como representado na Fig. 2. Foi instruído aos voluntários que mantivessem os joelhos estendidos e os pés em flexão plantar durante a fase de propulsão, enquanto as mãos permaneciam fixas nos quadris, uma vez que a oscilação dos membros superiores poderia influenciar os resultados do salto (Harman *et al*, 1990). Os SCMs foram executados em um sistema composto por duas plataformas de força sincronizadas, com cada membro inferior posicionado sobre uma plataforma de força tanto na fase de propulsão quanto na fase de aterrissagem.

Figura 2 - Técnica do SCM.



Fonte: Elaboração própria.

Foram consideradas inválidas as tentativas em que os voluntários incorreram em qualquer uma das seguintes situações:

- ✓ Remover a mão da cintura durante qualquer momento da execução do salto;
- ✓ Pousar fora da plataforma de força com um ou ambos os membros inferiores;
- ✓ Efetuar a flexão dos joelhos durante a fase de suspensão do salto;

## 2.5 Instrumentação

### 2.5.1 Antropometria

Para a medição da estatura, foi utilizado o Estadiômetro Portátil Personal Caprice Sanny – ES2060. A massa corporal foi mensurada com uma balança de controle corporal por bioimpedância TEC-117 da marca Techline. Ambas medidas seguindo o protocolo de Petroski (1999). A tabela 1 apresenta os dados descritivos da amostra.

Tabela 1 - Dados descritivos da amostra em média ( $\pm$  desvio-padrão).

<b>Variável</b>	
Idade (anos)	16,5 (1,20)
Massa (kg)	60,01 (6,66)
Estatura (m)	1,70 (0,09)

Fonte: Elaboração própria.

### 2.5.2 Cinemetria

Foram utilizadas 11 câmeras PRIME 17w, 360 Hz - sistema Optitrack® (Fig. 4), posicionadas em torno dos voluntários, interligadas no software de análise de imagem Motive MTV-BDY. A frequência de amostragem foi de 200Hz. Foram fixados



30 marcadores retro reflexivos em posições anatômicas e geométricas dos atletas, conforme disposto na Fig. 5, que possibilitaram a reconstrução dos segmentos pés, pernas, coxas, quadris e tronco. Para a fixação desses marcadores foram utilizadas fitas dupla face hipoalergênicas. Os segmentos foram reconstruídos e as imagens analisadas no software Visual 3D (C-motion Inc., Germantown, MD, USA); possibilitando a análise das trajetórias do centro de massa, da velocidade do centro de massa e dos ângulos do quadril em três graus de liberdade (flexão/extensão, adução/abdução, rotação interna/externa), joelho em dois graus de liberdade (flexão/extensão, rotação interna/externa), e tornozelo em três graus de liberdade (flexão/extensão, adução/abdução, rotação interna/externa).

Após a conclusão da coleta de dados, os arquivos de cada participante foram exportados no formato ".c3D" para viabilizar análises posteriores. A avaliação dos dados foi conduzida utilizando o software Visual 3D (V5, C-Motion, Research Biomechanics, EUA) e as variáveis cinemáticas foram obtidas por meio de funções desenvolvidas no mencionado programa. Foram avaliadas as seguintes variáveis cinemáticas:

- ✓ Hmáx do salto;
- ✓ Amplitude de Movimento do CM;
- ✓ Amplitude de Movimento Angular do Quadril Direito e Esquerdo em flexão/extensão, adução/abdução e rotação interna/externa para ambos os membros inferiores;
- ✓ Amplitude de Movimento Angular do Joelho Direito e Esquerdo flexão/extensão e rotação interna/externa para ambos os membros inferiores;
- ✓ Amplitude de Movimento Angular do Tornozelo Direito e flexão/extensão, adução/abdução e rotação interna/externa para ambos os membros inferiores.

A Hmáx foi calculada através da diferença entre a maior posição vertical do CM e a posição do mesmo marcador no início do salto.

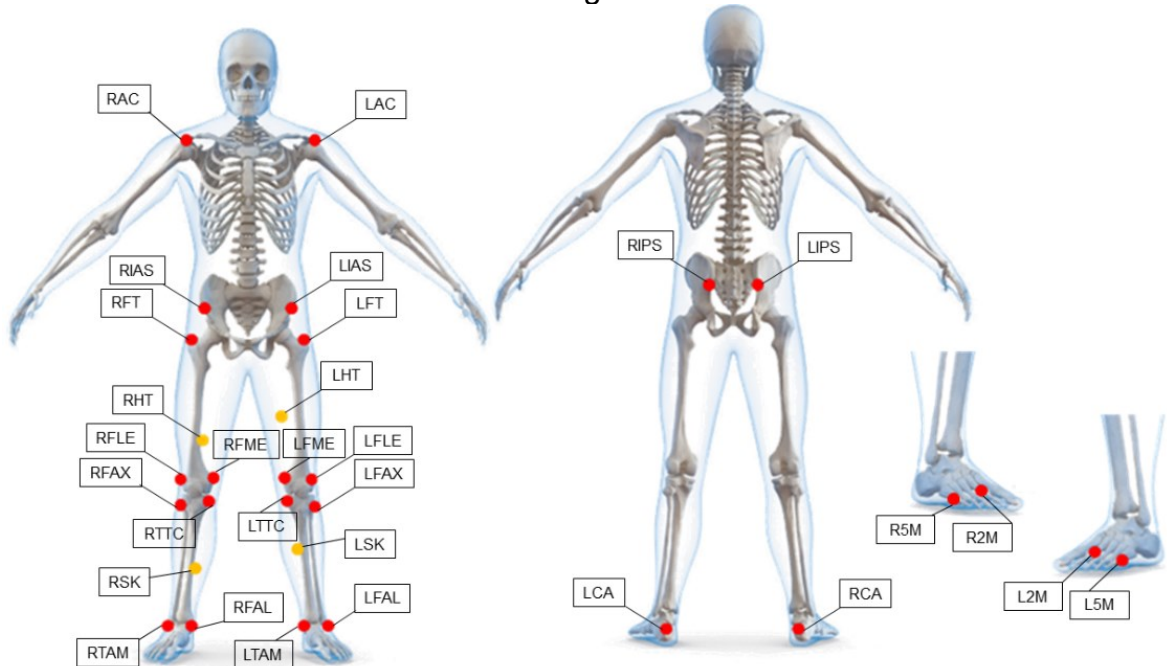
A amplitude de movimento foi determinada pela diferença entre o maior e o menor valor angular observado no intervalo do início do movimento do SCM até o momento em que a força de reação do solo se iguala a 0, caracterizando a perda de contato com o solo e o início da fase de voo, para cada articulação em cada grau de liberdade em cada membro.

Figura 3: Modelo Câmera PRIME 17w, 360 Hz - sistema Optitrack®.



Fonte: Google Imagens.

Figura 4: Modelo para fixação dos marcadores em seus respectivos pontos anatômicos/geométricos.



Legenda: RAC = Acrômio Direito; LAC = Acrômio Esquerdo; RIPS = Espinha Ilíaca Pósterio-Superior Direita; LIPS = Espinha Ilíaca Pósterio-Superior Esquerda; RIAS = Espinha Ilíaca Ântero-Superior Direita; LIAS = Espinha Ilíaca Ântero-Superior Esquerda; RFT = Cabeça Fêmur Direita; LFT = Cabeça Fêmur Esquerda; RHT = Meio Coxa Direita; LHT = Meio Coxa Esquerda; RFME = Epicôndilo Medial Do Fêmur Direito; LFME = Epicôndilo Medial Do Fêmur Esquerdo; RFLE = Epicôndilo Lateral Fêmur Direito; LFLE = Epicôndilo Lateral Fêmur Esquerda; RTTC = Tuberosidade da Tíbia Direita; LTTC = Tuberosidade da Tíbia Esquerda; RFAX = Cabeça Fíbula Direita; LFAX = Cabeça Fíbula Esquerda; RSK = Meio Perna Direita; LSK = Meio Perna Esquerda; RCA = Calcâneo Direito; LCA = Calcâneo Esquerdo; RTAM = Maléolo Medial da Tíbia Direita; LTAM = Maléolo Medial da Tíbia Esquerda; RFAL = Maléolo Lateral Fíbula Direita; LFAL = Maléolo Lateral Fíbula Esquerda; R2M = 2º Metatarso Direito; L2M = 2º Metatarso Esquerdo; R5M = 5º Metatarso Direito; L5M = 5º Metatarso Esquerdo.

Fonte: Elaboração própria.

### 2.5.3 Dinamometria

Foram utilizadas duas plataformas de força triaxiais AMTI® Model OR6-7-1000 (Fig. 6), interligadas no software de captura de imagem, Motive MTV-BDY. A frequência de amostragem foi de 1000Hz. Assim, foi extraída a força de reação do solo nos eixos X, Y e Z (Fig. 7), em função do tempo, para análise cinética do salto.

Para as análises das variáveis dinâmicas, foram criadas rotinas específicas no software MatLab 2020b (The MathWorks Inc, Natick, Massachusetts, EUA). Os dados foram submetidos a filtragem por meio de um filtro passa-baixa Butterworth de 4ª ordem com frequência de corte de 50 Hz. Foram avaliadas as seguintes variáveis:

- ✓ Norma da FRS;
- ✓ Pico de Força produzida por ambos os membros inferiores;
- ✓ TDFm produzida por ambos os membros inferiores.

A pico de força foi determinado pelo maior valor observado na curva Força x Tempo no intervalo do início do movimento do SCM até o momento em que a força de reação do solo se iguala a 0, caracterizando a perda de contato com o solo e o início da fase de voo.

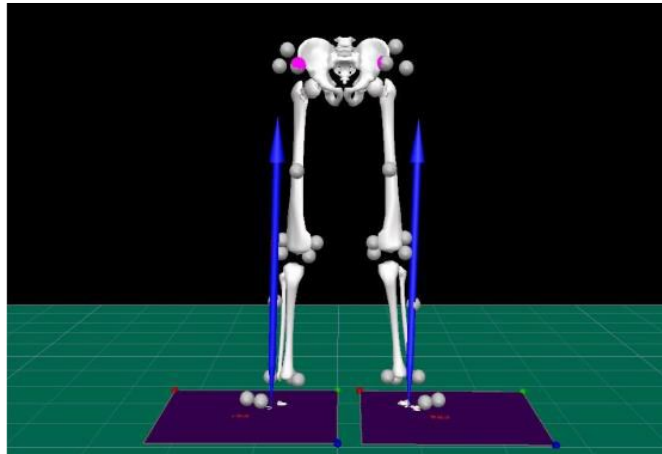
Taxa de desenvolvimento de força é a velocidade com que a força muscular é produzida durante um movimento ou contração muscular. Diante disso, a TDFm foi extraída do valor máximo observado na derivação da curva Força x Tempo no intervalo do início do movimento do SCM até o momento em que a força de reação do solo se iguala a 0, caracterizando a perda de contato com o solo e o início da fase de voo.

Figura 5: Plataforma de força AMTI®.



Fonte: Google Imagens.

Figura 6: Força de reação do solo gerado pela plataforma no Visual 3D software.



Fonte: Elaboração própria.

#### 2.5.4 Calçado Utilizado

O calçado utilizado neste estudo foi o Tênis Adidas Duramo SL 2.0 (Fig. 8). É confeccionado em material macio, com cabedal respirável e estrutura resistente para corrida. Com amortecimento *Lightmotion* para movimentos em alta velocidade. Possui espuma na entressola para absorção de impacto e sola de borracha para tração e aderência ao solo (Adidas, 2023). Antes da coleta de dados, todos os atletas foram instruídos a utilizar exclusivamente este modelo durante a realização do SCM com calçado, visando minimizar possíveis variabilidades no desempenho do salto. É importante ressaltar que todas as informações sobre o calçado são baseadas nas especificações fornecidas pelo fabricante.

Figura 7: Tênis Adidas Duramo SL 2.0.



Fonte: Site Adidas.

## 2.6 Tratamento de Dados

### 2.6.1 Ângulo de simetria ( $\theta$ simetria)

O ângulo de simetria ( $\theta$  simetria) foi calculado utilizando a equação proposta por Zifchock *et al.* (2008), definida como:

$$\theta_{simetria} = \frac{(45^\circ - \arctan(Xe/Xd))}{90^\circ} \times 100\%$$

Nessa equação,  $\theta$  simetria representa o ângulo de simetria, o qual varia de 0% (indicando que são perfeitamente simétricos) a 100% (indicando que os valores são iguais em magnitude, mas opostos – assimetria perfeita);  $Xe$  é o valor correspondente ao membro inferior esquerdo, e  $Xd$  é o valor referente ao membro inferior direito; A função *arctan* representa o arco tangente do valor da relação  $Xe/Xd$ . Contudo, se o valor resultante de  $(45^\circ - \arctan(Xe/Xd))$  fosse superior a  $90^\circ$ , a equação sofreria a seguinte alteração:

$$\theta_{simetria} = \frac{(45^\circ - \arctan(Xe/Xd) - 180^\circ)}{90^\circ} \times 100\%$$

### 2.6.2 Métodos de Cálculo da Hmáx

Para a avaliação dos distintos procedimentos de cálculo da Hmáx do salto foram contempladas as tentativas de salto tanto com quanto sem o uso de calçado, totalizando um tamanho amostral (N) de 30.

No contexto do salto vertical, a influência da resistência do ar é insignificante, o que implica que durante a fase de voo, o saltador pode ser tratado como um projétil em movimento livre. Cinco métodos de cálculo da altura do salto foram usados: Deslocamento vertical do CM analisado por captura de movimento 3D em alta velocidade (CMAV), Deslocamento do CM pela dupla integração da força de reação do solo (DIFR), Impulso-Momento (IM), Trabalho-Energia (TE) e Tempo de voo (TV).

#### 2.6.2.1 CMAV

Este método é validado e considerado o "padrão-ouro" para a medição da altura do salto (Knihš *et al.*, 2021; DIAS, 2011). Segundo Heredia-Jimenez e Orantes-

Gonzalez (2020), sistemas de análise de movimento em 3D com plataforma de força são considerados como o "padrão-ouro" para a avaliação do desempenho do salto vertical; sendo bastante preciso, pois, as condições iniciais da equação de queda livre (altura e velocidade de decolagem) podem ser obtidas a partir da aceleração vertical instantânea do centro de massa.

Depois da reconstrução dos segmentos pés, pernas, coxas, quadris e tronco, foram calculados o CM e suas coordenadas tridimensionais ao longo do tempo usando o software Visual 3D. Para determinar a  $H_{m\acute{a}x}$ , foi feita a diferença entre a maior posição vertical do CM e a posição inicial desse marcador, que corresponde ao momento em que o voluntário estava em repouso (Dias, 2011). Assim, pode ser considerado como um método de medição direta, pois a altura é obtida diretamente, sem a necessidade de inferência, estimativa, cálculos ou modelos matemáticos.

$$H_{m\acute{a}x_{CM_{AV}}} = CM_{max} - CM_i$$

Diante disso, por ser considerado o método "padrão-ouro" e uma medição direta, estabeleceu-se como parâmetro para os demais métodos e para conduzir a análise estatística subsequente.

#### 2.6.2.2 DIFR

Este método é empregado por sistemas de plataformas de força para determinar a altura do salto e se fundamenta na dupla integração da força de reação vertical. Inicialmente, a curva da FRS foi normalizada subtraindo-se o peso corporal do saltador. A curva de aceleração foi obtida ao dividir a curva normalizada pela massa corporal do saltador. Ademais, a curva de velocidade foi obtida por integração trapezoidal da área sob a curva de aceleração. Finalmente, o deslocamento do CM foi obtido por integração da curva de velocidade (Dias, 2011), obtendo-se a  $H_{m\acute{a}x}$  pela subtração do pico da curva de deslocamento e a posição inicial do CM.

#### 2.6.2.3 IM

Em todos os três métodos a seguir, foi realizado o cálculo da  $H_{m\acute{a}x}$  com base na velocidade do CM do saltador no momento da decolagem. A relação entre a altura de voo e a velocidade de decolagem foi deduzida pela aplicação da lei de conservação da energia mecânica à fase de voo do salto. Considerou-se as variações

na energia cinética e na energia potencial gravitacional entre o momento de decolagem ( $t_0$ ) e o momento em que o saltador atinge o ponto mais alto do salto (pico):

$$\frac{1}{2}mv_{t_0}^2 + mgh_{t_0} = \frac{1}{2}mv_{pico}^2 + mgh_{pico}$$

A velocidade vertical no pico do salto é zero ( $v_{pico} = 0$ ), portanto a altura do salto foi dada por:

$$h_{m\acute{a}x} = h_{pico} - h_{t_0} = \frac{v_{t_0}^2}{2g}$$

em que  $v_{t_0}$  é a velocidade de saída. Consequentemente, nos demais métodos, o elemento distintivo foi a determinação do cálculo da velocidade de saída (Linthorne, 2001).

Para determinar a velocidade de partida no método IM, foi empregado o teorema do impulso-momento desde o início do salto (quando o voluntário permanecia parado) até o instante da perda de contato com o solo, utilizando os dois impulsos gerados, Impulso da Força de Reação do Solo ( $J_{FRS}$ ) e Impulso do Peso Corporal ( $J_{PC}$ ):

$$\int_{t_i}^{t_{to}} F_{FRS} dt - \int_{t_i}^{t_{to}} mg dt = J_{FRS} - J_{PC} = mv_{t_0}$$

(Linthorne, 2001)

#### 2.6.2.4 TE

Para calcular a velocidade inicial no método TE, utilizou-se o teorema trabalho-energia desde o início do salto (quando o voluntário estava parado) até o momento da perda de contato com o solo. Isso envolveu as duas forças atuantes no saltador, a força de reação do solo ( $W_{FRS}$ ) e a força gravitacional ( $W_{PC}$ ):

$$\int_{y_i}^{y_{to}} F_{FRS} dy - \int_{y_i}^{y_{to}} mg dy = W_{FRS} - W_{PC} = \frac{1}{2}mv_{t_0}^2$$

(Linthorne, 2001)

#### 2.6.2.5 TV

No método do Tempo de voo, foi considerada a equação do movimento livre  $V_f - V_i = -g(T_f - T_i)$ , em que  $V_i$  e  $V_f$  representam as velocidades nos momentos inicial e final,  $T_i$  e  $T_f$ . Nesse contexto, utilizou-se o instante de decolagem como o momento inicial e o instante de pouso como o momento final. Adotou-se que

a altura do CM do saltador no momento do pouso foi igual à altura no instante de decolagem, então  $V_f = -V_i$ , obtendo a velocidade de saída por:

$$V_{to} = \frac{g \times t_{voo}}{2}$$

em que  $t_{voo}$  é o tempo de voo entre o instante de decolagem e o instante de pouso (Linthorne, 2001).

## 2.7 Análise Estatística

Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o software MatLab 2020b (The MathWorks Inc, Natick, Massachusetts, EUA). Foram calculados a média, desvio-padrão e coeficiente de variação (CV) das variáveis. O CV é usado para avaliar a dispersão ou a variabilidade dos dados, normalizando essa variabilidade em relação à escala da média, quanto maior indica uma maior dispersão dos dados em relação à média. Além disso, um CV menor pode sugerir uma maior consistência nos resultados do grupo.

### 2.7.1 Comparação métodos determinação Hmáx

As alturas máximas calculadas por meio dos diversos métodos foram submetidas ao teste de normalidade Lilliefors e apresentaram distribuição normal. Em seguida, as médias dos diferentes métodos foram submetidas a uma análise de variância (ANOVA) para fins de comparação. Uma vez que os métodos apresentaram diferenças significativas entre si, então foi utilizando o teste de Bland e Altman para comparar o grau de concordância entre as medições provenientes do sistema de câmeras para análise cinemática (definido como medição direta e “padrão-ouro”) e os outros métodos baseados em análise dinâmica, especificamente a força de reação do solo. Este teste envolveu os valores médios de concordância ( $\Delta$ ) juntamente com um intervalo de confiança de 95% (C.I.). As comparações foram realizadas em pares. Além disso, o coeficiente de determinação de Pearson ( $r^2$ ) foi utilizado para quantificar a força da relação entre as medições obtidas pelos dois sistemas. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$ .



### 2.7.2 Efeitos do calçado

As variáveis cinéticas e cinemáticas foram submetidas ao teste de normalidade Lilliefors e assumiram distribuição normal. As amplitudes de movimento angular, pico de força e na TDFm foram utilizadas para calcular o  $\theta$  de simetria. Após o cálculo, foi realizado o test-t pareado para cada uma das variáveis para comparar a simetria entre os membros.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Comparação métodos determinação Hmáx

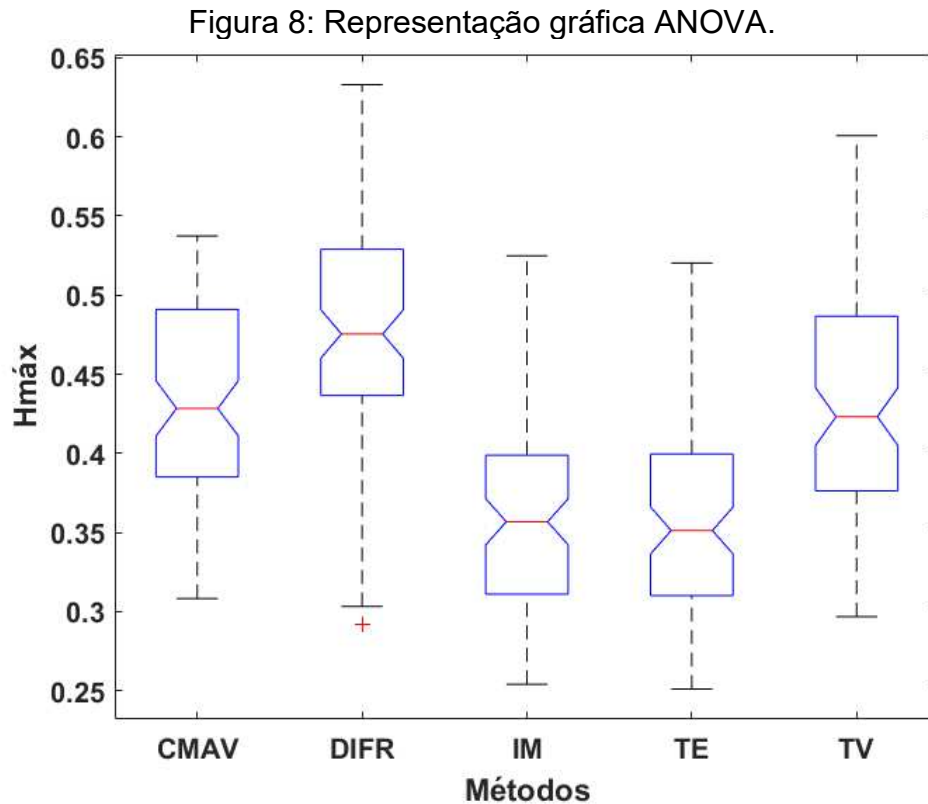
A Tabela 2 mostra a altura média ( $\pm$ desvio-padrão) da Hmáx obtida pelos diferentes métodos. É possível observar que os métodos IM e TE demonstraram um valor médio equivalente para a Hmáx, ao passo que o método DIFR evidenciou o valor mais elevado.

Tabela 2 – Hmáx (m) obtida pelos diferentes métodos.

	<b>CMAV</b>	<b>DIFR</b>	<b>IM</b>	<b>TE</b>	<b>TV</b>
Média $\pm$ DP	0,43 $\pm$ 0,06	0,47 $\pm$ 0,08	0,35 $\pm$ 0,06	0,35 $\pm$ 0,07	0,41 $\pm$ 0,08

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 8 representa graficamente o resultado do teste ANOVA. Observa-se que não há diferenças entre os métodos CMAV e TV. Da mesma forma, os métodos IM e TE também não apresentaram diferenças entre si e exibem médias inferiores quando comparados aos métodos mencionados anteriormente. Por outro lado, o método DIFR revela um valor médio mais elevado para Hmáx, evidenciando um deslocamento mais para cima na figura.



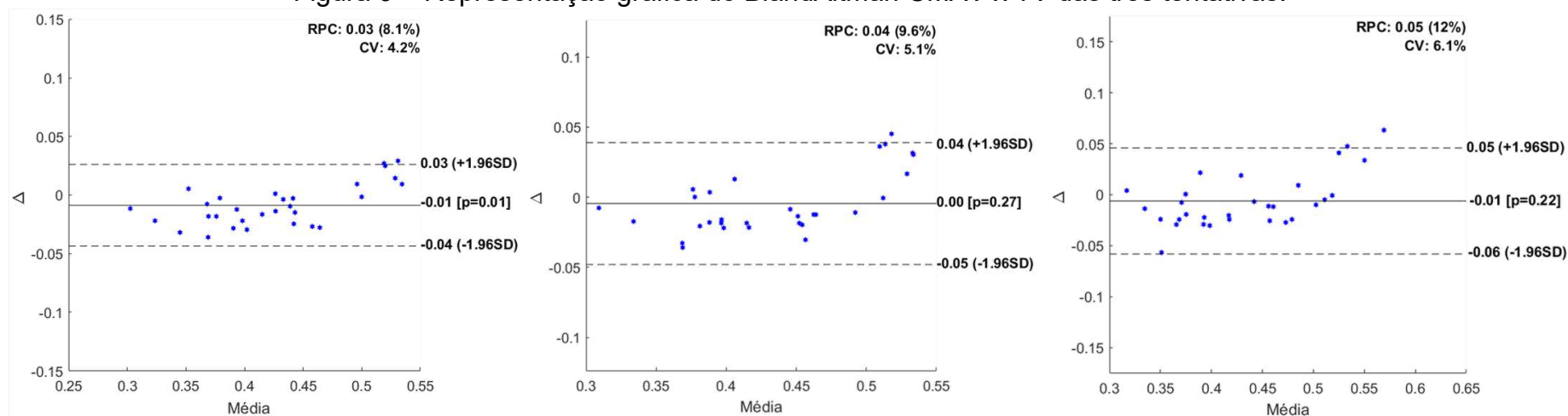
A Tabela 3 apresenta o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e resultados do teste Bland-Altman (viés, CI - intervalo de confiança de 95%) do grau de concordância entre os métodos de mensuração da Hmáx nas três tentativas de salto da amostra. Nota-se que o método TV exibe maior concordância e um viés menor em relação ao CMAV do que os outros métodos. Os gráficos de dispersão (Fig. 8) mostram os limites de concordância (método Bland-Altman) entre os procedimentos CMAV e TV para cada tentativa. O valor delta ( $\Delta$ ) representa a média de concordância (linha contínua), enquanto os valores CI - Intervalo de Confiança de 95% - são indicados por uma linha tracejada. Além disso, não foram observadas diferenças significativas entre as tentativas 2 ( $p=0.27$ ) e 3 ( $p=0.22$ ). Apesar de os demais métodos apresentarem coeficientes de determinação ( $r^2$ ) acima de 0.70, identificaram-se diferenças estatísticas entre CMAV comparado com os métodos DIFR, IM e TE (ver Tabela 3).

Tabela 3 – BlandAltman dos diferentes métodos para cálculo da Hmáx.

	Tentativa 1				Tentativa 2				Tentativa 3			
	r <sup>2</sup>	viés	CI	p	r <sup>2</sup>	viés	CI	p	r <sup>2</sup>	viés	CI	p
CMAV x DIFR	0,76	0,05	-0,01 a 0,11	0,00	0,74	0,04	-0,04 a 0,12	0,00	0,88	0,05	0,00 a 0,10	0,00
CMAV x IM	0,90	-0,08	-0,11 a -0,04	0,00	0,72	-0,08	-0,14 a -0,01	0,00	0,87	-0,08	-0,12 a -0,03	0,00
CMAV x TE	0,90	-0,08	-0,11 a -0,04	0,00	0,85	-0,08	-0,12 a -0,03	0,00	0,88	-0,08	-0,12 a -0,03	0,00
CMAV x TV	0,96	-0,01	-0,04 a 0,03	0,01	0,92	0,00	-0,05 a 0,04	0,27	0,91	-0,01	-0,06 a 0,05	0,22

Fonte: Elaboração própria.

Figura 9 – Representação gráfica do BlandAltman CMAV x TV das três tentativas.



Os gráficos representam as tentativas 1, 2 e 3, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.2 Efeitos do calçado

Os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) de Hmáx para cada participante, com e sem calçado, aproximaram-se de 0,43 m, com uma ligeira variação no desvio-padrão de  $\pm 0,06$  e  $\pm 0,05$ , respectivamente. Essas diferenças não apresentaram significância estatística ( $p = 0,6384$ ). Evidencia-se o reduzido desvio-padrão, o qual indica que os participantes sustentaram um padrão consistente na execução dos saltos ao longo das tentativas, tanto quando utilizando calçado quanto na ausência dele. Observa-se que a diferença entre as alturas com e sem calçado variam entre 0 a 3 cm, apenas em dois atletas que a diferença foi superior a isso, chegando a 4 e 6 cm.

Tabela 4 – Análise descritiva em média ( $\pm$ desvio-padrão) da altura do salto (m) com e sem calçado por sujeito e média ( $\pm$ desvio-padrão) da amostra.

	<b>Com Calçado</b>	<b>Sem Calçado</b>	<b>Diferença</b>
<i>Suj_01</i>	0,46 ( $\pm 0,01$ )	0,48 ( $\pm 0,01$ )	0,02
<i>Suj_02</i>	0,41 ( $\pm 0,01$ )	0,38 ( $\pm 0,01$ )	0,03
<i>Suj_03</i>	0,46 ( $\pm 0,00$ )	0,46 ( $\pm 0,02$ )	0
<i>Suj_04</i>	0,37 ( $\pm 0,01$ )	0,41 ( $\pm 0,01$ )	0,04
<i>Suj_05</i>	0,52 ( $\pm 0,01$ )	0,51 ( $\pm 0,01$ )	0,01
<i>Suj_06</i>	0,51 ( $\pm 0,01$ )	0,50 ( $\pm 0,01$ )	0,01
<i>Suj_07</i>	0,43 ( $\pm 0,01$ )	0,41 ( $\pm 0,00$ )	0,02
<i>Suj_08</i>	0,38 ( $\pm 0,00$ )	0,39 ( $\pm 0,02$ )	0,01
<i>Suj_09</i>	0,38 ( $\pm 0,00$ )	0,39 ( $\pm 0,01$ )	0,01
<i>Suj_10</i>	0,38 ( $\pm 0,01$ )	0,36 ( $\pm 0,01$ )	0,02
<i>Suj_11</i>	0,45 ( $\pm 0,01$ )	0,46 ( $\pm 0,00$ )	0,01
<i>Suj_12</i>	0,31 ( $\pm 0,00$ )	0,34 ( $\pm 0,00$ )	0,03
<i>Suj_13</i>	0,53 ( $\pm 0,01$ )	0,47 ( $\pm 0,03$ )	0,06
<i>Suj_14</i>	0,51 ( $\pm 0,01$ )	0,51 ( $\pm 0,02$ )	0
<i>Suj_15</i>	0,42 ( $\pm 0,01$ )	0,43 ( $\pm 0,01$ )	0,01
<b>Média<sub>total</sub></b>	<b>0,43 (<math>\pm 0,06</math>)</b>	<b>0,43 (<math>\pm 0,05</math>)</b>	<b>0,00</b>
<b>CV</b>	<b>14%</b>	<b>12%</b>	

Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao pico de força, diferenças estatisticamente significativas foram encontradas entre os dados com e sem o calçado ( $p = 0,0019$ ). Na Tabela 5,

estão dispostos os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) dos picos de força apresentados por cada participante, tanto com o uso quanto sem o uso do calçado. É notável que a maioria dos participantes demonstraram valores de pico de força superiores ao utilizar o calçado, o que é corroborado pela média global de 1,455,99 ( $\pm$ 227,15) N, em comparação com uma média de 1,416,24 ( $\pm$ 241,15) N sem o calçado. Isso representa uma diferença de 2,73%.

Tabela 5 – Análise descritiva em média ( $\pm$ desvio-padrão) do pico de força (N) com e sem calçado por sujeito e média ( $\pm$ desvio-padrão) da amostra.

	<b>Com Calçado</b>	<b>Sem Calçado</b>
<i>Suj_01</i>	1.238,90 ( $\pm$ 19,79)	1.197,10 ( $\pm$ 21,78)
<i>Suj_02</i>	1.269,47 ( $\pm$ 23,02)	1.179,63 ( $\pm$ 3,20)
<i>Suj_03</i>	1.238,80 ( $\pm$ 22,25)	1.223,73 ( $\pm$ 14,04)
<i>Suj_04</i>	1.435,03 ( $\pm$ 49,91)	1.319,13 ( $\pm$ 35,59)
<i>Suj_05</i>	1.641,87 ( $\pm$ 9,43)	1.533,60 ( $\pm$ 8,90)
<i>Suj_06</i>	1.645,80 ( $\pm$ 9,07)	1.657,80 ( $\pm$ 38,52)
<i>Suj_07</i>	1.717,80 ( $\pm$ 75,37)	1.698,67 ( $\pm$ 79,01)
<i>Suj_08</i>	1.384,53 ( $\pm$ 28,13)	1.326,63 ( $\pm$ 27,21)
<i>Suj_09</i>	1.122,87 ( $\pm$ 35,73)	1.165,17 ( $\pm$ 79,66)
<i>Suj_10</i>	1.547,07 ( $\pm$ 49,47)	1.453,93 ( $\pm$ 80,27)
<i>Suj_11</i>	1.894,60 ( $\pm$ 33,88)	1.954,27 ( $\pm$ 44,34)
<i>Suj_12</i>	1.209,23 ( $\pm$ 53,14)	1.184,17 ( $\pm$ 7,29)
<i>Suj_13</i>	1.635,87 ( $\pm$ 11,12)	1.591,03 ( $\pm$ 49,60)
<i>Suj_14</i>	1.429,10 ( $\pm$ 13,39)	1.386,20 ( $\pm$ 6,96)
<i>Suj_15</i>	1.475,53 ( $\pm$ 22,73)	1.393,50 ( $\pm$ 45,75)
<b>MÉDIA<sub>total</sub></b>	<b>1.455,99 (<math>\pm</math>227,15)</b>	<b>1.416,24 (<math>\pm</math>241,15)</b>
<b>CV (%)</b>	<b>16%</b>	<b>17%</b>

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 6 expõe os valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) do TDFm apresentados por cada participante. É perceptível que a média global é superior ao utilizar o calçado, sugerindo que a sua utilização possibilita que o atleta alcance o pico de força de maneira mais rápida, uma vez que esta variável representa a velocidade com que a força muscular é produzida durante um movimento ou contração muscular.

Entretanto, não se constatarem diferenças estatisticamente significativas ao comparar as médias com e sem o uso do calçado ( $p = 0,6384$ ).

Tabela 6 – Análise descritiva em média ( $\pm$ desvio-padrão) TDFm ( $N/s^{-1}$ ) com e sem calçado.

	<b>Com Calçado</b>	<b>Sem Calçado</b>
<i>Suj_01</i>	4.350,93 ( $\pm 586,44$ )	3.446,83 ( $\pm 346,04$ )
<i>Suj_02</i>	4.234,83 ( $\pm 375,12$ )	4.024,67 ( $\pm 244,16$ )
<i>Suj_03</i>	2.353,43 ( $\pm 637,28$ )	2.413,67 ( $\pm 331,86$ )
<i>Suj_04</i>	9.087,00 ( $\pm 457,03$ )	7.920,93 ( $\pm 393,64$ )
<i>Suj_05</i>	7.161,33 ( $\pm 1387,49$ )	4.430,63 ( $\pm 76,63$ )
<i>Suj_06</i>	9.328,70 ( $\pm 274,45$ )	10.004,47 ( $\pm 479,64$ )
<i>Suj_07</i>	10.440,97 ( $\pm 388,04$ )	10.470,87 ( $\pm 1060,75$ )
<i>Suj_08</i>	7.427,37 ( $\pm 326,44$ )	7.149,47 ( $\pm 468,48$ )
<i>Suj_09</i>	5.144,27 ( $\pm 122,37$ )	6.515,77 ( $\pm 947,23$ )
<i>Suj_10</i>	7.765,70 ( $\pm 1861,95$ )	6.010,07 ( $\pm 852,06$ )
<i>Suj_11</i>	10.077,80 ( $\pm 119,80$ )	10.764,07 ( $\pm 1049,33$ )
<i>Suj_12</i>	6.340,33 ( $\pm 890,75$ )	6.331,87 ( $\pm 431,95$ )
<i>Suj_13</i>	9.775,23 ( $\pm 392,03$ )	8.956,83 ( $\pm 267,59$ )
<i>Suj_14</i>	3.790,70 ( $\pm 79,74$ )	6.126,23 ( $\pm 1671,10$ )
<i>Suj_15</i>	8.504,70 ( $\pm 860,52$ )	8.125,20 ( $\pm 759,68$ )
<b>MÉDIA<sub>total</sub></b>	<b>6.949,42 (<math>\pm 2318,06</math>)</b>	<b>6.568,46 (<math>\pm 2272,98</math>)</b>
<b>CV (%)</b>	<b>33%</b>	<b>35%</b>

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 7 apresenta os valores do  $\Theta$  simetria para ambos os grupos nas variáveis dinâmicas. Embora os valores apresentem uma variação de 9 a -5, observa-se que eles estão mais próximos de 0 do que de 100. Esse padrão indica uma simetria entre os membros no que se refere à força pico e ao TDFm.

Tabela 7 – Dados descritivos do  $\Theta$  simetria das variáveis dinâmicas dos grupos com e sem calçado.

<b>Com Calçado</b>		<b>Sem Calçado</b>	
<b>PF</b>	<b>TDFm</b>	<b>PF</b>	<b>TDFm</b>

1,17	-0,11	-0,35	0,92
1,47	-1,21	2,41	3,08
-0,73	-3,50	0,15	0,83
-2,86	-5,02	-4,12	-6,10
0,24	2,42	2,11	0,68
-0,39	-0,91	-1,68	-2,60
-2,68	-1,39	-3,86	-5,10
6,49	9,62	5,17	4,79
2,00	0,06	0,23	-0,02
-1,32	-0,25	-1,46	-6,02
1,20	2,63	2,99	1,08
-3,60	-4,95	-1,95	-3,13
0,60	0,99	0,68	-0,84
1,46	-3,62	0,74	-2,58
0,18	4,99	1,27	3,16

Legenda: PF = pico de força; TDFm = pico da taxa de desenvolvimento de força.  
 Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 8 apresenta os valores do  $\Theta$  simetria para ambos os grupos nas variáveis cinemáticas. Novamente observa-se uma variação nos ângulos de simetria encontrados e que eles estão mais próximos de 0 do que de 100. Dessa forma, sugere-se uma simetria entre os membros no que se refere à amplitude de movimento angular de quadril, joelho e tornozelo nos seus respectivos graus de liberdade.

Tabela 8 – Dados descritivos dos valores médios ( $\pm$ desvio-padrão) do  $\Theta$  simetria das variáveis cinemáticas dos grupos com e sem calçado.

	QUADRIL						JOELHO				TORNOZELO					
	Com Calçado			Sem Calçado			Com Calçado		Sem Calçado		Com Calçado			Sem Calçado		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Z	X	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
<b>Média</b>	0,00	-7,69	2,07	-0,09	-3,60	1,04	-0,24	-7,58	-0,27	-8,41	1,34	-6,30	-8,71	1,88	-1,75	-11,10
<b>DP</b>	0,73	16,26	5,54	0,99	14,45	6,43	2,72	9,41	2,91	8,87	3,06	7,28	10,11	4,94	11,47	10,23

Legenda: DP = desvio-padrão.

Fonte: Elaboração própria.

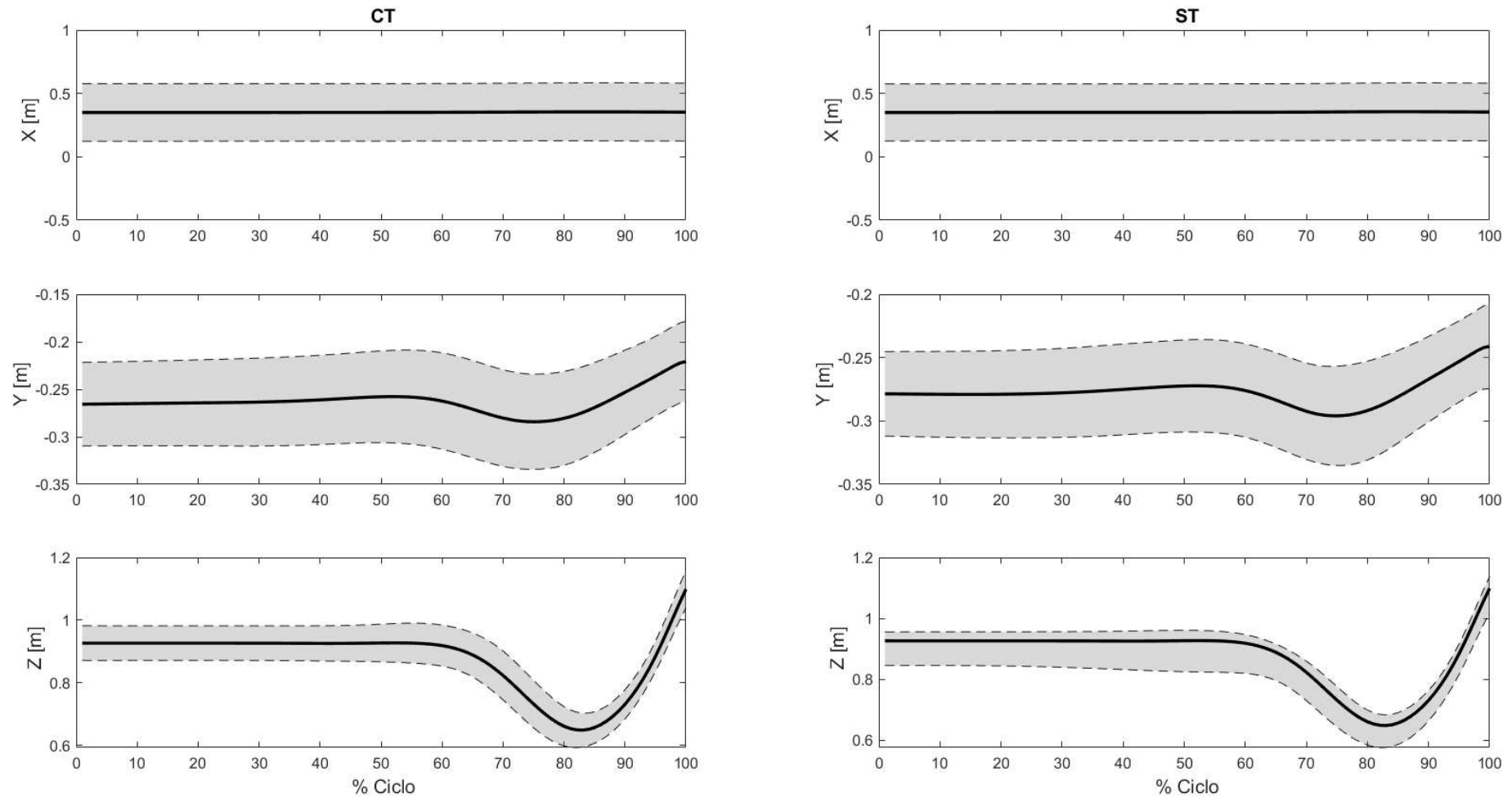


As representações gráficas relacionadas às variáveis cinemáticas serão mostradas adiante nas Figuras 9 a 13. Devido à ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os membros inferiores com relação à direita e esquerda, os gráficos foram gerados sem levar em consideração este fator. Em relação ao CM, é perceptível que o deslocamento nos três eixos foi notavelmente semelhante ao se comparar o uso ou a ausência do calçado (Fig. 9).

O cenário é similar com a velocidade do CM, que evidenciou apenas uma discreta alteração no padrão da curva e no desvio-padrão no eixo X ao ser comparada a utilização do calçado com a ausência dele. Entretanto, quando ponderada em relação à escala, essa discrepância torna-se insignificante (Fig. 10).

Com relação às amplitudes de movimento angular das articulações do quadril, joelho e tornozelo em seus respectivos graus de liberdade, torna-se evidente a presença de curvas com padrões esteticamente semelhantes e um desvio-padrão reduzido em ambas as situações, com e sem o uso do calçado (Fig. 11, 12 e 13).

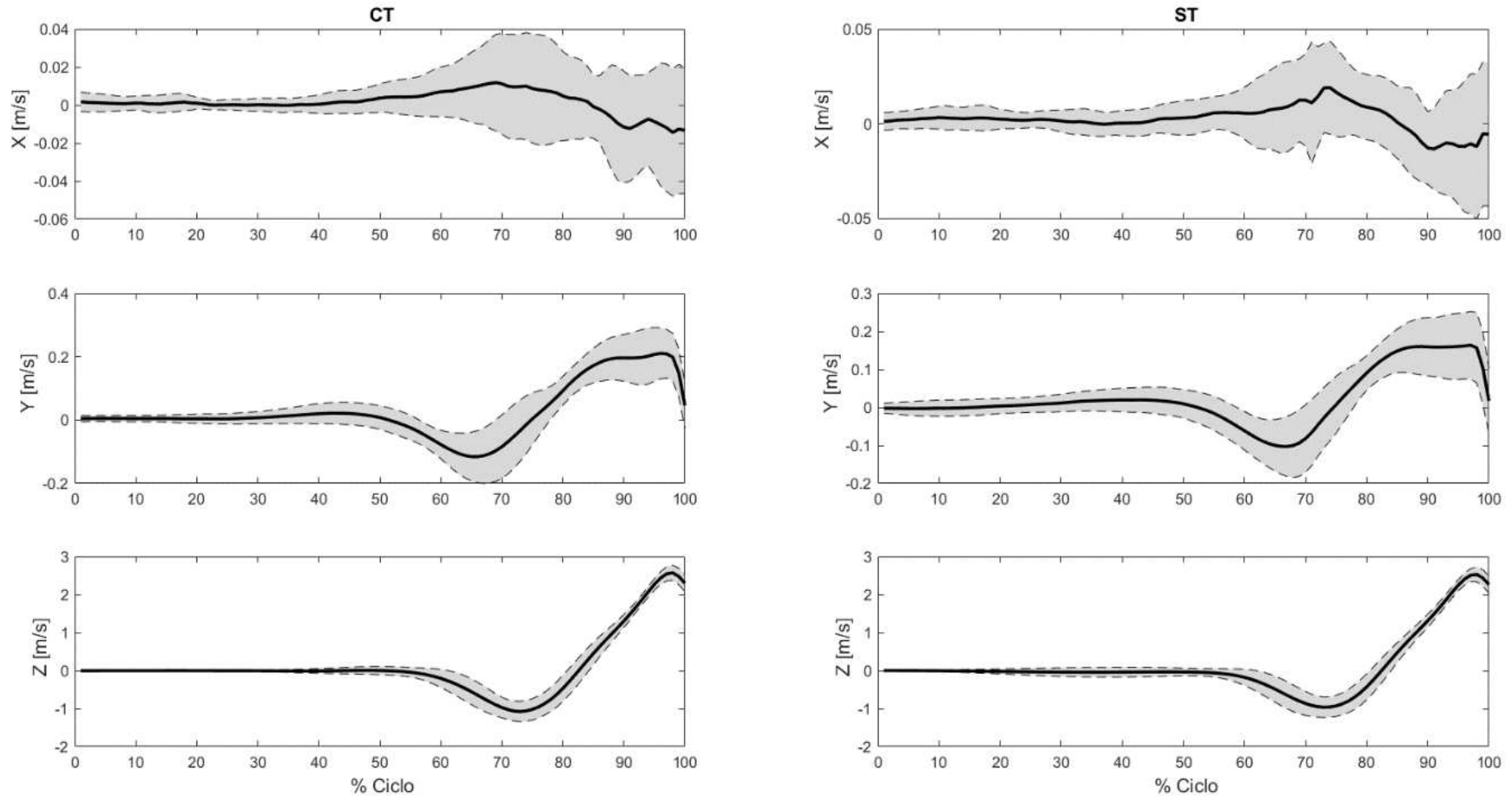
Figura 10 – Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Posição x Tempo normalizada do CM.



Legenda: CT = com calçado; ST = sem calçado; X[m] = deslocamento látero-lateral em metros; Y[m] = deslocamento ântero-posterior em metros; Z[m] = deslocamento vertical em metros.

Fonte: Elaboração própria.

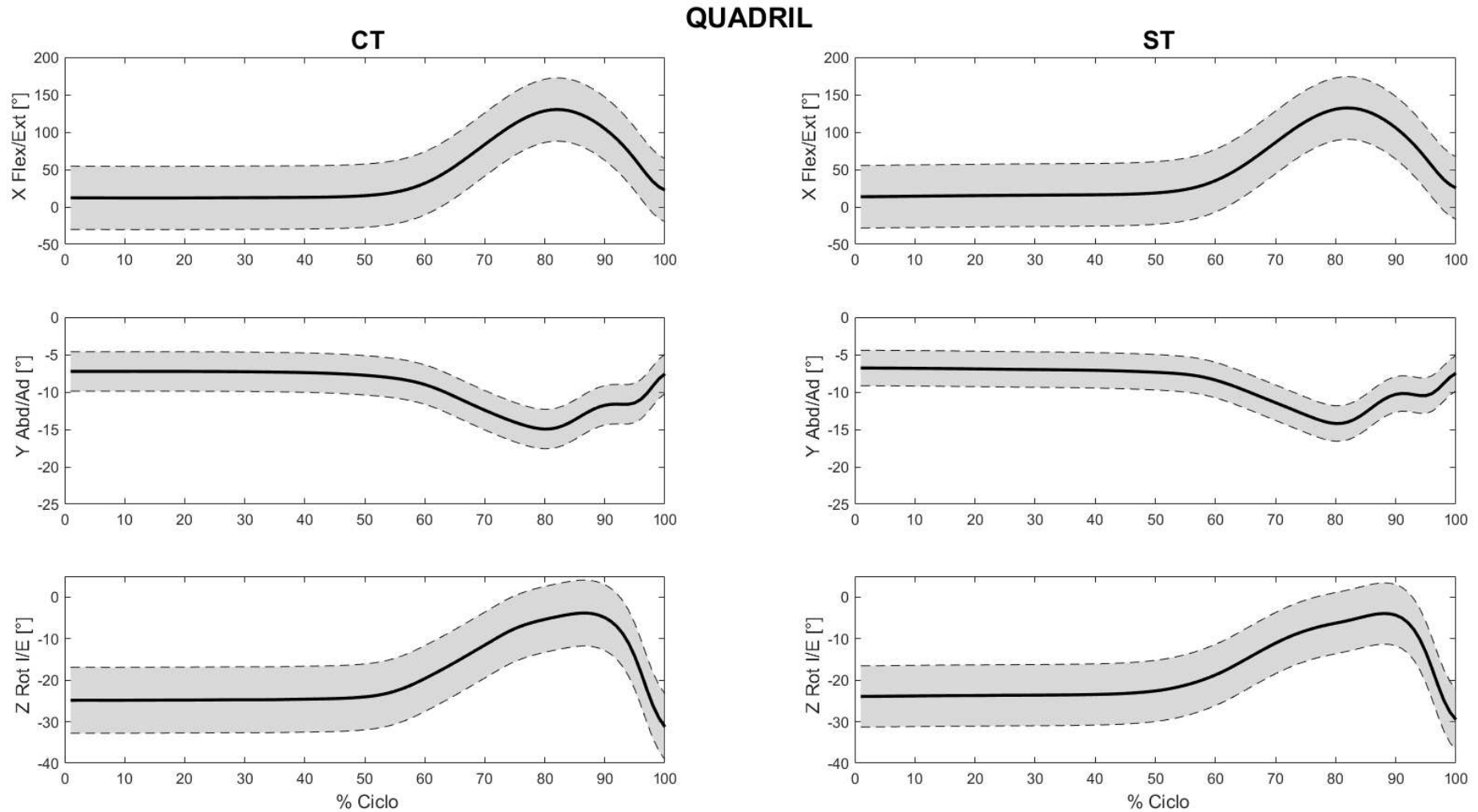
Figura 11 – Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Velocidade x Tempo normalizada do CM.



Legenda: CT = com calçado; ST = sem calçado; X[m] = velocidade látero-lateral em metros; Y[m] = velocidade ântero-posterior em metros; Z[m] = velocidade vertical em metros.

Fonte: Elaboração própria.

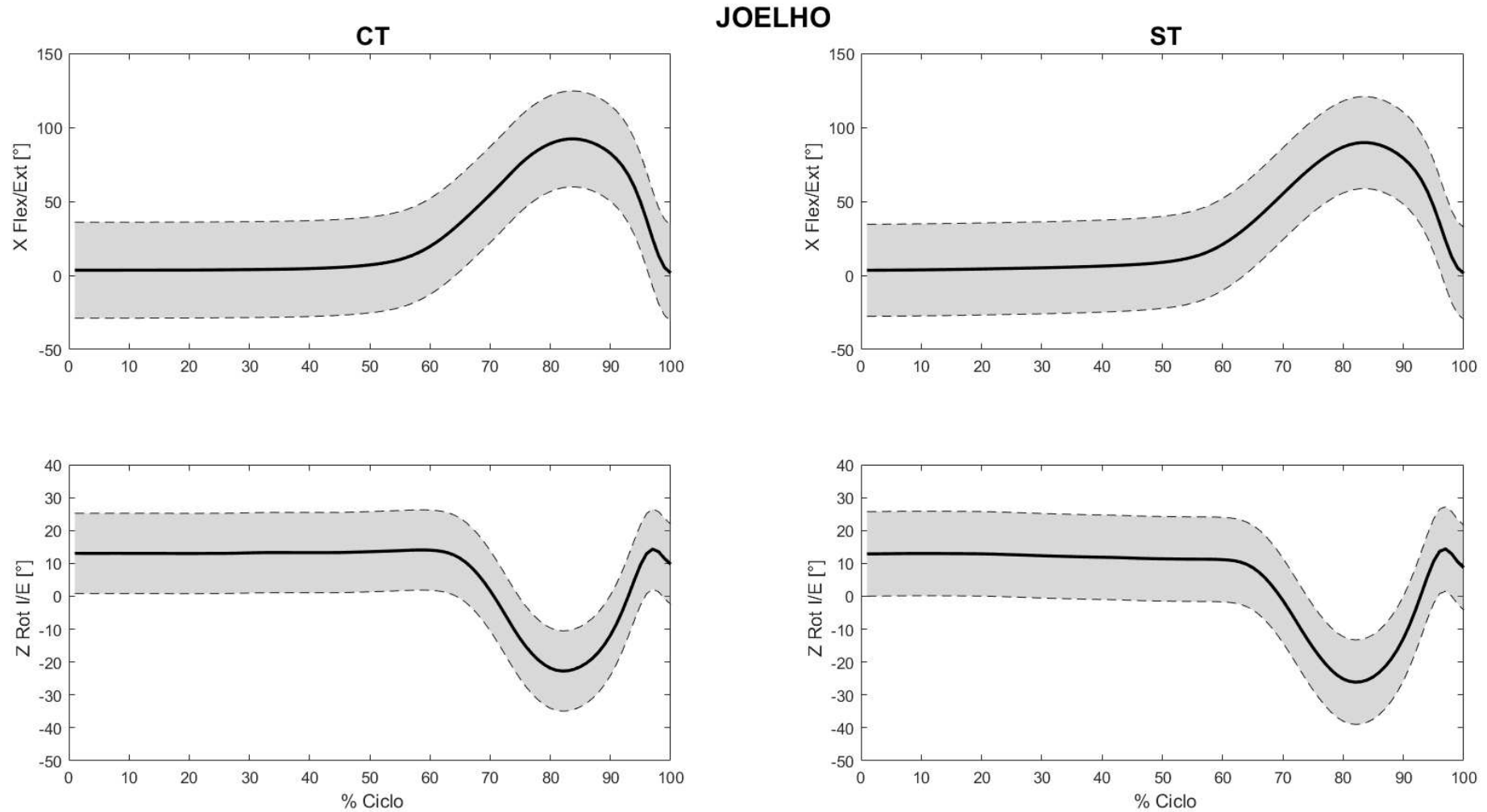
Figura 12 – Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Ângulo x Tempo normalizada do Quadril.



Legenda: CT = com calçado; ST = sem calçado; X Flex/Ext[°] = ângulos de flexão e extensão em graus; Y Abd/Ad[°] = ângulos de abdução e adução em graus; Z Rot I/E[°] = ângulos de rotação interna e externa em graus.

Fonte: Elaboração própria.

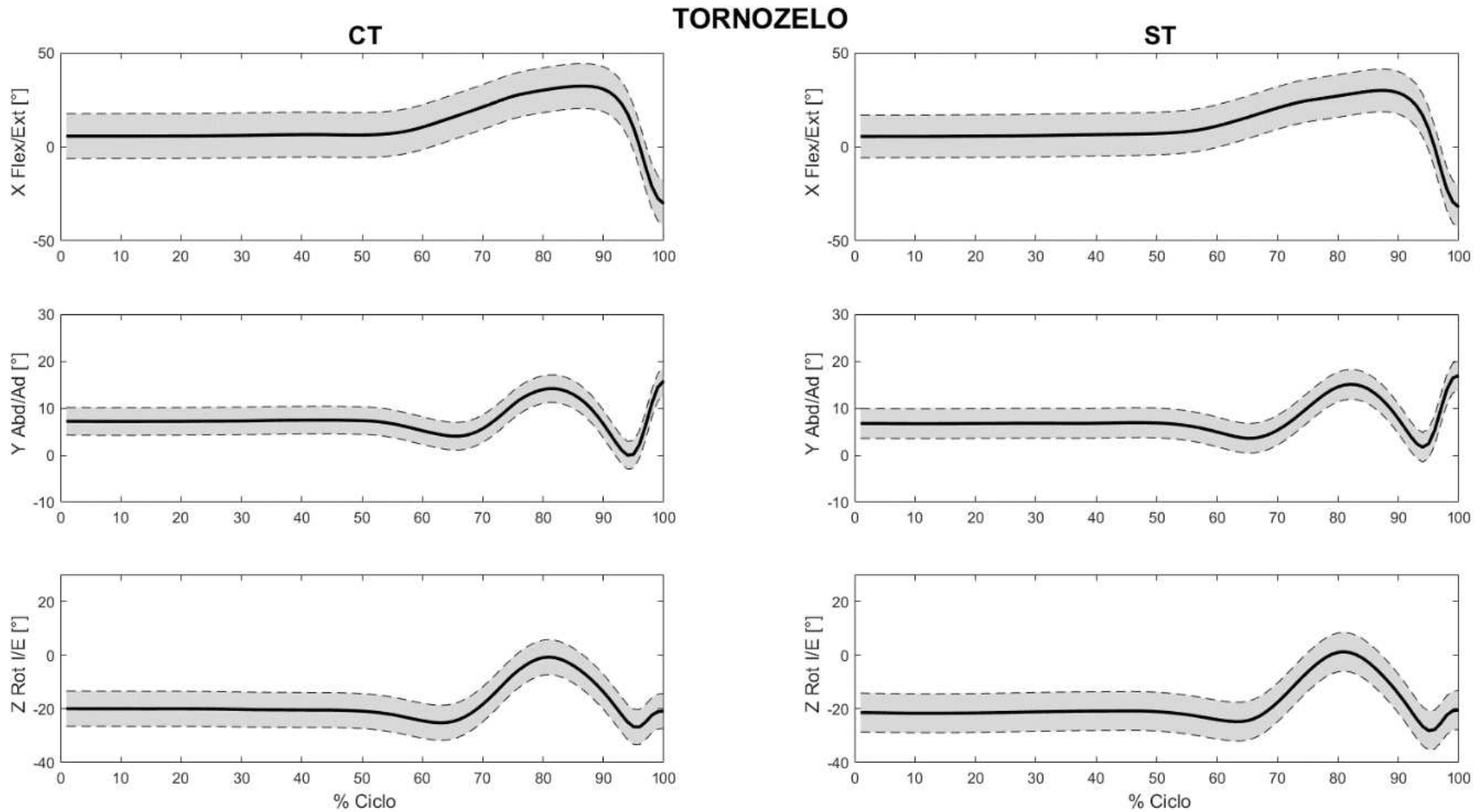
Figura 13 – Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Ângulo x Tempo normalizada do Joelho.



Legenda: CT = com calçado; ST = sem calçado; X Flex/Ext[°] = ângulos de flexão e extensão em graus; Z Rot I/E[°] = ângulos de rotação interna e externa em graus.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 14 – Representação média ( $\pm$ desvio-padrão) da curva Ângulo x Tempo normalizada do Tornozelo.



Legenda: CT = com calçado; ST = sem calçado; X Flex/Ext[°] = ângulos de flexão e extensão em graus; Y Abd/Ad[°] = ângulos de abdução e adução em graus; Z Rot I/E[°] = ângulos de rotação interna e externa em graus.

Fonte: Elaboração própria.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 Comparação métodos determinação Hmáx

O primeiro objetivo do presente estudo foi comparar os métodos de cálculo da Hmáx do SCM provenientes da plataforma de força e da cinemática. Com a hipótese de que o método do Deslocamento do CM obtido por meio da cinemática apresentará menor variação enquanto os demais métodos apresentarão variações maiores devido à possíveis erros associados à técnica de integração numérica.

Linthorne (2001) apresenta algumas vantagens e limitações dos métodos IM, TE e TV. Destaca o método TV por sua simplicidade de execução, entretanto, ele ressalta que esse método tende a superestimar a altura real do salto, uma vez que a altura do CM do saltador no momento do pouso tende a ser menor do que no instante de decolagem. Em contraste, o método IM proporciona um cálculo mais preciso da altura de salto vertical. Nesse método, a acurácia do cálculo depende da seleção adequada de um instante anterior ao início do salto, no qual o saltador se encontra em repouso e a FRS equivale ao seu peso corporal. É pertinente ressaltar que um erro de 10 N na determinação do peso corporal do saltador resulta em uma discrepância de 2-3 cm na altura de salto. Por outro lado, Linthorne (2001) considera o método TE o menos confiável dentre os três métodos, pois pode estar suscetível à acumulação de erros ao longo do processo de dupla integração utilizado para calcular o deslocamento do centro de massa do saltador. Além disso, segundo Linthorne (2001), este é particularmente sensível à seleção precisa de um instante anterior ao salto, no qual o saltador se encontra em repouso e a FRS iguala-se ao seu peso corporal (Linthorne, 2001). Nos achados do presente estudo, os métodos IM e TE não apresentaram diferenças significativas entre si, o que contrasta com os apontamentos do autor supracitado. No que diz respeito ao erro vinculado à dupla integração citado por Linthorne (2001), a mesma situação se aplicaria ao método DIFR, uma vez que emprega o mesmo tipo de cálculo. No entanto, o TE não teve valor médio superestimado, apenas o método DIFR.

Conforme constatado em pesquisas anteriores (Knihš *et al.*, 2021; Dias, 2011), o CMAV é considerado o método de referência para a estimativa da altura de salto vertical. No presente estudo também foi o método que apresentou alta correlação quando comparado com os demais métodos e sem diferença significativa entre o TV.

Dias *et al.* (2011) realizaram um estudo semelhante, comparando métodos de medição da Hmáx, visando determinar a validade concorrente dos métodos TV e

DIFR em relação ao método de vídeo (VID), usando abordagens cinemáticas. Para calcular o método TV, utilizaram um tapete de contato, enquanto para o VID, usaram uma câmera de vídeo com um marcador no trocanter, posicionada perpendicularmente ao plano sagital. As médias de altura encontradas no estudo de Dias *et al.* (2011) foram menores em comparação com as técnicas semelhantes deste estudo (CMAV e VID = 0,05m; DIFR = 0,11m; TV = 0,13m de diferença, respectivamente). Além disso, eles observaram diferenças estatisticamente significativas em comparações pareadas entre VID x TV e DIFR x TV, o que contrasta com os resultados deste estudo. Essa discrepância pode ser atribuída às diferentes instrumentações nos métodos CMAV, VID e TV, bem como ao tamanho da amostra e às características dos participantes. Enquanto este estudo analisou 30 saltos de atletas de atletismo, Dias *et al.*, (2011) examinou 300 saltos de estudantes universitários.

No estudo realizado por Heredia-Jimenez e Orantes-Gonzalez (2020), foi constatado que a utilização de uma unidade de medição inercial 3D em conjunto com o método de integração numérica para calcular a altura do SCM apresentou uma correlação mais fraca em relação ao método IM e às células fotoelétricas. No entanto, todos os sistemas de medição demonstraram uma concordância satisfatória ao comparar a altura do SCM por meio da metodologia TV, o que é comparável aos resultados deste estudo. Além disso, Heredia-Jimenez e Orantes-Gonzalez (2020) sugerem que a combinação dos dados provenientes do sistema de câmeras com a plataforma de força resultaria em uma avaliação da altura do salto mais robusta quando analisados em conjunto.

Um ponto importante a ser destacado é que alguns estudos que tratam do TV utilizam o tapete de contato para o cálculo do tempo de voo enquanto o presente estudo utilizou de plataforma de força. Apesar de o tapete de contato ser um instrumento válido para a avaliação do salto vertical, subestima o tempo de vôo e de contato quando comparado a plataforma (Borges Junior *et al.*, 2011).

#### 4.2 Efeitos do calçado

O segundo objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos do uso do calçado nas variáveis dinâmicas, sendo elas pico de força e TDFm; e cinemáticas, sendo a H<sub>máx</sub> alcançada e as amplitudes de movimento angular nas articulações do quadril, joelho e tornozelo em seus respectivos graus de liberdade. Com a hipótese



de que o uso do calçado influenciará as variáveis dinâmicas e cinemáticas, elevando os valores devido ao sistema de amortecimento incorporado ao calçado.

Com relação à  $H_{\text{máx}}$  obtida, Hébert-Losier, Boswell-Smith e Hanzlíková (2023) relataram que o uso de calçados resultou em alturas de salto significativamente menores do que descalços, mas a diferença não foi clinicamente significativa, pois foi inferior ao erro típico de 2 cm associado a essa medida. Ao comparar a amostra do presente estudo de forma individual, as alturas encontradas com e sem o calçado também apresentaram diferenças entre si, variando entre 0,1 a 0,6 m, mas não houve diferenças significativas, fato que corrobora com o estudo supracitado.

McLellan, Lovell e Gass (2011) investigaram a correlação entre a taxa de desenvolvimento de força (TDF) e o desempenho no salto vertical durante um SCM, envolvendo 33 homens fisicamente ativos. Os resultados indicaram uma média de  $1,972 \pm 358$  N para a força pico e  $10,728 \pm 4,014$  N<sup>-1</sup> para o pico da taxa de desenvolvimento de força. Ao considerar o desvio-padrão, os valores médios de pico de força e TDFm encontrados no presente estudo foram menores dos valores relatados pelos autores acima.

Em relação aos efeitos do calçado nas variáveis cinemáticas, existe uma lacuna de estudos abordando essa questão, especialmente no contexto do SCM. Chowning, Krzyszkowski e Harry (2020) investigaram possíveis discrepâncias entre calçado com amortecimento máximo<sup>2</sup> (MAX) e calçado com amortecimento padrão (STND) durante a execução do SCM. Eles concluíram que a  $H_{\text{máx}}$  e todas as variáveis temporais e verticais da FRS não apresentaram diferenças significativas entre os calçados STND e MAX. Além disso, os ângulos das articulações do quadril e do joelho no início do SCM e no final das fases de descarga, excêntrica e concêntrica não mostraram diferenças significativas entre as condições. No entanto, foram observadas diferenças moderadas e estatisticamente significativas nos ângulos da articulação do tornozelo entre as condições STND e MAX no final da fase excêntrica e no final da fase concêntrica (ou seja, no momento do descolamento). Tal achado contrasta com o presente estudo ao comparar com as condições STND, que são equivalentes ao calçado utilizado nesta pesquisa, uma vez que não foi encontrado

---

<sup>2</sup> A indicação comercial dos calçados maximalistas enfoca um aumento distinto no material e/ou /amortecimento da entressola em comparação com os calçados convencionais. Até o momento, não existem definições embasadas em pesquisas disponíveis para categorizar esses calçados com base em critérios como massa, diferença de altura entre o calcanhar e a ponta do pé, espessura da sola ou materiais de amortecimento (Chowning, Krzyszkowski e Harry, 2020).

diferenças significativas na amplitude de movimento angular na articulação do tornozelo.

Uma limitação deste estudo pode ser associada à abordagem de análise das variáveis dinâmicas e cinemáticas. Considera-se que uma análise integrada dos dados poderia proporcionar resultados mais sólidos. Em estudos futuros, seria interessante agregar a análise dos dados ao longo de toda a execução do movimento, especialmente na fase subsequente à etapa de voo, momento em que ocorre o impacto da aterrissagem, pouco explorada pela literatura. Essa fase pode oferecer informações significativas sobre o amortecimento das articulações e a interação com o calçado (Chowning, Krzyszkowski, Harry, 2021).

## **5 CONCLUSÃO**

Com os resultados do presente estudo é possível concluir que o método CMAV é o mais apropriado. Por ser um método de medição direta, está isento de

procedimentos de inferência ou estimativa, suprimindo a necessidade de incorporar modelos e cálculos matemáticos.

No entanto, o método TV realizado com plataforma de força pode ser adotado quando o uso do CMAV não for viável, uma vez que não mostrou diferenças significativas entre si na maioria das tentativas. Além disso, o calçado não impactou na simetria entre os membros em nenhuma das variáveis analisadas, tampouco resultou em aumento na  $H_{m\acute{a}x}$  atingida. No entanto, ao ser utilizado, observou-se um pico de força superior em comparação com a execução descalça.

## REFERÊNCIAS

ADIDAS. Tênis Duramo SL 2.0. Disponível em: <https://www.adidas.com.br/tenis-duramo-sl-2.0/HP2386.html>. Acesso em: 22 jun. 2023.

ANDERSON, J.; WILLIAMS, A. E.; NESTER, C. Musculoskeletal disorders, foot health and footwear choice in occupations involving prolonged standing, **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 81, 2021. DOI: 10.1016/j.ergon.2020.103079.

BESIER, T. F., *et al.* External loading of the knee joint during running and cutting maneuvers, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 7, p. 1168-1175, 2001. DOI: 10.1097/00005768-200107000-00014.

BORGES JÚNIOR, N. G. *et al.* Validade de um novo tapete de contato para avaliação do salto vertical. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 17, n. 1, p. 26-32, 2011. DOI: 10.5016/1980-6574.2011v17n1p26.

CHOWNING, L. D., KRZYSZKOWSKI, J., HARRY, J. R. Maximalist shoes do not alter performance or joint mechanical output during the countermovement jump, **Journal of Sports Sciences**, v. 39, n. 1, p. 108-114, 2021. DOI: 10.1080/02640414.2020.1808277

DIAS, J. A., *et al.* Validity of Two Methods for Estimation of Vertical Jump Height, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 7, p. 2034-2039, 2011. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181e73f6e.

DING, Z., *et al.* In Vivo Knee Contact Force Prediction Using Patient-Specific Musculoskeletal Geometry in a Segment-Based Computational Model, **Journal of Biomechanical Engineering**, v. 138, n. 2, p. 021018 1-9, 2016. DOI: 10.1115/1.4032412.

ESCAMILLA, R. F., *et al.* Patellofemoral compressive force and stress during the forward and side lunges with and without a stride, **Clinical Biomechanics** (Bristol, Avon), v. 23, n. 8, p. 1026-1037, 2008. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2008.05.002.

HARMAN, E. A., *et al.* The effects of arms and countermovement on vertical jumping, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 22, n. 6, p. 825-833, 1990. DOI: 10.1249/00005768-199012000-00015. PMID: 2287261.

HARRY, J. R., *et al.* Effects of footwear condition on maximal jumping performance, **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1657–1665, 2015. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000813.

HÉBERT-LOSIER, K.; BOSWELL-SMITH, C.; HANZLÍKOVÁ, I. Effect of Footwear Versus Barefoot on Double-Leg Jump-Landing and Jump Height Measures: A Randomized Cross-Over Study, **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 18, n. 4, p. 845-855, 2023. DOI: 10.26603/001c.81107.

HEISHMAN, A. D., *et al.* Countermovement Jump Reliability Performed With and Without an Arm Swing in NCAA Division 1 Intercollegiate Basketball Players, **Journal**

**of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 2, p. 546-558, 2020. DOI: 10.1519/jsc.0000000000002812.

HEREDIA-JIMENEZ, J.; ORANTES-GONZALEZ, E. Comparison of three different measurement systems to assess the vertical jump height, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, p. 143-146, 2020.

HEWETT, T. E., *et al.* Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study, **American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 4, p. 492-501, 2005. DOI: 10.1177/0363546504269591.

HILÁRIO, B. E. B. *et al.* Analysis of the use of insoles in the dynamic stability of the lower limbs in recreational runners: An exploratory study. **Gait & Posture**, v. 92, p. 435-441, 2022. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.12.017.

HODGES, S. J., *et al.* Effects of fatigue on bilateral ground reaction force asymmetries during the squat exercise, **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 11, p. 3107-3117, 2011.

JOHNSTON, L. A. *et al.* A single set of biomechanical variables cannot predict jump performance across various jumping tasks. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 2, p. 396-407, 2015. DOI: 10.1519/jsc.0000000000000779.

KIRBY, T. J. *et al.* Relative net vertical impulse determines jumping performance. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 27, n. 3, p. 207-214, 2011. DOI: 10.1123/jab.27.3.207.

KNIHS, D. A. *et al.* Reliability and sensitivity of countermovement jump-derived variables in detecting different fatigue levels. **Journal of Physical Education**, v. 32, n. 1, p. e-3232, 2021.

KO, M.; MA, T.; XIONG, S. Acute Effects of Carbon Fiber Insole on Three Aspects of Sports Performance, Lower Extremity Muscle Activity, and Subjective Comfort. **Sensors**, v. 23, n. 4, 2154, 2023.

LAPORTA, J. W. *et al.* Effects of different footwear on vertical jump and landing parameters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 733-7, 2013. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318280c9ce.

LINTHORNE, N. P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 11, p. 1198-1204, 2001. DOI: 10.1119/1.1397460.

MATIJEVICH, E. S. *et al.* A foot and footwear mechanical power theoretical framework: Towards understanding energy storage and return in running footwear. **Journal of Biomechanics**, v. 141, 2022. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2022.111217.

MCLELLAN, C. P.; LOVELL, D. I.; GASS, G. C. The role of rate of force development on vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 2, p. 379–385, 2011.

MEDEIROS, F. B. **Identificação de assimetrias bilaterais dos membros inferiores por meio de salto vertical em plataforma de força**. Dissertação de Mestrado na área de Ciências do Esporte, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: UFMG, 2013.

MÜNDERMANN, A.; STEFANYSHYN, D. J.; NIGG, B. M. Relationship between footwear comfort of shoe inserts and anthropometric and sensory factors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 11, p. 1939–1945, 2001.

ORTEGA, J. A. *et al.* Energetics and Biomechanics of Running Footwear with Increased Longitudinal Bending Stiffness: A Narrative Review. **Sports Medicine**, v. 51, p. 873–894, 2021. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01406-5>.

PETROSKI, E. L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Pallotti, 1999.

SMITH, R. E. *et al.* Footwear and Sex Differences in Performance and Joint Kinetics During Maximal Vertical Jumping. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 6, p. 1634-1642, 2020. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002740.

STEFANYSHYN, D. J.; WANNOP, J. W. The influence of forefoot bending stiffness of footwear on athletic injury and performance. **Footwear Science**, v. 8, n. 2, p. 51-63, 2016. DOI: 10.1080/19424280.2016.1144652.

UGRINOWITSCH, C. *et al.* Influence of training background on jumping height. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 848-852, 2007. DOI: 10.1519/r-20162.1.

ZIFCHOCK, R. A. *et al.* The symmetry angle: a novel, robust method of quantifying asymmetry. **Gait Posture**, v. 27, n. 4, p. 622-7, 2008.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você está sendo convidado a participar de forma voluntária da pesquisa “*Análise cinética e cinemática tridimensional dos saltos verticais de atletas de atletismo sub-18*”, coordenada pelo professor Amanda Piaia Silvatti. Seu responsável permitiu que você participe. Queremos saber a influência da assimetria na força dos membros inferiores no desempenho do salto e nos ângulos das articulações do quadril, joelho e tornozelo. Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Participarão desta pesquisa atletas de atletismo sub-18.

A pesquisa será feita no Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais (CTE/UFMG) no Laboratório de Força, onde os atletas irão realizar três saltos com contramovimento, com intervalo de um minuto entre as tentativas. Para que o movimento seja quantificado e analisado dentro dos programas e softwares necessários serão fixados, nos membros inferiores e tronco, marcadores com fita dupla face antialérgica. Este protocolo é considerado seguro, mas é possível ocorrer riscos semelhantes aos já encontrados durante os treinos, sendo os de lesões musculares e articulares que serão tratadas rapidamente pela Divisão de Corpo de Bombeiros convocados pelos pesquisadores. Além do possível constrangimento perante as câmeras de filmagem. Porém, os atletas não devem se preocupar, pois as imagens serão restritas ao uso exclusivo dos pesquisadores, e serão devidamente preservadas as identidades dos indivíduos. Esta pesquisa contribuirá para descrever seu padrão de movimento durante os saltos e as diferenças entre os membros inferiores direito e esquerdo em relação à força e aos ângulos articulares, além da prevenção de lesões. Em caso de gerar algum risco à sua integridade física, mental ou outra natureza, você pode nos procurar pelos telefones que tem no final do texto.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem a sua permissão. Sua participação ocorrerá sem qualquer forma de pagamento, pois será voluntária. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período permanente após o término da pesquisa.

Eu, \_\_\_\_\_, aceito participar da pesquisa “*Análise cinética e cinemática tridimensional dos saltos verticais de atletas de atletismo sub-18*”. Entendi os riscos e benefícios dela. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir sem nenhum problema. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

**Pesquisador 1:** Amanda Piaia Silvatti **Telefone:** (31) 3612-5430 **E-mail:** amandasilvatti@ufv.br  
**Pesquisador 2:** Luíza Stephanie Tavares **Telefone:** (31) 98617-3881 **E-mail:** luizatavares@ufmg.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:  
 COEP/UFMG – Comitê de Ética em Pesquisa/Universidade Federal de Minas Gerais/ AV. Presidente Antonio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901 Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005 Telefone: (031) 3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br Horário de atendimento: 09:00 às 11:00 / 14:00 às 16:00

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do Pesquisador

**APÊNDICE 2****FICHA ANAMNESE**

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

Email: \_\_\_\_\_

Data Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_

Membro inferior dominante: \_\_\_\_\_

**1. Você tem algum dos sintomas abaixo?** Dor nas costas Dor nas articulações Dor nos tendões Dores musculares Doença pulmonar (edema, asma, enfisema, outra) Outras, Quais?

Explique:

**2. Algum médico disse que você tinha alguma restrição à prática de atividade física (inclusive cirurgia)?** Não Sim

Explique:

**3. Há quanto tempo você treina? E, atualmente você treina quantas vezes por semana?****4. Pratica outro tipo de atividade física? Qual? Quantas vezes por semana?****5. Em qual período do dia costuma realizar seus treinos?****6. Qual modalidade do atletismo?****7. Sente algum tipo de dor ou sobrecarga muscular durante o treino?****8. Já sofreu algum tipo de lesão devido à prática do atletismo?** Sim Não

Se sim, qual(is):



## ANEXOS

### ANEXO 1 Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE CINÉTICA E CINEMÁTICA TRIDIMENSIONAL DOS SALTOS VERTICAIS DE ATLETAS DE ATLETISMO SUB-18

**Pesquisador:** AMANDA PIAIA SILVATTI

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 55890422.2.0000.5149

**Instituição Proponente:** Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.442.031

##### Apresentação do Projeto:

Este projeto será um estudo observacional do tipo transversal (Cross Section), com objetivo de analisar os diferentes tipos de saltos verticais dos atletas (salto agachado, salto com contramovimento e salto em profundidade), por meio da força de reação do solo e dos ângulos articulares dos membros inferiores. Buscamos comparar o padrão de movimento, que envolve a avaliação biomecânica tridimensional da cinética (força vertical de reação do solo) e cinemática (ângulos articulares, altura máxima) dos saltos verticais de atletas de atletismo sub-18 do Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais-MG. Justifica-se pelo fato que o desempenho esportivo é resultado da união de diversos fatores e, atualmente, as provas rápidas, como corridas de velocidade e os saltos, têm seus resultados definidos com pouca diferença entre os primeiros colocados (CBAT, 2021). Assimetrias na cinética podem influenciar nos parâmetros cinemáticos dos saltos verticais, uma vez que pode gerar aumento da energia despendida, diminuição da eficiência muscular e aumento da fadiga (HOGDES et al., 2011). Portanto, o objetivo do estudo será analisar os diferentes tipos de saltos verticais de atletas de atletismo sub-18, nas modalidades de saltos, corridas de velocidade e provas combinadas, por meio da força de reação do solo e dos ângulos articulares dos membros inferiores, buscando comparar o padrão de movimento. Serão convidados os atletas de atletismo sub-18 que estão ativos no processo de treinamento, nas modalidades de saltos, corridas de velocidade e provas combinadas, do Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais.

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 - 2º. Andar - Sala 2005 - Campus Pampulha

**Bairro:** Unidade Administrativa II

**CEP:** 31.270-901

**UF:** MG

**Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 5.442.031

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:** Analisar os diferentes tipos de saltos verticais de atletas de atletismo sub-18, nas modalidades de saltos, corridas de velocidade e provas combinadas, por meio da força de reação do solo e dos ângulos articulares dos membros inferiores, buscando comparar o padrão de movimento.

**Objetivo Secundário:** 1. Analisar a cinética e cinemática do salto Squat Jump; 2. Analisar a cinética e cinemática do salto Countermovement Jump; 3. Analisar a cinética e cinemática do salto Drop Jump; 4. Identificar a altura ótima do Drop Jump; 5. Identificar a simetria da força de reação do solo; 6. Identificar a simetria dos ângulos articulares dos membros inferiores; 7. Identificar a potência dos membros inferiores pela realização da análise cinética do salto; 8. Realizar aferição das medidas antropométricas do sujeito com o objetivo de auxiliar na identificação das características específicas do indivíduo e compor as equações de variáveis calculadas.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os autores:

**Riscos:** Antes da realização dos testes os voluntários serão informados sobre os procedimentos da coleta de dados para que possam se preparar adequadamente. Deverão vestir um short que tem o hábito de usar no treinamento e um top, no caso das mulheres. O resto do corpo ficará exposto diante das pesquisadoras para palpação e fixação dos marcadores retro reflexivos nos pontos anatômicos. Esse procedimento pode causar algum tipo de desconforto, pois os pontos anatômicos devem ser rigorosamente detectados. Durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos semelhantes aos apresentados durante a prática esportiva do atletismo pelos atletas, sendo de lesões musculares como entorses. No entanto, este risco será minimizado devido ao curto tempo de execução da tarefa analisada. O voluntário não terá a identidade exposta e todo o processo será realizado com profissionalismo e da forma menos invasiva possível.

**Benefícios:** A pesquisa contribuirá para:- Identificação de assimetrias nos membros inferiores através da análise cinética e cinemática dos mesmos;- Identificação da potência dos membros inferiores através do salto realizado na plataforma de força;- Identificação do padrão cinemático do salto através das variáveis lineares e angulares. Além disso, os atletas terão conhecimento de seu padrão de movimento através da junção das análises cinéticas e cinemáticas de todos os saltos. Com isso, poderão comparar com o que se espera de acordo com seu nível de treinamento e auxiliar os treinadores na montagem de treinos mais específicos para a manutenção ou melhora

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627  $\angle$  2º. Andar  $\angle$  Sala 2005  $\angle$  Campus Pampulha

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.442.031

do padrão de movimento do atleta. Os resultados dos testes, assim que prontos, serão enviados via e-mail aos voluntários.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante para a área de conhecimento, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte, conta com financiamento próprio e não possui instituição co-participante.

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

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados e encontram-se adequados.

O pesquisador atendeu todas adequações solicitadas.

1-Inclusão do Termo de Anuência do local onde será realizado o estudo;

2-Inclusão do consentimento para registro de imagens.

3-No TALE:

3.1. Inclusão de informações sobre os riscos e desconforto e benefícios;

3.2 Inclusão de informação de que não haverá nenhuma forma de pagamento;

3.3 Inclusão de informação sobre a disponibilização de apoio em caso de gerar algum risco à integridade física, mental ou outra natureza;

3.4 Inclusão de informação dos dados do CEP;

3.5. Inclusão de informações sobre o responsável, local e tempo de armazenamento dos dados de pesquisa.

**Recomendações:**

Não há recomendações.

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

Conforme as considerações apresentadas, SMJ, o parecer é favorável à aprovação do projeto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.442.031

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1867924.pdf	18/05/2022 15:40:47		Aceito
Outros	Consentimento_registroimagem.pdf	18/05/2022 15:40:02	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
Outros	Termo_anuencia.pdf	18/05/2022 15:39:39	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_modificado.pdf	18/05/2022 15:39:21	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
Outros	Carta_Resposta.pdf	18/05/2022 15:38:51	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
Outros	Parecer_Consubstanciado.pdf	15/02/2022 08:12:51	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	10/02/2022 10:28:38	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	10/02/2022 10:28:24	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	09/02/2022 20:19:07	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoFinal.pdf	07/01/2022 14:31:07	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
Outros	Anamnese.pdf	07/01/2022 14:27:31	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	07/01/2022 14:21:06	LUIZA STEPHANIE TAVARES	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 5.442.031

BELO HORIZONTE, 31 de Maio de 2022

---

**Assinado por:**  
**Críssia Carem Paiva Fontainha**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar 2 Sala 2005 2 Campus Pampulha

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br