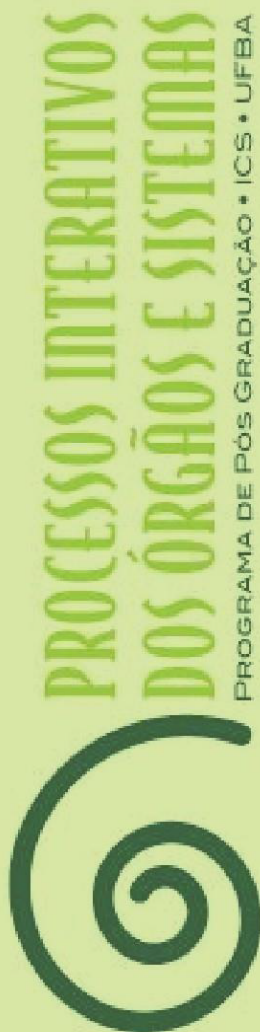


UFBA

Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Ciências da Saúde

GRIMALDO FERREIRA DA SILVA JÚNIOR

CONCORDÂNCIA ENTRE MÉTODOS DE  
AVALIAÇÃO DA POSTURA DO PÉ



Salvador  
2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE PROCESSOS INTERATIVOS  
DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS**

**GRIMALDO FERREIRA DA SILVA JÚNIOR**

**CONCORDÂNCIA ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO  
DA POSTURA DO PÉ**

Salvador  
2022

**GRIMALDO FERREIRA DA SILVA JÚNIOR**

**CONCORDÂNCIA ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO  
DA POSTURA DO PÉ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Sena da Conceição

Salvador  
2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586 Silva Júnior, Grimaldo Ferreira da  
Concordância entre métodos de avaliação da postura do pé/Grimaldo  
Ferreira da Silva Júnior. – Salvador, 2022.  
70 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Sena da Conceição.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de  
Ciências da Saúde/Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos  
dos Órgãos e Sistemas, 2022.  
Inclui referências e apêndices.

1. Tênis de corrida. 2. Minimalista. 3. Queda de sapato. 4. Postura do pé.  
5. Lesões relacionadas a corrida. 6. Arco do pé. I. Conceição, Cristiano Sena  
da. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDU 616-089.43

# FOLHA DE APROVAÇÃO

DocuSign Envelope ID: 77C9122C-616C-481D-BF9A-ADFD19800586



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
Instituto de Ciências da Saúde



PROCESSOS INTERATIVOS  
DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS



---

## TERMO DE APROVAÇÃO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO

GRIMALDO FERREIRA DA SILVA JÚNIOR

CONCORDÂNCIA ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA POSTURA DO PÉ

Salvador, Bahia, 07 de dezembro de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA:

DocuSigned by  
*Cristiano Sena da Conceição*

---

PROF. DR. CRISTIANO SENA DA CONCEIÇÃO (Examinador Interno)

DocuSigned by  
*Ana Lúcia Barbosa Goes*

---

PROFA. DRA. ANA LUCIA BARBOSA GOES (Examinadora Interna)

DocuSigned by  
*Paulo Roberto Garcia Lucareli*

---

PROF. DR. PAULO ROBERTO GARCIA LUCARELI (Examinador Externo)

DocuSigned by  
*Roberto Rodrigues Bandeira Tosta Maciel*

---

PROF. DR. ROBERTO RODRIGUES BANDEIRA TOSTA MACIEL (Examinador Externo)

Dedico este trabalho primeiramente ao nosso Pai maior, que, em todos os momentos, me mostra caminhos para eu seguir firme e com fé nessa jornada. Afinal, que mal vem aos homens de bem?

## AGRADECIMENTOS

Tenho consciência de que não caminhei sozinho, sendo assim sou extremamente convicto de que não crescemos sem base sólida e forte. Por isso, agradeço imensamente:

- Ao nosso Pai maior. Por direcionar, no meu caminho, pessoas que me deram as mãos nessa construção do aprendizado;

- Ao professor Cristiano Sena, orientador, amigo e grande incentivador. Um professor que, com humildade e sabedoria, ensina com leveza e paciência. Obrigado por tudo;

- À minha esposa, Dalviani Couto Santos, uma mulher guerreira, parceira e amiga. Compreendeu a importância do processo e esteve ao meu lado em todos os momentos;

- Meu sogro, Agnaldo de Azevedo Santos, e minha sogra, Maria Dalva Couto Santos, pessoas admiráveis e de um coração gigantesco;

- Aos meus animais de estimação Meg, Doroty, Raul, Florzinha e Lua (*in memoriam*) por ficarem noites em claro ao meu lado. Parece bobeira, mas acredite: no silêncio, fizeram muita diferença;

- Aos meus pais, Grimaldo Ferreira da Silva e Francisca Edilma Alves Fiuza Ferreira da Silva. Um metalúrgico e uma professora nordestinos. Uma cearense e um baiano, cujo sobrenome sempre foi sinônimo de trabalho. Por vocês, por mim e por toda a nossa família, seguirei firme no propósito;

- Minhas irmãs Liliane Ferreira e Lilian Ferreira, quanta caminhada juntos à escola, vocês são mulheres admiráveis e, mesmo não sendo o irmão mais presente, nós sempre estamos perto no coração, na alma e no pensamento.

- Guilherme Ferreira, meu sobrinho que hoje segue sua luta, escolheu estudar fisioterapia e educação física. É nosso orgulho, o primeiro a ter a oportunidade de graduar em uma Universidade Federal. Sim, é possível e, através da educação, os Ferreiras da Silva vêm deixando seu legado;

- Aos grandes amigos Vinicius Sepúlveda, José Admirço Lima Filho, Reniere Augusto Jones da Silva, Otoni Dórea e Murilo Neves, que muitas vezes escutaram meus desabafos e, com calma e sabedoria, me deram muitos conselhos, minha eterna gratidão;

- A toda equipe de coleta dos dados do Grupo de Pesquisas em Fisioterapia da UFBA, gratidão eterna;

- Aos voluntários da pesquisa, pela confiança e paciência ao doar seu tempo durante as avaliações, que foram fundamentais para a conclusão deste estudo;

- Aos colegas do mestrado. Foi muito desafiador, haja vista que precisamos nos adequar ao formato on-line, além de toda a tensão da Covid-19, mas, ainda assim, foi muito gratificante conviver com vocês em cada disciplina e atividade desenvolvida nestes dois anos. Ao nosso querido grupo: à Panela, representado por mim, Juliana, Laís e Andressa, grandes amigas, Obrigado, José da Natividade, meu amigo, gratidão;
- Aos profissionais Carlos, Célia, Tarcísio e Alyson do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas. A caminhada com o apoio de vocês fica muito mais fácil, obrigado por toda dedicação e ajuda prestada;
- A toda equipe de professores do programa de Pós-graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas;
- Aos integrantes da banca examinadora, a contribuição de todos é de suma importância e valia para meu aprendizado.
- Por fim e não menos importante, agradeço, em especial, ao amigo Osiris Castro por doar seu tempo juntamente com uma amiga, que foi peça-chave para que eu pudesse escrever essa história. Ana Paula Menezes Vaz Queiroz Almeida, você foi uma enviada por Deus e tamanha generosidade não poderia deixar de ser lembrada. Gratidão eterna.



A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.

*Albert Einstein*

Silva Júnior GFda. Concordância entre os métodos de avaliação da postura do pé [dissertação]. Salvador: Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia; Salvador. 70 p.

## RESUMO

**Introdução:** O entendimento dos mecanismos de lesão relacionados à corrida tem sido alvo de inúmeros estudos. Fatores intrínsecos, como desequilíbrios musculares nos membros inferiores, morfologia da postura do pé e padrões inapropriados de movimentos, e extrínsecos, como volume, frequência e calçados, têm sido reportados como elementos que contribuem para o surgimento de lesão em corredores. As variações da postura neutra do pé, classificadas em pronada e supinada, alteram a mecânica dos membros inferiores e podem facilitar o surgimento de lesão em corredores. Levando isso em consideração, é essencial que o examinador clínico tenha noção dos diversos métodos de avaliação da postura do pé para que, à luz da evidência e da sua experiência, possa escolher o método que irá utilizar em sua prática clínica. Na outra ponta, está a influência dos paradigmas dos calçados de corrida. É controversa a prática de prescrição de tênis com intuito de prevenir lesões, seja no paradigma do controle ou não dos movimentos de pronação ou no paradigma dos tênis minimalistas, que, por serem mais leves e flexíveis que os tradicionais, permitiriam uma corrida mais natural e menos lesiva. Entretanto, poucos estudos dedicam atenção à demonstração dos instrumentos avaliativos da postura do pé que suportem a tomada de decisão clínica seja para ajuste do modelo biomecânico ou para orientação de calçados para a prática de corrida. **Objetivo:** Analisar o grau de concordância entre diferentes métodos de avaliação da postura do pé, assim como conduzir uma revisão sistemática da literatura sobre a relação entre tênis minimalistas e ocorrência de lesões em corredores. **Métodos:** Para analisar a concordância entre os métodos de definição da postura do pé, foi realizado um corte transversal em uma amostra com 26 participantes de ambos os sexos. Para esse fim, foi conduzida uma análise de correlação teste a teste entre o Índice de Postura do Pé de 6 itens (IPP-6), Baropodometria e videogrametria 2D, além da análise da confiabilidade intraexaminador (teste-reteste) do instrumento videogrametria 2D tanto para caminhada e corrida. Em relação à revisão sistemática, dois revisores independentes procuraram estudos que envolvessem a influência do salto dos calçados de corrida na ocorrência de lesão em diferentes bases de dados eletrônicas (Embase, Pubmed e Cochrane) e, para os estudos incluídos, foram analisados os riscos de viés através da escala PEDro. Para os resultados homogêneos, foi conduzida uma metanálise. Os resultados foram analisados em grupos pela diferença da média ponderada, e o intervalo de confiança de 95% foram calculados. **Resultados:** A postura do pé neutra foi a mais frequente em todos os métodos. A média do desvio angular máximo da eversão do retropé foi de  $9,06 \pm 4,12$  graus na caminhada e  $10,29 \pm 4,10$  graus na corrida. A média da variação ou amplitude de movimento do retropé entre o valor máximo e mínimo na caminhada foi  $6,24 \pm 2,53$  graus e na corrida,  $7,70 \pm 2,62$  graus. O IPP-6 foi o método que apresentou menor concordância com os demais métodos. A baropodometria e a videogrametria 2D apresentaram moderada concordância. Não houve concordância do IPP-6 e da baropodometria com a videogrametria 2D para definição da postura do pé correndo a 10Km/h. A videogrametria 2D caminhando a 4km/h apresentou alta confiabilidade para variável “variação entre a máxima e mínima” e moderada confiabilidade da variável “eversão máxima”. Na corrida, a videogrametria 2D apresentou fraca confiabilidade na variável “eversão máxima” [ICC = 0,30 (-0,10-0,61),  $p < 0,05$ ] e moderada confiabilidade na variável

“variação entre a máxima e mínima” [ICC = 0,51 (0,15-0,75),  $p < 0,05$ ]. Em relação à revisão sistemática com metanálise, o teste de efeito global ( $Z = 6,89$ ,  $p < 0,0001$ ) revelou que o tênis minimalista aumentou significativamente a ocorrência de lesão (RR 2,59, 95% CI 1.93 – 3.27) quando comparado aos tênis tradicionais. A subanálise dos grupos parcialmente e totalmente minimalista indica que a lesão foi mais frequente no grupo parcialmente minimalista. **Conclusão:** A postura do pé mais frequente entre os métodos estudados foi a neutra. De maneira geral, os testes apresentaram fraca confiabilidade, sendo o IPP-6 o que apresentou menor confiabilidade. A baropodometria e a videogrametria 2D apresentaram maior grau de confiabilidade. A videogrametria 2D se mostrou confiável na definição da postura do pé caminhando, porém não confiável na corrida a 10Km/h, e o desfecho “variação entre a máxima e mínima” parece ser a opção de escolha para avaliar a postura do pé durante a caminhada. Por fim, a revisão sistemática apontou que o tênis minimalista tende a aumentar a ocorrência de lesão em corredores e que, por esse motivo, talvez seja prudente realizar uma etapa de adaptação às características do tênis minimalista.

**Palavras-chave:** Tênis de corrida. Minimalista. Queda de sapato. Lesões relacionadas a corrida. Postura do pé. Arco do pé.

## ABSTRACT

**Introduction:** The understanding of injury mechanisms related to running has been the subject of numerous studies. Intrinsic factors, such as muscle imbalances in the lower limbs, foot posture morphology and inappropriate movement patterns, and extrinsic factors, such as volume, frequency and footwear, have been reported as elements that contribute to the onset of injuries in runners. Variations of the neutral foot posture classified as pronated and supinated alter the mechanics of the lower limbs, which may facilitate the onset of injuries in runners. Taking this into account, it is essential that the clinical examiner is aware of the various methods of assessing foot posture so that, in light of the evidence and experience, he can choose the method that he will use in his clinical practice. At the other end, is the influence of running shoe paradigms. The practice of prescribing sneakers in order to prevent injuries is controversial, whether in the paradigm of controlling or not pronation movements or in the paradigm of minimalist sneakers that, because they are lighter and more flexible than traditional ones, would allow a more natural and less harmful run. However, few studies pay attention to the demonstration of foot posture evaluative instruments that support clinical decision-making, whether for adjusting the biomechanical model or for orienting shoes for running. **Objective:** To analyze the degree of agreement between different foot posture assessment methods, as well as conducting a systematic review of the literature on the relationship between minimalist sneakers and the occurrence of injuries in runners. **Methods:** To analyze the agreement between the methods for defining foot posture, a cross-section was carried out in a sample of 26 participants of both sexes. To this end, a test-by-test correlation analysis was conducted between the 6-item Foot Posture Index (PPI-6), Baropodometry and 2D videogrammetry, in addition to the intra-examiner reliability analysis (test-retest) of the 2D videogrammetry instrument for both walking and running. Regarding the systematic review, two independent reviewers looked for studies involving the influence of the heel of running shoes on the occurrence of injury in different electronic databases (Embase, Pubmed and Cochrane), and for the included studies, the risks of bias were analyzed through the PEDro scale. For homogeneous results, a meta-analysis was conducted. The results were analyzed in groups by the weighted mean difference, and the 95% confidence interval was calculated. **Results:** The neutral foot posture was the most frequent in all methods. The mean maximum angular deviation of rearfoot eversion was  $9.06 \pm 4.12$  degrees in walking and  $10.29 \pm 4.10$  degrees in running. The average variation or range of movement of the hindfoot between the maximum and minimum value in walking was  $6.24 \pm 2.53$  degrees and in running,  $7.70 \pm 2.62$  degrees. The IPP-6 was the method that showed the lowest agreement with the other methods. Baropodometry and 2D videogrammetry showed moderate agreement. There was no agreement between the IPP-6 and the baropodometry with the 2D videogrammetry to define the posture of the foot running at 10Km/h. 2D videogrammetry walking at 4km/h showed high reliability for the variable "variation between maximum and minimum" and moderate reliability for the variable "maximum eversion" [30 (-0.10-0.61),  $p < 0.05$ ] and moderate reliability in the variable "variation between maximum and minimum" [ICC = 0.51 (0.15-0.75),  $p < 0.05$ ]. Regarding the systematic review with meta-analysis, the global effect test ( $Z = 6.89$ ,  $p < 0.0001$ ) revealed that minimalist running shoes significantly increased the occurrence of injury (RR 2.59, 95% CI 1.93 – 3.27) when compared to traditional running shoes. The subanalysis of the partially and fully minimalist groups indicates that the injury

was more frequent in the partially minimalist group. **Conclusion:** The most frequent foot posture among the studied methods was neutral. In general, the tests showed poor reliability, with the IPP-6 showing the lowest reliability. Baropodometry and 2D videogrammetry were more reliable. 2D videogrammetry proved to be reliable in defining foot posture while walking, but not reliable in running at 10 km/h, and the outcome "variation between maximum and minimum" seems to be the option of choice to assess foot posture during walking. The systematic review pointed out that minimalist shoes tend to increase the occurrence of injuries in runners and that, for this reason, it might be prudent to carry out an adaptation stage to the characteristics of minimalist shoes.

**Keywords:** Running shoes. Minimalist. Shoe drop. Running related injuries. Foot posture. Foot arc.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CONSORT	<i>Consolidated Standards of Reporting Trials</i>
COP	Centro de pressão
DP	Desvio Padrão
EVA	Etil Vinil Acetato
FPI	<i>Foot Posture Index</i>
FPI-6	<i>6-item Foot Posture Index</i>
ICS-UFBA	Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia
IPP	Índice de Postura do Pé
IPP-6	Índice de Postura do Pé na versão com 6 itens
MID	Membro inferior direito
PAC	Pavilhão de Aulas do Canela
ReBEC	Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UTN	<i>Universal Trial Number</i>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Apoio bipodal em uma caixa	24
<b>Figura 2</b>	Palpação e observação curvaturas maleolares	24
<b>Figura 3</b>	Exame de baropodometria	25
<b>Figura 4</b>	Imagens do nosso acervo pessoal	26
<b>Figura 5</b>	Imagens do nosso acervo pessoal	26
<b>Figura 6</b>	Imagens referente ao CvMob	26
<b>ARTIGO 1</b>		
<b>Figura 1</b>	Momento de pausa para coleta de informação	35
<b>Figura 2</b>	Momento de pausa e marcação dos pontos	35
<b>Figura 3</b>	Momento de processamento da cinemática angular CvMob 3.6 do ano 2017	36
<b>Figura 4</b>	Momento de verificação de relatório	36
<b>Figura 5</b>	Gráfico de Bland-Altman: concordância da Eversão máxima intraexaminador vídeo 4Km/h, revelando moderada confiabilidade [ICC = 0,5 (0,13-0,74), p<0,05].	40
<b>Figura 6</b>	Gráfico de Bland-Altman: concordância da Variação entre máxima e mínima intraexaminador vídeo 4Km/h, revelando alta confiabilidade [ICC = 0,83 (0,65-0,92), p<0,05].	41
<b>Figura 7</b>	Gráfico de Bland-Altman: concordância da Eversão máxima intraexaminador vídeo 10Km/h, revelando fraca confiabilidade [ICC = 0,30 (-0,10-0,61), p<0,05].	41
<b>Figura 8</b>	Gráfico de Bland-Altman: concordância da Variação entre a máxima e mínima intraexaminador vídeo 10Km/h, revelando moderada confiabilidade [ICC = 0,51 (0,15-0,75), p<0,05].	42
<b>ARTIGO 2</b>		
<b>Figura 1</b>	Review Manager (Reuman) Version 5.3 The cochrane collaboration, 2013	49

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

<b>Tabela 1</b>	Postura do pé da amostra	37
<b>Tabela 2</b>	Análise de confiabilidade entre os métodos na definição de cada postura do pé	38
<b>Tabela 3</b>	Análise de concordância entre os métodos IPP-6 e Baropodometria	38
<b>Tabela 4</b>	Análise de concordância entre os métodos IPP-6 e Videogrametria 4km/h	39
<b>Tabela 5</b>	Análise de concordância entre os métodos IPP-6 e Videogrametria 10km/h	39
<b>Tabela 6</b>	Análise de concordância entre os métodos Baropodometria e Videogrametria 4km/h	39
<b>Tabela 7</b>	Análise de concordância entre os métodos Baropodometria e Videogrametria 10km/h	40

### ARTIGO 2

<b>Tabela 1</b>	Síntese dos ensaios clínicos sobre incidência de lesão (n=4)	49
<b>Tabela 2</b>	Síntese dos ensaios clínicos na cinemática(n=6)	50
<b>Tabela 3</b>	Escala PEDro realizada sobre os estudos de ensaio clínico referente à Tabela 2	50



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	18
1.1 JUSTIFICATIVA	19
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 <b>Objetivo Geral</b>	20
1.2.2 <b>Objetivo Específico</b>	20
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	21
2.1 BIOMECÂNICA DO TORNOZELO E PÉ	21
2.2 AVALIAÇÃO DO PADRÃO DA POSTURA DO PÉ	22
2.3 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DA POSTURA DO PÉ	23
2.3.1 <b>Índice da postura do pé – IPP-6</b>	23
2.3.2 <b>Baropodometria</b>	24
2.3.3 <b>Videogrametria2D</b>	25
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	27
3.1 ASPECTOS ÉTICOS	27
3.2 DESENHO DO ESTUDO E LOCAL	27
3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA	28
3.3.1 <b>Crítérios de inclusão e não exclusão</b>	28
3.3.2 <b>Procedimentos e instrumentos para a coleta dos dados</b>	28
3.3.3 <b>Organização e análise dos dados</b>	30
<b>4 RESULTADOS</b>	31
4.1 ARTIGO 1 <b>Relação entre diferentes métodos de avaliação da postura do pé na caminhada e corrida</b>	31
4.2 ARTIGO 2 <b>Efetividade do <i>drop</i> na prevenção de lesão em corredores: revisão sistemática com metanálise</b>	46
<b>5 DISCUSSÃO</b>	53
<b>6 CONCLUSÃO</b>	55

<b>REFERÊNCIAS</b>	56
<b>APÊNDICES</b>	63
<b>APÊNDICE A</b> Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	63
<b>APÊNDICE B</b> Cartaz de convite para participar do estudo	67
<b>APÊNDICE C</b> Dados Demográficos	68
<b>APÊNDICE D</b> Ficha de Pontuação do FPI-6	69

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade física, como meio de melhora da qualidade de vida, tem sido preconizada em diversos programas de saúde. Uma das práticas físicas mais comuns é a corrida. Entretanto, a natureza do esporte, que envolve volume e repetição, expõe as estruturas corporais a elevado nível de estresse mecânico, o qual, acrescentado a fatores biomecânicos internos, como sobrepeso, desequilíbrio muscular e movimentos fora do padrão desejável, podem contribuir para o surgimento de lesão<sup>1</sup>.

Em relação aos padrões de movimentos (gestuais) realizados durante a corrida, muita atenção tem sido dada à função do pé durante a etapa propulsora e na fase de atenuação e transferências das cargas para o solo e demais regiões do corpo. O movimento de pronação do pé é necessário para que o pé absorva as cargas e a irregularidade do terreno e, por outro lado, a redução da pronação é necessária para dar rigidez ao pé para que se torne uma eficiente alavanca na propulsão. A excessiva pronação e supinação do pé alteram a mecânica dos membros inferiores (MMII), que associada aos movimentos de repetição da caminhada e corrida, contribui com o aumento da ocorrência de lesão<sup>1,2</sup>. A postura do pé tem sido associada a disfunções proximais, incluindo síndrome do estresse tibial medial e tendinopatia patelar<sup>3</sup>.

Diversos métodos têm sido empregados para avaliar a postura do pé e podem ser classificados em métodos estáticos, quando o examinador fica parado em apoio bipodal ou em mesas de exame, como nas radiografias e tomografias, e em dinâmicos, como na caminhada e corrida<sup>4,5</sup>. Um dos mais empregados é o Índice da Postura do Pé (IPP-6), uma avaliação estática, que, quando comparada a ela mesma, tem boa confiabilidade intra-avaliadores e é simples de executar<sup>6</sup>. A baropodometria também é um método simples e permite a análise da postura do pé durante a caminhada (dinâmica), porém requer um instrumento mais sofisticado<sup>7,8</sup>. A videogrametria tem um custo relativamente baixo, pois o recurso com maior valor seria a câmera para filmar em alta velocidade. Esse método permite medidas dinâmicas tanto na marcha quanto na corrida<sup>9</sup>. Já a radiografia e tomografia apresentam boa definição de imagem e maior visualização da estrutura interna, porém emitem radiação ionizante<sup>4</sup>.

A busca por métodos de avaliação da postura do pé tem recebido cada vez mais atenção da comunidade científica. É cada vez mais frequente estudos que investigam o uso de

tecnologias para análise do movimento, em especial na relação da postura do pé com a lesão musculoesquelética<sup>10</sup>.

Como a lesão relacionada à corrida é foco de grande parte dos estudos ligados a esse esporte, é cada vez mais comum o surgimento de novos conceitos, aqui chamados de paradigmas que tentem ser resolutivos na questão prevenção de lesão. Uns dos paradigmas mais explorados, especialmente pela indústria do esporte, é a qualidade da estrutura do tênis. Tradicionalmente, os tênis para corrida oferecem pouco controle de movimentos e são dotados de elementos que garantem maior estabilidade sem perder o amortecimento, como contraforte rígido e entressola de espuma. De outro lado, surgiu o conceito dos tênis minimalistas, que advoga que os tênis devem ser mais leves e flexíveis para mimetizar o movimento dos pés como se fosse uma corrida descalça e, por isso, os minimalistas seriam mais funcionais e produziriam um menor número de lesão. Entretanto, o efeito das propriedades biomecânicas desses materiais na redução de risco de lesão ainda requer maior nível de evidência científica, apesar de o advento mais recente das placas de carbono ter aperfeiçoado a performance<sup>2</sup>.

Diante do exposto, percebe-se a necessidade de estudar e analisar mais detidamente os métodos de avaliações da postura do pé, em especial, o grau de concordância entre eles para que a comunidade clínica possa definir a aplicabilidade dos testes em suas demandas diárias, assim como, com base nos resultados da metanálise, orientar sobre o processo de adaptação dos tênis minimalistas.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A compreensão sobre os mecanismos associados a parâmetros cinéticos funcionais em corredores é uma das partes mais importantes da abordagem terapêutica, pois permite que haja a correta implementação de recursos tanto para prevenção quanto para a reabilitação desses sujeitos. Identificar o grau de concordância entre os métodos de avaliações da postura do pé, bem como verificar os tipos apropriados de calçados poderiam nos direcionar para uma prática clínica mais assertiva. Por isso que se torna extremamente relevante avaliar a postura do pé e verificar calçados esportivos e seu *drop* (altura do salto do tênis) e como esses aspectos influenciam tanto o gestual esportivo quanto a qualidade de vida desses indivíduos.

## 1. 2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Analisar o grau de concordância entre diferentes métodos de avaliação da postura do pé.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Descrever a postura do pé em uma amostra de corredores recreacionais.

Analisar a confiabilidade intraexaminador da videogrametria 2D na definição da postura do pé.

Verificar a concordância na definição da postura do pé em tarefas diferentes: caminhada e corrida.

Revisar sistemática o efeito do *drop* (salto do tênis) dos calçados de corrida na prevenção de lesão.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 BIOMECÂNICA DO TORNOZELO E PÉ

A articulação do tornozelo está entre a superfície da tíbia e da fíbula, com a face superior do tálus, e sua ação primária, no plano sagital, promove movimentos de dorsiflexão e flexão plantar. A amplitude de movimento é maior na flexão plantar do que na flexão dorsal, uma vez que, na flexão plantar, o tálus se projeta para frente e o movimento é limitado pelo estiramento da cápsula anterior, músculo tibial anterior e extensores dos dedos. Já a flexão dorsal é limitada pelo tensionamento do espesso tendão de calcâneo e ainda há a possibilidade de choque do domo talar com a tíbia. O maléolo lateral é mais distal e posterior ao maléolo medial, fato que deixa o eixo da articulação oblíqua, o que, combinado aos eixos oblíquos das demais articulações do pé, permitem os movimentos triplanares de pronação e supinação<sup>11</sup>.

A estrutura do pé é dividida em: retro, médio e antepé. O retro pé é composto pelos ossos calcâneo e tálus. O mediopé envolve os ossos navicular, cuboide e cuneiformes e, por fim, os metatarsos e as falanges compõem o antepé. No retro e mediopé, se encontram os arcos plantares. O arco longitudinal lateral, também chamado de estático, tem a função apoiar e estabilizar a descida da borda lateral do pé ao longo da fase inicial do apoio. O arco longitudinal medial, composto pelo calcâneo, navicular e primeiro metatarso, é chamado de dinâmico, pois tende a deformar na fase de aceitação do peso da marcha e a devolver a energia cinética elástica na fase de propulsão. O arco transversal é composto pelos metatarsos e cuneiformes e ajuda na manutenção da forma em abóbada do pé, oferecendo sustentação e rigidez ao pé, ação importante na propulsão<sup>12</sup>.

A exigência sobre os pés, em sua função, determina que eles tenham uma certa flexibilidade para absorver o impacto, mas também necessitam ser relativamente rígidos para que possam resistir às forças propulsoras<sup>9</sup>. Desse modo, o movimento combinado do pé na marcha pode ser resumido aos movimentos triplanares de pronação e supinação. A pronação em cadeia fechada é acompanhada de eversão do calcâneo, adução e flexão plantar do tálus e rotação interna da tíbia. Já na supinação, ocorrem, simultaneamente, os movimentos de inversão do calcâneo, abdução e flexão dorsal do tálus, acompanhados de rotação externa da tíbia. Na pronação, os eixos das transtarsais (tálus, navicular, calcâneo e cuboide) ficam

paralelos, e o pé fica maleável e flexível. Esta ação é importante na fase de aceitação do peso da marcha, para melhor absorção das cargas e adaptação às irregularidades do terreno. Na supinação, os eixos convergem e deixam o pé rígido e travado, ação importante, pois é melhor ter uma estrutura rígida para servir de bom braço de alavanca na propulsão<sup>13</sup>.

A análise da postura do pé, combinada com a morfologia do arco longitudinal medial (alto ou baixo), pode revelar associações entre alta rigidez dos pés, nas pessoas com o arco longitudinal alto e pés supinados, e instabilidade e acúmulo de tensões exageradas nas superfícies plantar e medial dos pés, da perna e dos joelhos, no caso de arco baixo e pés pronados<sup>11</sup>.

## 2.2 AVALIAÇÃO DO PADRÃO DA POSTURA DO PÉ

A literatura aponta uma diversidade de métodos e instrumentos de avaliação para definição da postura do pé. Existem métodos que se dedicam à análise apenas em apoio bipodal e outros focados na análise dinâmica. A avaliação do pé de forma estática requer que o sujeito fique em pé em apoio bipodal. Na verdade, não se pode falar em avaliação estática, já que, quando em pé, não estamos parados. O corpo fica em constante oscilação, como em uma base conectada a um pêndulo invertido. Por esse motivo, essa avaliação poderia ser chamada de quase estática<sup>14,15</sup>. Dentre os instrumentos mais usados para avaliação da postura do pé em apoio bipodal, destacam-se: queda do navicular, altura do arco e o IPP-6. A queda do navicular ou altura da tuberosidade navicular é uma medida feita em apoio com pé na posição neutra. Medidas que apontem quedas entre 10mm a 15mm são descritas como desabamento do navicular<sup>16</sup>. O índice da altura do arco parece ter boa confiabilidade intra-avaliador<sup>17</sup>. O IPP-6 é uma avaliação multiplanar de fácil aplicação, na qual são observados seis critérios e pontuações para pronação (+1, +2) ou supinação (-1, -2) e uma pontuação (0) para pé neutro. Somam-se os pontos e classifica-se o tipo de pé<sup>18</sup>.

A postura do pé e sua relação com lesão ainda requer maior evidência. Entretanto, alguns estudos inferem que um pé mais pronado pode estar associado a dores patelofemorais e síndrome por estresse tibial medial<sup>17</sup>. À medida que a altura do arco medial diminui, o hálux e as pressões plantares do médiopé aumentam, fato que pode predispor a calosidades, sesamoidite e hálux valgo e desconforto na face medial e plantar por acúmulo de tensão nas partes moles. Estudos com análise cinemática 3D da postura do pé na caminhada sugerem que pés altamente pronados ou supinados tendem a maiores lesões por entorses<sup>18-21</sup>.

Os pés neutros possuem altura mediana do arco longitudinal medial, retropé próximo da perpendicularidade em relação ao solo e concentração da carga na coluna central do pé. Já os pés pronados tendem a ter arcos baixos, retropé evertido e aumento da carga na coluna medial do pé. Por outro lado, os pés supinados tendem à elevação do arco medial, retropé invertido e aumento da carga na coluna lateral do pé<sup>22</sup>.

Tanto na avaliação em apoio bipodal quanto na marcha e na corrida, o foco é analisar a amplitude de eversão e inversão do retropé e a morfologia dos arcos plantares para definição da postura do pé, que usualmente é classificada em neutra, pronada e supinada<sup>20</sup>.

## 2. 3 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DA POSTURA DO PÉ

### 2.3.1 Índice de postura do pé (IPP-6)

O índice de postura do pé, em sua versão resumida, envolve uma análise de seis itens. É de fácil execução, confiável, sensível e conta com uma versão traduzida e adaptada ao Brasil, o que viabiliza uma melhor compreensão sobre a escala<sup>23</sup>.

Para realizar o teste, o examinador solicita que o avaliador permaneça em apoio bipodal em uma caixa (Figura 1), com pés paralelos, dentro de uma base de sustentação garantida por um bloco de EVA de 7,5 x 20cm. Em seguida, o avaliador palpa a cabeça do tálus e observa as curvaturas supra e inframaleolar lateral (Figura 2), a posição do calcâneo com goniômetro, proeminência da região navicular do tálus, a congruência do arco longitudinal medial e a abdução e adução do pé em relação ao retropé. A postura do pé é definida pela somatória da pontuação de cada item. A graduação dos seis itens são entre 0 (neutro), +1 ou +2 (pronado) e -1 ou -2 (supinado). O valor alto (+6 a +9) indica pé pronado e +10 hiperpronado. Resultado negativo sugere um pé supinado, entre -1 e -4, e altamente supinado entre -5 e -12. Já o pé neutro será aquele que receber pontuação próxima a zero (entre zero e +5)<sup>24</sup>.



**Figura 1** - Apoio bipodal em uma caixa.



Fonte: autoria própria

**Figura 2** - Palpação e observação curvaturas maleolares.



Fonte: autoria própria

Os resultados do IPP6 apontam boa confiabilidade intraexaminador e interexaminador, quando comparados aos dos outros testes, como queda do navicular<sup>25,26</sup>.

A aplicabilidade do teste IPP6 abrange uma gama considerável em relação às faixas etárias, foi notada excelente concordância entre avaliadores, sugerindo que o IPP-6 pode ser aplicável clinicamente<sup>27,28</sup>.

Sobre a praticidade do IPP-6, vale salientar que esse método não se restringe aos especialistas em avaliação e tratamento dos pés. Profissionais com experiência em exame musculoesquelético foram capazes de produzir boas respostas interexaminadores com um treinamento básico, assim o IPP-6 tem sido uma das ferramentas mais utilizadas em estudos clínicos que requerem a definição da postura do pé<sup>29,30</sup>.

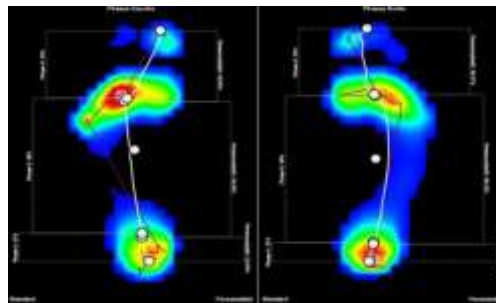
Vale a ressalva que a postura estática do IPP-6 foi aprimorada nessa versão, eliminando dois pontos dos oito da versão anterior e, como um teste estático, é de boa aplicabilidade, principalmente intra-avaliador, mas deixa uma lacuna sobre teste para tarefas dinâmicas como a caminhada e corrida<sup>31</sup>.

### 2.3.2 Baropodometria

A avaliação da postura do pé, através da baropodometria, é um recurso que vem sendo amplamente utilizado, passando na prática e em estudos clínicos<sup>32,33</sup>.

A definição da postura do pé no exame dinâmico se dá pela análise da trajetória do centro de pressão e a mancha de calor que determina o volume de carga na imagem da tela. Nesse caso, o pé neutro apresenta trajetória de centro de pressão e aumento de volume na região central do pé; no pé supinado, a trajetória do centro de pressão e carga se encontram mais intensas na região lateral do pé. Ao passo que, na pronação, a trajetória e a distribuição da carga estão mais medializadas<sup>34</sup>.

**Figura 3** –Exame de baropodometria



Disponível em: [www.posturologia.com](http://www.posturologia.com).

A análise das pressões plantares observada em pés com deformidades mostra que alteração no padrão de pressão, de modo a concentrar picos de pressão em locais específicos, pode ter como consequência dor e desconforto, especialmente no antepé<sup>35</sup>.

Por fim, a baropodometria permite a avaliação estática e dinâmica e em situações que vão além da caminhada e corrida, como exemplo sentar e levantar<sup>36</sup>.

### 2.3.3 Videogrametria 2D

A videogrametria 2D tem sido muito empregada para medidas cinemáticas, como comprimento e frequência de passos durante a corrida, assim como mensuração de medidas de desvio angular do retopé. Para além disso, algumas evidências apontam que a videogrametria 2D apresenta alta confiabilidade. Para uma boa medida, é importante posicionar os marcadores de forma correta para minimizar os erros em coletas<sup>37,38</sup>.

A videogrametria, quando comparada com a avaliação 3D, reconhecida como padrão-ouro, demonstrou excelente concordância, mostrando que esse método pode ser recomendado na prática clínica. Entretanto, quando analisados e comparados isoladamente, sua confiabilidade intra-avaliador e interavaliador aumenta<sup>39</sup>.

Estudos em indivíduos saudáveis que aplicaram o método de videogrametria 2D revelaram que esse instrumento apresenta medidas confiáveis e precisas, além de poder ser um importante recurso para *feedback* visual em treinamento educativo de marcha e corrida. Levando em consideração essa boa confiabilidade, a presença de discordância entre estudos, quando se refere ao desfecho cinemático avaliado, pode ocorrer pela falta de padronização no instrumento e nas medidas, tipo de câmera, uso de marcadores e frequência em Hz escolhidos<sup>40,41</sup>.

A confiabilidade do teste 2D e seu baixo custo fazem com que ele seja amplamente difundido e possa ter grande utilidade na prática clínica para a avaliação da marcha, mostrando boa concordância em seu teste e reteste<sup>42</sup>.

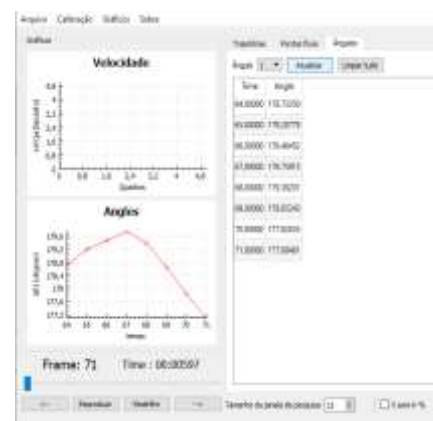
A avaliação através da videogrametria em diferentes tarefas, como a caminhada e corrida, nos deixa a reflexão de que é possível determinar melhores respostas avaliativas dinamicamente.

**Figura 4 e 5** – Imagens do nosso acervo pessoal.



Fonte: A autoria própria

**Figura 6** – Imagem referente ao CvMob.



Fonte: pesquisa

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ASPECTOS ÉTICOS

Para o estudo observacional, houve a necessidade de recrutamento de pessoas. Neste caso, todos os participantes foram informados previamente e detalhadamente sobre a avaliação a qual seriam submetidos. Receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE e, ao concordar, assinaram dando seu consentimento e autorizando a sua inclusão na pesquisa (APÊNDICE A). Este trabalho encontra-se aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, sob protocolo 2.621.166 (ANEXO A).

#### 3.2 DESENHO DO ESTUDO E LOCAL

Trata-se de dois momentos: primeiro, uma corte transversal, sendo parte integrante de um ensaio clínico randomizado conduzido no laboratório de sala 101 no Instituto Multidisciplinar de Reabilitação e Saúde da Universidade Federal da Bahia, situada no Pavilhão de aulas do Canela, Salvador, Bahia. E segundo: uma revisão sistemática com metanálise para a qual foram utilizados artigos acessados nas bases de dados: USNational Library of Medicine (PubMed), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/Bireme) e Cumulative Index to Nursing & Allied Health Literature (CINAHL), além de busca manual nas referências dos artigos selecionados. Os descritores utilizados na pesquisa foram “*Footwear*” OR “*Running shoes*” OR “*Running footwear*” AND (“*Running*”, “*Running-related Injuries*”, “*Minimalist*”, “*Heel to toe*” “*Drop*”), ambos em consonância, respectivamente, com o Medical Subject Headings (MESH). As medidas de interesse foram: incidência de lesão e parâmetros cinemáticos (cadência, comprimento do passo).

### 3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Para o corte transversal, a amostra foi de conveniência, envolvendo os 60 primeiros participantes da pesquisa do ensaio clínico.

#### 3.3.1 Critérios de inclusão e não inclusão

Foram incluídos indivíduos com idade entre 18 e 65 anos que praticassem corrida há, pelo menos, 4 meses sem interrupção por, pelo menos, 1 vez por semana, e que possuísem atestado médico emitido, no máximo, há um ano, e tênis próprio para corrida, sem histórico de lesão nos últimos 3 meses. A entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE B) assinado foi a confirmação documental pertinente à concordância na participação na pesquisa e a compreensão dos aspectos éticos regidos pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Não foram incluídos aqueles indivíduos que apresentassem histórico de cirurgias na extremidade inferior, que estivessem fazendo uso de palmilhas ou que fossem praticantes de corrida descalça.

#### 3.3.2 Procedimentos e instrumentos para a coleta de dados

Após a confirmação do aceite, os participantes foram entrevistados para coleta de dados referentes às informações antropométricas, tempo de prática de corrida, duração de treinamento na semana, lesão ou dor prévia ou atual através da coleta de Dados Demográficos (APÊNDICE C) e Índice de Morbidade Referida (ANEXO 1). Em seguida, foram coletadas informações sobre a postura do pé. Para tal, foi usado o Índice de Postura do Pé – IPP (ANEXO 2), método desenvolvido por Redmond<sup>14</sup> e mais frequentemente usado para avaliar a postura do pé. O IPP, na sua versão com 6 itens, denominado IPP6, já foi validado, testada sua confiabilidade intra e interexaminador, bem como sua consistência interna. Nesse método, cada participante foi instruído a permanecer na postura em ortostase sobre uma base rígida de madeira por cerca de dois minutos enquanto o examinador movimentou-se ao redor do participante para avaliar todas as regiões do pé. Cada um dos seis itens foi graduado entre 0

(neutro), +1 ou +2 (pronado) e -1 ou -2 (supinado). O escore final é a somatória dos itens, e um valor alto (+6 a +9) indica pé pronado e +10 hiperpronado. Um resultado negativo indica pé supinado entre -1 a -4 e altamente supinado entre -5 a -12. Já o pé neutro é aquele que recebe a pontuação próxima a zero (entre zero a +5).

Em seguida, foi feita a Baropodometria computadorizada, no aparelho da Loran Engineering, que possui sensores resistivos e uma superfície ativa de 45x 45 cm para se obter o padrão de distribuição da carga e pressão nos pés. A baropodometria é um instrumento que consiste em uma placa sensorizada inerte, ou seja, ela não emite eletricidade para que possa causar algum dano. Essa placa capta a imagem pressórica dos pés, estando o participante em pé e caminhando. Foi solicitado que o participante da pesquisa caminhasse sobre a placa de tal maneira que configurasse três passagens com cada pé.

Logo depois, foi feita a coleta dos dados da videogrametria 2D referente à análise do movimento angular que determina o grau de pronação/supinação dos pés. Para tal, foram colados marcadores adesivos reflexivos em dois pontos do calcanhar. Para definição desses pontos, foi feita uma biseccção do calcanhar, e o marcador foi posicionado na junção miotendínea do tríceps sural ao calcâneo e outro na extremidade distal do calcanhar. A classificação para pronação foi checada tomando como referência o estudo de Cavanah, em que afirma que o pé pronado é aquele acima de 10 graus de eversão. Entretanto, o estudo de Cavanah não informa os estratos para os pés neutros e supinados e, assim, foi assumido que o pé supinado seria representado pelo estrato de zero a cinco graus de eversão e neutro de 5 a 10 graus, já que alguns estudos sugerem que a média do desvio angular na pronação habitual estaria nessa faixa<sup>15</sup>.

Em seguida, mais dois marcadores serão posicionados na face posterior da perna, perfazendo uma linha imaginária referente à biseccção da panturrilha. Um deles foi posicionado 15 cm abaixo da linha poplíteia e outro 5 cm acima do marcador do calcanhar. Em seguida, o participante foi convidado subir na esteira ergométrica profissional da marca EMBREEX e solicitado a caminhar a 4 km/h por 2 minutos e depois correr a 10km/h por 3 minutos. Durante a marcha e a corrida, a filmagem foi feita com câmera digital GoPro Hero 4 com capacidade para filmar 120 quadros por segundo, aliada a uma resolução equivalente a 1980 x 1080 pixels. A câmera, fixada em um tripé de apoio, foi posicionada a uma altura correspondente a 50% da altura do participante e a 2,5 metros de distância do centro de gravidade. Marcações no solo indicavam o posicionamento adequado da câmera e do participante. Em seguida, os dados do deslocamento angular da pronação/supinação, mediante

cálculo dos movimentos do calcanhar em relação à perna, foram mensurados pelo software CvMob. v.3.0.

### **3.3.3 Organização e análise dos dados**

A análise da concordância entre os métodos foi feita de forma descritiva através das frequências absoluta das variáveis categóricas. Para a investigação da concordância entre os métodos IPP-6 e Baropodometria e estas com a videogrametria 2D, uma vez que envolve variáveis qualitativas (IPP-6 e Baropodometria), foi usado o teste de Kappa (0 – 0,2 sem concordância, 0,21 a 0,40 mínima, 0,41 a 0,6 moderada, 0,61 a 0,80 forte e acima de 0,8 excelente). O nível de significância estabelecido foi de  $p < 0,005$ . A análise da concordância entre as variáveis quantitativas oriundas da videogrametria 2D caminhando e correndo foi feita usando o teste de Bland-Altman e sua estabilidade ao longo do tempo (confiabilidade), com o coeficiente de correlação intraclasse. A segunda medida foi feita após 4 dias, e o nível de significância estabelecido foi de  $p < 0,005$ .

## 4 RESULTADOS

### 4.1 ARTIGO 1

#### **Relação entre diferentes métodos de avaliação da postura do pé na caminhada e corrida**

Grimaldo Ferreira da Silva Júnior<sup>1</sup>, Cristiano Sena da Conceição<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Mestrando em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas pela Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil. <sup>2</sup>PhD, Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil.*

#### INTRODUÇÃO

As lesões por uso excessivo dos membros inferiores são frequentemente associadas ao uso prolongado dos membros inferiores ou associadas a uma postura exagerada do pé, como a pronação, predispondo a lesões no quadril, joelho, tendão do calcâneo e pé, onde, havendo uma função alterada, o tecido mole do pé pode sofrer por tensionamento, o qual, por sua vez, busca estratégias para a correção da postura do pé pronado. Embora ainda seja questionado, os pés pronados evidenciam um risco maior de lesões, podendo estar associados com dor patelofemural, além de outras estruturas do corpo humano<sup>2,26,43,44</sup>.

A caminhada e corrida são tarefas que exigem ampla participação dos membros inferiores. Os pés, por estarem em contato direto com o solo, têm, com o movimento de pronação, a função de variar de uma eficiente estrutura maleável e flexível para mitigação das cargas para, em seguida, com a redução da pronação, se tornar uma estrutura rígida para potencializar o braço de alavanca na fase propulsiva. O aumento do desvio angular ou mesmo da velocidade da pronação acumula cargas tensivas em todo compartimento plantar e medial e compressão e cisalhamento na face lateral dos pés e do tornozelo, além de aumentar a mecânica rotatória interna do membro inferior e o momento inercial em valgo dos joelhos. A redução da pronação, denominada de supinação ou subpronação, reduz a eficiência do pé na absorção das cargas e acumula tensão em todo compartimento lateral do membro inferior. A combinação da postura do pé, em excessiva ou pouca pronação, combinada com os movimentos de repetição presentes na caminhada e corrida ao aumento do momento de forças



internas e externas e demais cargas presentes na corrida, podem alterar o padrão da postura dos pés e contribuir para o surgimento de lesão<sup>2,45</sup>.

Desta maneira, a avaliação da postura do pé e da mecânica dos membros inferiores é uma etapa que não deve ser negligenciada por pessoas que desejam praticar atividades, como a caminhada e corrida. Os métodos para investigar a interação da postura do pé podem ser separados em estáticos e dinâmicos. Em relação aos estáticos, o principal exemplo é o IPP-6 (Índice de Postura do Pé). Nele, o sujeito permanece em apoio bipodal, e o examinador mensura, através da inspeção, os desvios do retro e antepé para, ao fim, categorizar os pés em neutro, pronado ou hiperpronado, supinado ou altamente supinado. Já em relação aos métodos dinâmicos, são expoentes: a baropodometria e a videogrametria. A baropodometria é um equipamento composto por uma plataforma sensorizada que capta as pressões exercidas pela interface plantar e a trajetória do centro de pressão durante a fase de apoio da marcha. O padrão de deposição da carga na superfície plantar, combinada com o local da trajetória do COP entre as colunas medial, central e lateral do pé, define a postura do pé em pronada, neutra ou supinada. Já a videogrametria pode ser dividida na análise 2D e 3D e busca analisar a magnitude do desvio angular e a velocidade de pronação dos pés pela mensuração da eversão do retropé. Os sistemas 2D requerem apenas uma câmera de alta velocidade (mínimo de 60 fps) e softwares que podem ser adquiridos gratuitamente. Os sistemas 3D, por sua vez, oferecem maiores recursos para uma análise mais ampla da dinâmica corporal na marcha e corrida, entretanto, alguns estudos indicam que, para avaliação da postura do pé, não é melhor do que o sistema 2D, além de ser um equipamento de elevado custo, por ser difícil de ser largamente utilizado na prática clínica<sup>46-48</sup>.

A presença de métodos estáticos e dinâmicos, a constante busca por modelos de avaliação mais próximos da tarefa, a dúvida se há mudança na postura do pé quando muda a tarefa de caminhada para corrida e a necessidade de levar em consideração os custos de aquisição de alguns instrumentos são as bases que definem o objetivo deste estudo, que é explorar três métodos de definição da postura do pé e avaliar a concordância e confiabilidade da videogrametria 2D, método dinâmico tanto na caminhada quanto na corrida.

## MÉTODOS

Participaram deste estudo 26 indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 18 e 65 anos. Os sujeitos da pesquisa foram excluídos se apresentassem alguma lesão, cirurgia ou deformidade nos membros inferiores que pudessem alterar o movimento do retropé tanto no apoio bipodal, quanto na marcha e corrida. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde, situado na Universidade Federal da Bahia.

### **Procedimentos**

A definição da postura do pé foi realizada em três métodos diferentes, sendo que o último método foi escolhido para avaliar a concordância entre o diagnóstico da postura do pé caminhando e correndo: o IPP-6 (Índice de Postura do Pé); Baropodometria; Videogrametria 2D - caminhando e Videogrametria 2D - correndo.

O IPP-6 é um dos métodos mais usados para investigar a postura do pé. Esse instrumento foi desenvolvido por Redmond, Crosbie, Ouvrier<sup>14</sup> (2006) e proporciona uma avaliação multidimensional, levando em conta os três planos e as três regiões do pé (ante, médio e retropé). O IPP, na sua versão com 6 itens, denominado IPP6, já foi validado, testada sua confiabilidade e sua consistência interna<sup>49</sup>.

Para coleta do IPP-6, os participantes foram orientados a permanecerem em ortostase e descalços sobre um caixote de madeira de 19x37x44cm, no qual foram traçadas uma linha a 10 cm da borda posterior para delimitação do posicionamento do calcanhar e outra linha que dividiu o bloco em duas metades, que se cruza com uma linha no ângulo de 45 graus para padronização do posicionamento do antepé. Para padronizar o posicionamento dos pés em constante base de sustentação, foi colocado um bloco de EVA (Etil vinil acetado) de 7,5x20cm entre os pés. O examinador, então, movimentava-se ao redor do participante para avaliar todas as regiões do pé. Cada um dos seis itens foi graduado entre 0 (neutro), +1 ou +2 (pronado) e -1 ou -2 (supinado). O escore final é a somatória dos itens, e um valor alto (+6 a +9) indica pé pronado e +10 hiperpronado. Um resultado alto e negativo indica pé supinado entre -1 a -4 e altamente supinado entre -5 a -12). Por seu turno, o pé neutro será aquele que receber pontuação entre 0 e +5<sup>50,51</sup>. Para facilitar a padronização e a comparabilidade com os

demais métodos, foi utilizado o pé direito como referência, e as variantes pé hiperpronado e altamente supinado foram resumidas em pé pronado e supinado, respectivamente.

Em seguida, o voluntário realizou a baropodometria computadorizada (Loran-Engineering, modelo EPS+R). Neste método, o indivíduo foi instruído a realizar três passagens com cada pé sobre a placa sensorizada. A definição da postura do pé foi classificada em: neutra, pronada e supinada após análise da mancha calorimétrica da pressão plantar definida por uma máscara adaptada do trabalho de Teyhen<sup>8</sup>, que destaca o volume de pressão nas regiões dos pés. Quando o volume de pressão se concentra na coluna central do pé (centro do calcanhar, entre os ossos navicular, cuboide e entre o segundo e terceiros metatarsos), o pé é classificado como neutro. O pé pronado é aquele no qual o volume de pressão se concentra na coluna medial do pé: aspecto medial do calcâneo, osso navicular e primeiro e segundo metatarsos. No pé supinado, o volume de pressão se concentra no aspecto lateral do calcâneo, osso cuboide e quarto e quinto metatarsos. Assim como no IPP-6, foi utilizado apenas o pé direito para tomada dos dados<sup>44</sup>. Para análise da videogrametria 2-D, os voluntários foram orientados a calçar seu tênis usual por considerarmos que o participante teria maior acomodação com seu calçado próprio para corrida, em seguida, deitados em decúbito ventral, eram traçadas as biseções da perna (com marcadores posicionados na parte mais proximal e distal do tendão de calcâneo) e do calcanhar (com marcadores na porção distal do calcanhar e outro proximal situado na linha articular do tornozelo)<sup>44,45</sup>. Os marcadores do calcanhar foram projetados sobre a interface do contraforte dos tênis<sup>44</sup>, já que, para filmagem, o uso dos tênis afeta a visibilidade dos marcadores se colocados na pele do calcanhar. Uma câmera de alta definição e velocidade de filmagem (60 fps) foi posicionada em um tripé a 2,5m do centro da esteira e com 0,6m de altura em relação ao piso. Para melhorar a visualização dos marcadores, foi utilizado um refletor de LED de 75w. As tomadas foram feitas a 4 km/h para caminhada e corrida a 10 km/h. Nas duas tarefas, foi analisado o período de apoio do pé direito logo após o segundo contato inicial do pé direito. Para aqueles participantes que realizavam o cruzamento dos pés no momento da passada (*crossover*), foi analisado o momento seguinte em que não ocorreu o cruzamento da passada na fase de apoio. Foram registrados os frames iniciais e finais dos dados angulares, e as variáveis utilizadas formam a eversão máxima do retropé e a variação entre a eversão máxima e mínima. Para a categorização da postura do pé em neutro, pronado e supinado, na videogrametria 2D, foi levado em consideração o movimento normal do pé durante a fase de apoio. Neste caso, durante o contato inicial, o retropé entra ligeiramente invertido, ou seja, em

mínima eversão e, ao longo do apoio, o retropé é levado a aumentar a eversão pelos momentos internos e externos de força, induzida pela linha de gravidade que passa medialmente ao pé. Desta maneira, assumimos que o pé supinado foi aquele que apresentou pequeno desvio angular na eversão máxima e pequena variação entre a eversão máxima e mínima. O pé neutro foi aquele cujo desvio angular da eversão máxima fosse pequeno e semelhante à variação entre a máxima e mínima. O pé pronado foi considerado quando apresentou alto valor na eversão máxima com pequena variação entre a máxima e mínima, indicando que o retropé já entra em pouca inversão ou mesmo já em alguns graus de eversão. Em seguida, a classificação para pronação foi checada, tomando como referência o estudo de Cavanagh<sup>15</sup>, em que afirma que o pé pronado é aquele acima de 10 graus de eversão. Entretanto, o estudo de Cavanagh<sup>15</sup> não informa os estratos para os pés neutros e supinados e, assim, foi assumido que o pé supinado seria representado pelo estrato de zero a cinco graus de eversão e neutro de 5 a 10 graus, visto que alguns estudos indicam que a média do desvio angular na pronação normal estaria nesta faixa<sup>48,50</sup>. A cinemática angular foi processada no software o CvMob versão 3.6 de 2017 (Universidade Federal da Bahia) e exportada manualmente para o programa Microsoft Excel.

### Análise estatística

**Figura 1** - Momento de pausa para coleta de informações **Figura 2**- Momento de pausa e marcação dos pontos

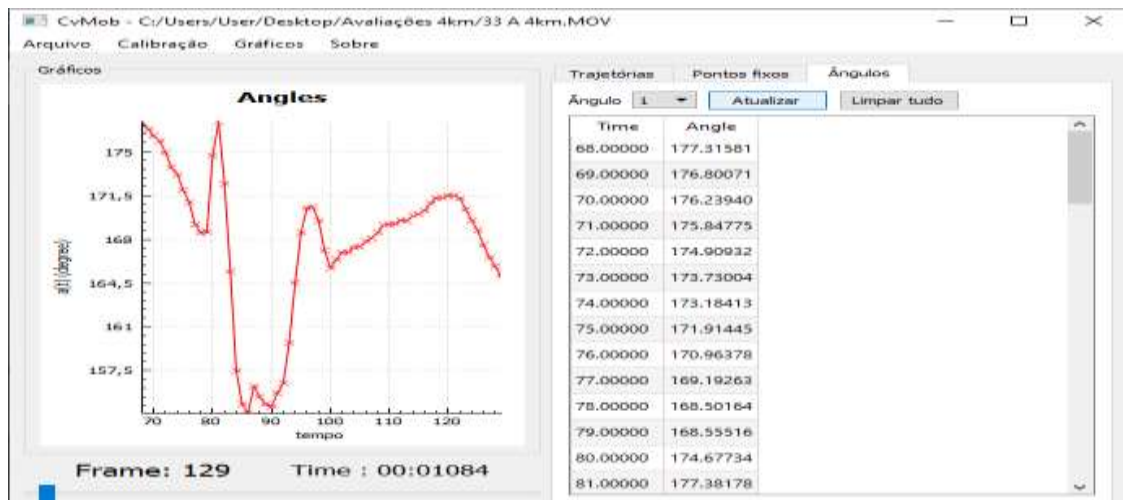


Fonte: autoria própria



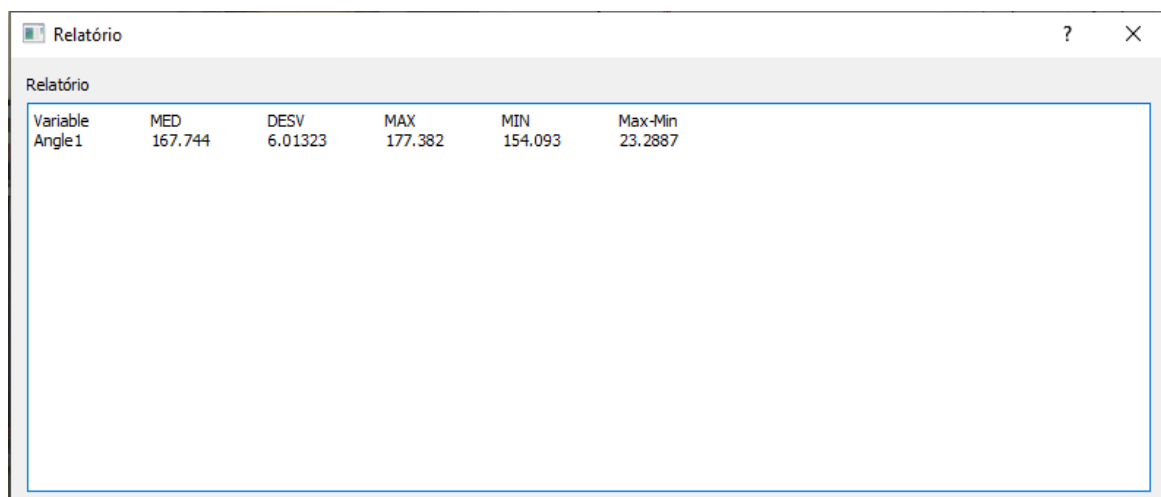
Fonte: autoria própria

**Figura 3** - Momento de processamento da cinemática angular CvMob 3.6 do ano 2017



Fonte: dados da pesquisa

**Figura 4** - Momento de verificação de relatório



Fonte: dados da pesquisa

A análise da concordância entre os três métodos de avaliação foi feita de forma descritiva através das frequências absolutas das variáveis categóricas.

Para a investigação da confiabilidade entre os métodos de avaliação, IPP-6, Baropodometria e videogrametria 2D a 4Km/h, foi usado o teste de Kappa de Fleiss e, para as análises dos testes de 2 a 2 (IPP6 x Baropodometria); (IPP6 x Videogrametria); (Baropodometria x Videogrametria), foi usado o teste de Kappa. Os valores do coeficiente de Kappa para interpretação foram considerados: (0 – 0,2 sem concordância, 0,21 a 0,40 fraca, 0,41 a 0,6 moderada, 0,61 a 0,80 forte e acima de 0,8 excelente). O nível de significância estabelecido foi de  $p < 0,005$ .

Por outro lado, a análise da confiabilidade entre as variáveis quantitativas videogrametria 2D caminhando e correndo foi feita usando o teste de Bland-Altman e sua estabilidade ao longo do tempo (confiabilidade) com o coeficiente de correlação intraclass. A segunda medida foi feita após 4 dias, e o nível de significância estabelecido foi de  $p < 0,005$ .

## RESULTADOS

A amostra foi composta por voluntários de ambos os sexos, 15 homens e 11 mulheres idade média de  $39,9(\pm 7,99)$  anos, peso  $70,32(\pm 12,27)$  Kg e altura média  $1,69(\pm 0,09)$  m, frequência da postura do pé em cada teste, ambos descritos na tabela 1. Durante a caminhada, o desvio angular máximo do movimento de eversão do retropé apresentou um valor médio de  $9,06 \pm 4,12$  graus e  $10,29 \pm 4,10$  graus na corrida. A variação ou amplitude de movimento do retropé entre o valor máximo e mínimo na caminhada foi  $6,24 \pm 2,53$  graus e na corrida,  $7,70 \pm 2,62$  graus.

**Tabela 1** – Postura do pé da amostra

	Pé neutro	Pé pronado	Pé supinado
IPP-6	15	5	6
Baropodometria	13	9	4
Videogrametria 4km/h	14	11	1
Videogrametria 10km/h	12	12	2

Fonte: dados da pesquisa.

Ao associar os três métodos de definição da postura do pé IPP-6, Baropodometria e Videogrametria a 4km/h, o teste Kappa de Fleiss revelou fraca confiabilidade ( $k = 0,389$  [IC 95%:  $0,220-0,557$ ];  $z = 4,523$ ;  $p < 0,001$ ).

A tabela 2 apresenta a análise da confiabilidade individual de cada categoria de postura de pé (neutro, pronado e supinado) dos três testes (IPP-6, Baropodometria e Videogrametria a 4km/h). Neste caso, o teste Kappa de Fleiss mostrou que há uma confiabilidade forte entre os testes na definição na postura pronada e fraca na definição da postura neutra e supinada.

**Tabela 2-** Análise de confiabilidade entre os métodos na definição de cada postura de pé

Métodos*	Neutro	Pronado	Supinado
Kappa	0,30	0,53	0,26
P valor	0,004	0,001	0,022

\* Métodos: IPP-6 x Baropodometria x Videogrametria 4Km/h.

Fonte: dados da pesquisa.

Em seguida, foi conduzida uma análise associando dois testes por vez para ver, entre eles, qual teste mostrou maior concordância no diagnóstico da postura do pé. Tabela 3 (IPP- 6 x Baropodometria); tabela 4 (IPP-6 x Videogrametria 4Km/h); Tabela 5 (IPP-6 x Videogrametria 10Km/h); Tabela 6 (Baropodometria x Videogrametria 4Km/h); Tabela 6 (Baropodometria x Videogrametria 10Km/h). De maneira geral, os testes que apresentaram maior concordância foram a Baropodometria e a Videogrametria 2D caminhando, e o que apresentou menor concordância foi o IPP-6 tanto em relação à baropodometria quanto à videogrametria 2D.

**Tabela 3-** Análise de concordância entre os métodos IPP-6 e Baropodometria

Métodos	Neutro	Pronado	Supinado	Kappa	P valor
IPP-6 x Baro	34,6%	19,2%	7,7%	0,37	0,007
<b>Total*</b>	<b>61,5%</b>				

\* frequência da concordância entre os testes.

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados da tabela 3 indicam que os métodos IPP-6 e Baropodometria apresentam mínima confiabilidade com concordância de 61,5%. Os testes apresentaram a maior frequência de concordância no diagnóstico da pisada neutra (34,6%).

**Tabela 4-** Análise de concordância entre os métodos IPP6 e Videogrametria 4km/h

Métodos	Neutro	Pronado	Supinado	Kappa	P valor
IPP-6 x Vídeo	38,5%	15,4%	3,8%	0,30	0,026
<b>Total*</b>	<b>57,7%</b>				

\* frequência da concordância entre os testes.

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados da tabela 4 revelam que os métodos IPP-6 e Videogrametria apresentaram mínima confiabilidade com concordância de 57,7%. Assim como na associação IPP-6 e Baropodometria, os testes foram a maior frequência de concordância no diagnóstico da pisada neutra.

**Tabela 5-** Análise de concordância entre os métodos IPP6 e Videogrametria 10km/h

Métodos	Neutro	Pronado	Supinado	Kappa	P valor
IPP-6 x Vídeo	34,6%	11,5%	3,8%	0,21	>0,05
<b>Total*</b>	<b>49,9%</b>				

\* frequência da concordância entre os testes.

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados da tabela 5 indicam que os métodos IPP-6 e Videogrametria correndo apresentaram confiabilidade não significativa com concordância abaixo de 50%.

**Tabela 6-** Análise de concordância entre os métodos Baropodometria e Videogrametria 4km/h

Métodos	Neutro	Pronado	Supinado	Kappa	P valor
Baro x Vídeo	38,5%	30,8%	3,8%	0,54	0,001
<b>Total*</b>	<b>73,1%</b>				

\* frequência da concordância entre os testes.

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados da tabela 6 apontam que os métodos Baropodometria e Videogrametria caminhando apresentaram moderada confiabilidade com concordância de 73,1%. Nessa associação, já observamos aumento da frequência da concordância no diagnóstico da pisada pronada.



**Tabela 7-** Análise de concordância entre os métodos Baropodometria e Videogrametria 10km/h

Métodos	Neutro	Pronado	Supinado	Kappa	P valor
Baropodometria x Vídeo	26,9%	19,2%	3,8%	0,17	>0,05
<b>Total*</b>	<b>49,9%</b>				

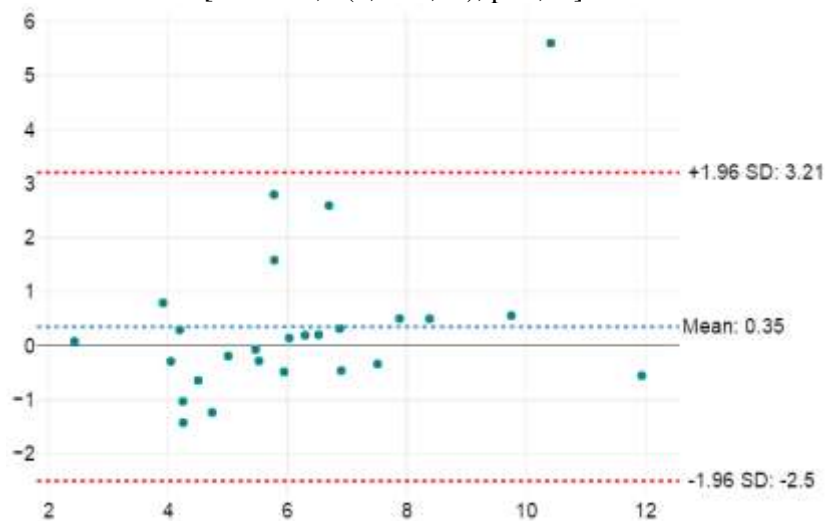
\* frequência da concordância entre os testes.

Fonte: dados da pesquisa

Os resultados da tabela 7 indicam que os métodos Baropodometria e Videogrametria correndo apresentaram confiabilidade não significativa com concordância abaixo de 50%.

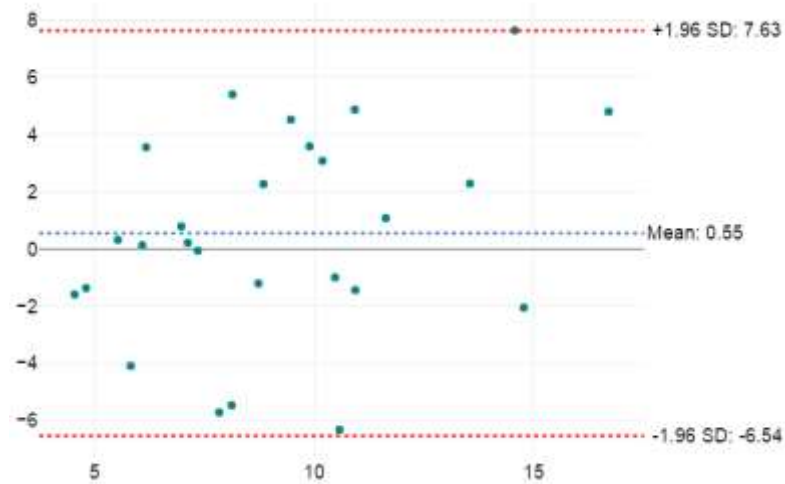
Os resultados da concordância e a confiabilidade intraexaminador (teste-reteste) para o método Videogrametria caminhando (4Km/h) estão expressos na figura 5 (**Eversão máxima**) e figura 6 (**Variação entre a máxima e mínima**). Em relação à corrida, estão expressos na figura 7 (**Eversão máxima**) e figura 8 (**Variação entre a máxima e mínima**). Os dados revelam que o desfecho Variação entre a máxima e mínima foi a que apresentou maior confiabilidade.

**Figura 5** – Gráfico de Bland-Altman: concordância da Eversão máxima intraexaminador vídeo 4Km/h, revelando moderada confiabilidade [ICC = 0,5 (0,13-0,74),  $p < 0,05$ ].



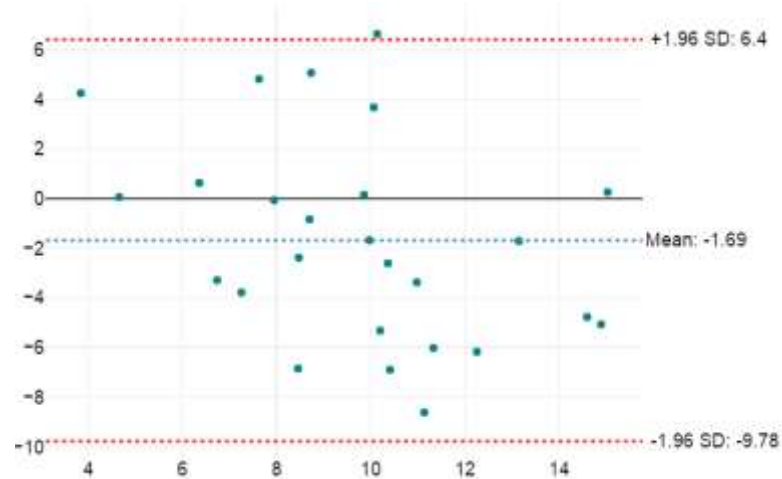
Fonte: dados da pesquisa

**Figura 6** – Gráfico de Bland-Altman: concordância da Variação entre máxima e mínima intraexaminador vídeo 4Km/h, revelando alta confiabilidade [ICC = 0,83 (0,65-0,92),  $p < 0,05$ ].



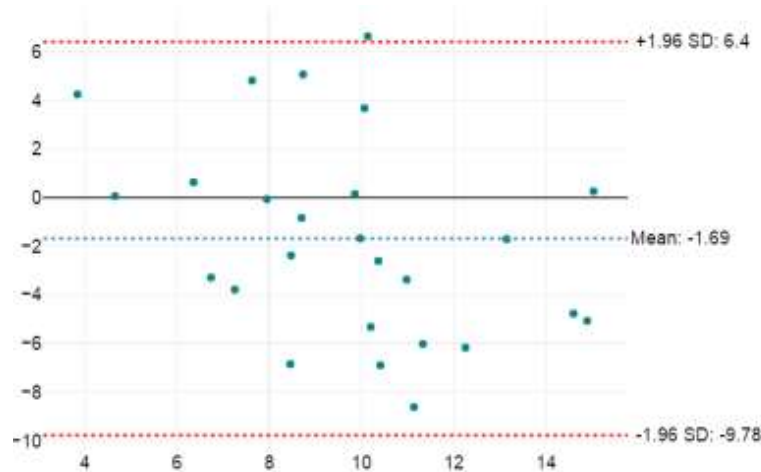
Fonte: dados da pesquisa

**Figura 7** – Gráfico de Bland-Altman: concordância da Eversão máxima intraexaminador vídeo 10Km/h, revelando fraca confiabilidade [ICC = 0,30 (-0,10-0,61),  $p < 0,05$ ].



Fonte: dados da pesquisa

**Figura 8** – Gráfico de Bland-Altman: concordância da Variação entre a máxima e mínima intraexaminador vídeo 10Km/h, revelando moderada confiabilidade [ICC = 0,51 (0,15-0,75),  $p < 0,05$ ].



## DISCUSSÃO

O conhecimento das diversas opções de metodologias para definição da postura do pé para além da avaliação padrão ouro é uma importante etapa na construção do modelo cinesiológico e na tomada de decisão clínica, destinadas às pessoas que, em suas atividades, como caminhada e corrida, promovem sobrecargas mecânicas nos membros inferiores. Este estudo apresentou três métodos de avaliação da postura do pé e o grau de associação entre os métodos, além de apresentar e testar a confiabilidade da Videogrametria 2D.

Os resultados deste estudo indicam que a postura do pé mais frequente é a neutra, seguida da postura pronada e, por fim, a supinada. Assim como os testes empregados neste estudo foram mais confiáveis na definição na postura pronada, seguida da neutra e supinada. A maior frequência dos pés neutros e pronados se deve ao fato de o movimento de pronação ser fisiológico e necessário para a dinâmica do membro inferior nas tarefas em cadeia fechada<sup>52,53</sup>. A biomecânica normal do complexo pé/tornozelo na fase de apoio inicia com o pé em leve supinação no contato inicial. Em seguida, a linha de gravidade situada medialmente ao eixo da talocrural desenvolve um momento de força em pronação do pé que se estende pelas etapas iniciais do apoio. Desta maneira, o retropé sai de uma pequena inversão para uma eversão, fazendo com que a borda medial do calcanhar toque o solo<sup>54</sup>. A eversão do retropé e a pronação da subtalar se estendem pela fase de aceitação do peso

(contato inicial até médio apoio), induzindo momento de força que abre os eixos das articulações transtarsianas para que o pé fique maleável e flexível e, assim, mais eficiente na absorção das cargas<sup>55</sup>. Durante a fase de apoio, a hemipelve homolateral está em deslocamento rotacional para trás. Esse movimento permite que o membro inferior que está no apoio rode internamente até o apoio médio para, em seguida, na fase de propulsão, induzir momento de força em rotação externa e supinação (ou redução da pronação) do pé para, de forma oposta, convergir os eixos das transtarsianas e, assim, deixar o pé rígido e mais eficiente como braço de alavanca para potencializar a propulsão<sup>56</sup>.

A importância da pronação e eversão do retropé na absorção das cargas explica o motivo que, no presente estudo, a variável de interesse na videogrametria 2D caminhando e correndo foi o deslocamento máximo da eversão do retropé e toda amplitude de movimento entre a inversão e eversão.

Nossos resultados indicam que, à medida que corremos, ocorre um aumento na frequência da postura pronada e do valor da máxima eversão, passando de 9 casos na caminhada verificada na baropodometria para 12 casos na corrida, e, de forma complementar, a eversão máxima passou de  $9,06 \pm 4,12$  graus na caminhada para  $10,29 \pm 4,10$  graus na corrida. A corrida aumenta o volume e a repetição dos movimentos corporais, em especial o deslocamento vertical do corpo durante a fase de voo, que acentua o momento de força em pronação<sup>54</sup>. Os tênis usados pelos voluntários da pesquisa também contribuem para aumentar o volume da eversão máxima. Stacoff et al.<sup>55</sup> (2000), em seu estudo, compararam o grau de eversão máxima do retropé em duas situações: correndo descalço e calçado. Seus resultados indicam que o uso do tênis na corrida aumenta a eversão máxima em cerca de 2 graus.

De maneira geral, os testes (IPP6, Baropodometria e Videogrametria a 4Km/h) apresentaram fraca confiabilidade na definição da postura do pé. O IPP-6, a despeito de ser frequentemente utilizado na literatura<sup>49</sup>, foi o método que apresentou menor confiabilidade e concordância entre os métodos. É possível que a natureza estática (apoio bipodal) presente no IPP6 seja um atributo que não represente satisfatoriamente a postura do pé quando associado a testes dinâmicos que avaliam a postura do pé caminhando ou correndo. O apoio bipodal presente IPP-6 cria dois pontos de apoio que reduzem a influência do momento de força em eversão do retropé oriundo da linha gravitacional posicionada entre os pés, e esse motivo pode explicar o maior número de pés supinados neste método. Este achado revela uma possível limitação do método e indica uma sugestão de adicionar mais um item ao teste envolvendo a análise em apoio unipodal sem deslocamento (marcha).

A postura do pé, definida pela baropodometria, envolve a análise da trajetória do Centro de Pressão (COP) e a distribuição da carga ao longo das colunas central, medial e lateral do pé. Neste caso, o COP mais centralizado está mais associado aos pés neutros; mais medializado, aos pés planos e pronados, e mais lateralizado está associado aos pés cavos e supinados. O uso de máscaras sob as imagens geradas pela baropodometria facilita o diagnóstico e aumenta a confiabilidade, o que pode ajudar nos casos de examinadores com pouca experiência no instrumento<sup>57-60</sup>. A maior confiabilidade e concordância da baropodometria com a videogrametria 2D se deve ao fato de esses exames serem dinâmicos e avaliarem a postura do pé na mesma tarefa (caminhada). Por esse motivo, foi possível verificar aumento dos casos de pés pronados tanto na baropodometria quanto na videogrametria quando comparados com o IPP-6.

A videogrametria 2D é um método de simples execução, pois requer conhecimento apenas na manipulação do software responsável pelo processamento dos dados. Em nosso estudo, foi empregado o CvMob, um software de licença livre. Os resultados do teste-reteste da videogrametria 2D caminhando a 4km/h indicam que a alta concordância e confiabilidade da variável “variação entre a máxima e mínima”, em comparação com a moderada concordância e confiabilidade da variável “eversão máxima”, apontam para o desfecho “variação entre a máxima e mínima” ser a melhor opção para avaliar a postura do pé durante a marcha mensurada pela videogrametria.

Os resultados do teste-reteste da videogrametria 2D correndo a 10 km/h indicam que a variável que o examinador clínico deve preferir para definir a postura do pé é a “variação entre a máxima e mínima”, já que essa apresentou moderada concordância e confiabilidade intraexaminador, diante da concordância e confiabilidade fraca e da “eversão máxima”. É possível que, nos casos de movimentos mais rápidos e de grande amplitude presentes na corrida, ocorram eventuais erros de mensuração do instrumento.

Este estudo apresenta importantes limitações que levam o leitor a ter cautela nas suas interpretações: por falta de financiamento, não foi possível padronizar a marca e o modelo dos tênis. Então, é possível que uma variação grande de modelos de tênis possa ter influenciado na alteração do ângulo de eversão do retopé. Estudos anteriores mostram que o uso de marcadores sobre o tênis pode superestimar o movimento do retopé justamente pela possível influência do tipo de entressola e contraforte, diferente entre marcas e modelos de tênis.

## CONCLUSÃO

Este estudo revelou que a postura do pé mais frequente foi a neutra, seguida da pronada e supinada, respectivamente. A frequência de pisada pronada aumentou nos métodos dinâmicos que envolvem apoios unipodais (baropodometria e videogrametria), e os testes foram mais confiáveis em detectar a postura pronada. De maneira geral, os testes apresentaram fraca confiabilidade entre si, sendo o IPP-6 o menos confiável. A baropodometria e a videogrametria se mostram mais confiáveis, sendo que a videogrametria 2D desponta como merecedora da atenção do segmento clínico, em virtude de ser um método que permite avaliar tanto na caminhada quanto na corrida e requer pouco recursos de infraestrutura. Por fim, em caso de escolha da videogrametria 2D, a variável de escolha deve ser a variação entre a máxima e mínima, pois foi a que mostrou maior confiabilidade.

## 4.2 ARTIGO 2

### **Efetividade do *drop* na prevenção de lesão em corredores: revisão sistemática com metanálise**

*Drop effectiveness in injury prevention: systematic review with meta-analysis*

Grimaldo Ferreira da Silva Júnior<sup>1</sup>, Cristiano Sena da Conceição<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós-graduação Processos Interativos de Órgãos e Sistemas. Universidade Federal da Bahia – UFBA; <sup>2</sup>PhD, Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde. UFBA

## INTRODUÇÃO

A corrida, como meio de exercício físico, é uma das modalidades esportivas mais praticadas por adultos em todo o mundo<sup>61</sup>. Devido à natureza da corrida envolver movimentos de alta repetição e volume, a lesão e a eventual incapacidade são eventos comuns e têm se tornado fonte de inúmeras pesquisas que dedicam esforços na compreensão dos fatores que aumentam o risco de lesão. Nesse sentido, uma das maiores preocupações gira em torno de como a concepção dos tênis de corrida pode contribuir para uma lesão. A indústria calçadista ligada ao esporte vem investindo vultosas somas no desenvolvimento de tênis para que possa aliar segurança, performance e, se possível, benefício na redução do risco de lesão. A tecnologia vem sendo empregada para o desenvolvimento de tênis com diversas prioridades: materiais para amortecimento, estabilidade ou controle de movimento ou mesmo o oposto disso, que seriam os tênis com design minimalista, mais leves, flexíveis e com diferença máxima de 7mm da altura entre o calcanhar e o antepé (salto do tênis ou *drop*)<sup>62</sup>. Muito se tem feito para desenvolver materiais com alta responsividade: propriedades mecânicas de absorção da energia e devolução para redução das forças de impacto e propulsão mais eficiente<sup>63</sup>. Para esse fim, se faz necessário o aumento da espessura da entressola e, eventualmente, a altura do *drop*, que inevitavelmente aumenta a massa do tênis. Entretanto, o efeito das propriedades biomecânicas desses materiais na redução de risco de lesão ainda requer maior nível de evidência científica, apesar do advento mais recente das placas de carbono ter melhorado a performance<sup>64</sup>. Esse cenário de incerteza e a busca por uma corrida mais “natural” e com menos influência de artefatos tecnológicos motiva uma parcela da indústria, da academia e dos usuários a usar os tênis minimalistas. Essa tendência se baseia na alegação de que a corrida descalça atenua as cargas na superfície plantar e que os tênis

minimalistas seriam a forma que mais se aproxima do correr descalço, sem deixar de levar proteção aos pés<sup>2</sup>. A mudança na estrutura dos tênis pode comprometer a habilidade de absorção do impacto, o qual, associado ao intenso mecanismo de repetição presente na corrida, induziria a um aumento do número de lesões em corredores<sup>65</sup>. Dessa forma, a presente revisão objetiva examinar os efeitos do *drop* dos tênis de corrida na cinemática e na incidência de lesão em corredores recreacionais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura para a qual foram utilizados artigos acessados nas bases de dados: USNational Library of Medicine (PubMed), Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/Bireme) e Cumulative Index to Nursing & Allied Health Literature (CINAHL), além de busca manual nas referências dos artigos selecionados. Os descritores utilizados na pesquisa foram “*Footwear*” OR “*Running shoes*” OR “*Running footwear*” AND (“*Running*”, “*Running-related Injuries*”, “Minimalist”, “Heel to toe” “Drop”), ambos em consonância, respectivamente, com o Medical Subject Headings (MESH). As medidas de interesse foram: incidência de lesão e parâmetros cinemáticos (cadência, comprimento do passo). Os critérios de inclusão foram ensaios clínicos randomizados, escritos no idioma inglês e que comparassem os efeitos de diferentes alturas de salto em variáveis biomecânicas e a incidência de lesão. Os critérios de exclusão foram: trabalhos incompletos e/ou duplicados, uso de órteses podais, lesão presente ou recente (menos de 6 meses), tênis impróprios para corrida. Os estudos encontrados foram selecionados seguindo o modelo PRISMA de 2009. A busca inicial foi realizada através da leitura dos títulos e resumos, avaliados por dois autores de forma independente e cega, e posteriormente, os artigos que atenderam rigorosamente aos critérios foram selecionados e analisados na íntegra pelos revisores. Um revisor fez a busca e a seleção inicial dos estudos potencialmente relevantes que obedeceram aos critérios de inclusão, e um segundo revisor qualificou/ classificou, tendo como base o modelo adaptado da Cochrane Collaboration e da escala PEDro, considerando: 1) aspectos da população do estudo, tais como, média da idade e sexo; 2) aspectos da intervenção (tamanho da amostra e tipo de dispositivo robótico empregado); 3) acompanhamento; 4) perda do acompanhamento; 5) desfechos e 6) resultados apresentados. Quando necessário, um terceiro revisor independente foi consultado para solucionar as discordâncias. Para a classificação final da



qualidade dos artigos, os itens discrepantes foram revistos e discutidos até a obtenção de consenso sobre a pontuação. A análise da qualidade metodológica dos artigos foi feita através da escala PEDro. Essa escala é bastante empregada na área de reabilitação e possui uma pontuação total de 10 pontos, na qual, quanto maior a pontuação atribuída, melhor descrito é o artigo. Os artigos que não estavam classificados pela escala PEDro seriam categorizados pelos autores. E, para essa revisão, foram considerados como de “alta qualidade” os artigos que alcançaram escore  $\geq 5$  pontos na escala, ou como de “baixa qualidade” quando obtiveram escore  $<5$  pontos. A pontuação não foi adotada como critério de exclusão de artigos.

## RESULTADOS

### Efeitos na incidência de lesão

Quatro artigos (Tabela 1) analisaram os efeitos da altura *drop* na incidência de lesão em corredores. Vale ressaltar que, para critério de análise, foi considerado que *drop*  $\geq 8$ mm seria denominado de tênis tradicional e abaixo desse valor, minimalista, sendo que *drop* 0mm foi considerado totalmente minimalista e 4 e 5mm, parcialmente minimalista. Dois estudos usaram dois grupos de comparação<sup>66</sup> e compararam o tênis tradicional ao totalmente minimalista, enquanto<sup>67</sup> compararam o tradicional com o parcialmente minimalista. Já outros dois estudos<sup>61,74</sup> usaram três grupos de comparação (tradicional, parcialmente e totalmente minimalista). Três estudos<sup>61,66,67</sup> apresentaram volume semanal cerca de 2 a 3 vezes maior que o estudo com maior amostra<sup>68-74</sup>. Independente da quantidade de grupos de comparação e do volume semanal, o teste de efeito global ( $Z= 6.89$ ,  $p<0,0001$ ) revelou significância estatística e, assim, o tênis minimalista aumentou significativamente o risco de lesão (RR 2,59, 95% CI 1.93 – 3.27) (Figura 2). A subanálise dos grupos parcialmente e totalmente minimalista (tabela 1) indica que a lesão foi mais frequente no grupo parcialmente minimalista.

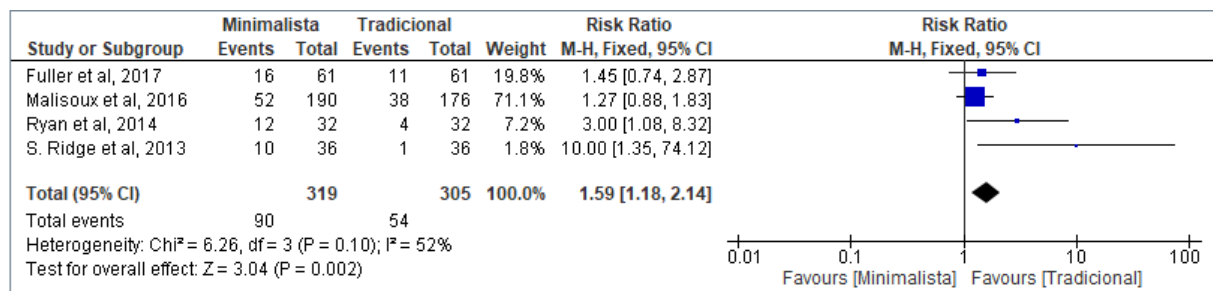
**Tabela 1 – Síntese dos ensaios clínicos sobre incidência de lesão (n=4)**

Estudo	Participantes	Média (idade)	Massa (KG)	KM (Vol/sem)	Salto (mm)	Lesão (n)
	N Total/H/M					
Ridge <i>et al.</i> 2013	36/21/15	26.5±6.6	70.5±11.8	24-48km	tradicional 0mm	1 10
Fuller <i>et al.</i> 2017	61	27±7	74.6±9.3	25±14km	9mm 5mm	11 16
Ryan <i>et al.</i> 2014	32/9/23 32/14/18 35/16/19	34(8) 31(7) 33(8)	67(11) 68(9) 70(14)	30-40km	10mm 4mm 0mm	4 12 7
Malisoux <i>et al.</i> 2016	553/106/70 111/79 124/63	38.3±9.7 38.0±9.6 38.6±9.9	23.8±1 23.9±3.3 24.0±3.3	12.8km 11.9km 14.2Km	10mm 6mm 0mm	38 52 46

Segundo Coetzee *et al.* 2018, tênis minimalistas são aqueles que possuem salto  $\leq 7\text{mm}$ , porém, no estudo de Ridge *et al.* 2013, o calçado considerado tradicional sugere salto acima do valor referenciado. Tradicional é o termo utilizado por Ridge *et al.* 2013.

Efetividade do *drop* na prevenção de lesão

**Figura 1** - Review Manager (RevMan), Version 5.3 The cochrane collaboration, 2013.



Fonte: dados da pesquisa

## Efeitos cinemáticos

As repercussões cinemáticas do uso dos tênis minimalistas, em relação aos tradicionais, foram estudadas em 6 ensaios (tabela 2). Dois estudos<sup>75,76</sup> verificaram que o minimalista reduz o comprimento do passo e aumenta a cadência. Na tabela 2, verificamos possíveis variáveis cinemáticas, nas quais o minimalista produz redução do comprimento do passo e que, por conseguinte, aumentou a frequência de passos por minuto (cadência). Quatro estudos analisaram o gasto energético. Dois deles<sup>67,73</sup>, em suas análises, chegaram à conclusão de que os tênis minimalistas reduziram o consumo de energia, enquanto outros dois<sup>75,77</sup> verificaram que os minimalistas aumentaram o consumo de energia.

Tabela 2 – Síntese dos ensaios clínicos na cinemática (n=6)

Estudo	Participantes N Sexo: H/M	Média (idade)	Massa (KG)	KM (Percorrida) Semanal	Entressola (mm)	Ângulo tornozelo contato do pé	Ângulo joelho contato do pé	Frequência de passada p/min	Comprimento do passo (cm)	Gasto Energético
Hollander et al. 2015	35/22/13	27.9±6.2	73.4±12.1	24.9±10.9 12Km/h	12mm 4mm 0mm	11.85(4.12) 10.56 (5.23) 6.40(6.80)	11.40(4.89) 12.03(5.16) 12.52(5.73)	164.84(7.44) 168.60(8.43) 170.80(8.52)	118.15(6.37) 118.92(5.93) 117.38(5.83)	
Fuller et al. 2017	61/24	27±7	73.5±9.5	24.2±12.4km 11km 13km 15km	9mm			82±4 85±5 87±5	223±12 259±14 287±16	2.72±0.19 3.24±0.19 -----
	61/26		75.8±9.4	20.7±7.1km 11km 13 km 15km	5mm			82±4 85±5 88±5	223±11 258±14 286±16	2.62±0.19 3.12±0.19 -----
Fuller et al. 2019	39/19	27±8	74.8±7.7	21.7±7.7km 11km 13km 15km	5mm			83±4 85±4 88±4	222±13 257±13 284±13	53.2±4.1 63.8±4.1 -----
	39/20	27±8	74±10.2	26.4±12.3km 11km 13km 15km	9mm			83±4 86±4 88±4	221±13 255±13 284±14	55.3±4.1 66.5±4.2 -----
Lindlein et al. 2018	25 /14	38.43±(8.9)	81.3±10.4	55.0(18.4)	10mm					53.83(7.9) 54.96(8.79)
	25/11	38.18(8.4)	75.1 (11.2)	50.6(20.4)	0mm					54.73(4,7) 55.78(5.65)
Ridge et al. 2019	25/10/6.4M	24.1(5.5)	71.8 (13.4)	24-48km velocidade ajustada individualmente com base 5/10km	0mm					42.0(7.3) 42.6(5.4) 42.9(7.4) 42.6(4.1)
	25/15/7.8H	28.3(6.7)	68.2(13.5)		9mm					
Warne et al. 2017	24/12	36(±7)	78.8(±10.2)	64(±20) 11km	4mm	6.2±1.7 6.39±1.71 6.99±1.94 5.92±1.66	10.73±5.63 10.66±4.78 10.91±5.31 9.55±3.71			60.94(±7.39)
	24/12	34(±9)	79.7(±9.2)	60(±14) 11km	10mm	9.5±2.82 (1)±1.89	7.56±1.81 7.29±1.76			60.56(±8.08)

Velocidade medida na esteira em Km/h. Desvio angular do tornozelo e joelho medido no Vicon. Frequência e comprimento de passo mensurados por sensor de força e gasto energético por calorimetria

Fonte: autoria própria

Tabela 3- Escala PEDro realizada sobre os estudos de ensaio clínico referente à Tabela 2

Estudos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
1 Hollander <sup>66</sup>	ok	ok		ok				ok	ok	ok	ok	6
2 Fuller <sup>63</sup>	ok	ok		ok				ok	ok	ok	ok	6
3 Fuller <sup>64</sup>	ok	ok		ok					ok	ok	ok	5
4 Lindleni <sup>67</sup>	ok	ok		ok				ok	ok	ok	ok	6
5 Ridge <sup>72</sup>	ok	ok		ok					ok	ok	ok	5
6 Warne <sup>75</sup>	ok			ok					ok	ok	ok	4

1: os critérios de elegibilidade foram específicos; 2: os sujeitos foram aleatoriamente distribuídos por grupo; 3: a alocação foi secreta; 4: inicialmente, os grupos eram semelhantes no que diz respeito aos indicadores de prognósticos mais importantes; 5: todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo; 6: todos os terapeutas que administraram a terapia fizeram de forma cega; 7: todos os avaliadores que mediram, pelo menos, um resultado-chave fizeram de forma cega; 8: mensurações de, pelo menos, 85% dos sujeitos inicialmente distribuídos pelo grupo; 9: todos os sujeitos, a partir do quais se apresentaram mensurações de resultados, receberam o tratamento ou a condição de controle conforme a alocação ou, quando não foi esse caso, fez-se a análise dos dados para, pelo menos, um dos resultados-chave por intenção de tratamento; 10: os resultados das

comparações estatísticas intergrupos foram descritos para, pelo menos, um resultado-chave; 11: o estudo apresenta tanto medidas de precisão como medidas de variabilidade para, pelo menos, um resultado-chave.

Fonte: dados da pesquisa

## DISCUSSÃO

O objetivo desta revisão foi primariamente verificar o risco de lesão entre tênis tradicionais e minimalistas e secundariamente analisar as repercussões do *drop* (altura dos tênis) nas variáveis cinemáticas, dentre elas o consumo de energia. Os artigos incluídos nesta revisão apontam para um aumento no risco de lesão nos tênis minimalistas em relação aos tradicionais. Em uma análise mais aprofundada, na qual se estratifica o *drop* dos minimalistas em diferentes alturas (parcialmente minimalista: 4 ou 5mm e totalmente minimalista 0mm), é possível perceber, em dois estudos<sup>61,67</sup>, que há uma tendência dos parcialmente minimalistas apresentarem maior número absoluto de lesões quando comparados aos totalmente minimalistas. Essa tendência pode ser explicada pelo fato do parcialmente minimalista ser, muitas vezes, uma etapa na transição para o totalmente minimalista. Sendo assim, ao passar para o totalmente minimalista, os corredores já passaram por uma etapa de aprendizagem e acomodação. Ryan et al.<sup>73</sup> (2014) explicaram que esse resultado pode ocorrer ao longo do tempo de forma semelhante a<sup>67</sup>, que descreve, em seu estudo, que os corredores regulares tendem ao aumento de lesões com calçados parcialmente ou totalmente minimalista. Em relação às variáveis cinemáticas, os minimalistas reduzem o comprimento do passo e, conseqüentemente, induzem a um aumento da frequência de passos dada a cada minuto (cadência). Quando se extrapola essa informação para os treinos de corrida, podemos perceber que, para uma mesma distância, o corredor em uso de tênis minimalista tenderá a aumentar a cadência. É de se esperar que o aumento da frequência de movimentos dos membros inferiores repercuta em aumento do número de contrações musculares tanto concêntricas na fase de propulsão quanto excêntricas na aterrissagem de tal maneira que tenderia a aumentar o gasto energético nos corredores com tênis minimalista, entretanto essa hipótese só foi encontrada nos estudos<sup>71,73</sup>. Já nos estudos de<sup>69,76</sup>, os tênis minimalistas produziram um efeito contrário: reduziram o gasto energético, mesmo que discretamente. É possível que o maior peso dos tradicionais possa contribuir para esses achados. Em relação a isso,<sup>69</sup> afirma que tal resultado pode ser explicado ao nível do peso em gramas do calçado, o que é concordado por<sup>70</sup>. Ainda nos aspectos cinemáticos, os resultados desta revisão indicam que, nos minimalistas, há uma redução no deslocamento angular do tornozelo durante o contato inicial

com o solo e um aumento do deslocamento angular do joelho. Vale ressaltar que essa redução é progressiva à medida que a altura do salto diminui. É imaginável que o comprimento do passo também tenha influência nesse item. Isso porque a redução do comprimento do passo presente nos minimalistas favorece o contato com o médio e antepé. Na fase inicial da corrida, o contato com o médio e antepé induz momento de força em flexão dorsal, que possui arco de movimento menor que a flexão plantar, portanto reduzindo ao deslocamento angular do tornozelo. Os estudos incluídos nesta revisão tiveram algumas limitações, que podem ter interferido nos resultados e que aumentaram a heterogeneidade. Por exemplo, os parcialmente minimalistas não possuíam altura padrão, que variou de 4 a 6mm, mesmo sendo válido afirmar que essa variação ainda os enquadra na definição de minimalista orientada por<sup>62</sup> e empregada neste estudo.

## CONCLUSÃO

Neste estudo, foi possível verificar que tênis minimalista pode acentuar alterações cinemáticas, como redução do comprimento do passo e aumento da cadência. Não há consenso sobre o efeito sobre o gasto energético.

O tênis minimalista aumentou a incidência de lesão em corredores, e tal resultado deve ser levado em consideração quando o corredor ou seu treinador decide realizar essa mudança. Talvez seja necessário um preparo muscular para fazer a transição do tradicional para o minimalista e que o tempo de exposição seja progressivo para aumentar o aprendizado e permitir melhor adaptação, preferencialmente na transição do tradicional para o parcialmente minimalista.

## 5 DISCUSSÃO

O objetivo geral dessa dissertação foi verificar eventuais riscos de lesão em praticantes de caminhada e corrida a partir da escolha do calçado tradicional, parcialmente minimalista ou minimalista, estendendo-se a elucidar, dentre as diversas metodologias para definição da postura do pé estática e dinâmica, a tomada de decisão clínica mais assertiva aos praticantes de caminhada ou corrida.

Sobre a efetividade do *drop* (altura do salto do tênis), na prevenção de lesão em corredores, os estudos apontam para o risco de lesão nos praticantes de corrida que utilizam o calçado minimalista em relação ao tradicional. De forma mais aprofundada, a altura do calçado divide-se em parcialmente minimalista, variando de 4 ou 5mm, e totalmente minimalista 0mm, existindo uma tendência do parcialmente minimalista apresentar maior número absoluto de lesões. Sobre o contexto de variáveis cinemáticas, os calçados minimalistas tendem a reduzir o comprimento do passo, dessa forma aumentando a frequência de passos (cadência). Nesse caso, especialmente na corrida, o sujeito tenderá ao aumento da cadência na corrida, sugerindo maior atividade neuromuscular devido ao aumento da frequência de movimentos dos membros inferiores, potencializando o gasto energético dos corredores com calçados minimalistas. Outra desvantagem do calçado minimalista está associada à redução do ângulo do tornozelo durante o contato inicial ao solo e ao aumento do deslocamento angular do joelho durante contato inicial ao solo, sendo essa progressiva, haja vista o tamanho ou a altura do *drop* do calçado. Sobre a concordância para definição da postura do pé entre a avaliação estática ou dinâmica: IPP-6, baropodometria e videografia 2-D. Os resultados apresentados sobre os diferentes métodos da postura do pé apontam para as posturas neutra, pronada e supinada, nessa ordem. Essa maior frequência poderia ser explicada pelo contexto fisiológico para a dinâmica do membro inferior para as tarefas em cadeia cinética fechada. De forma breve, se atendo à eversão do retropé e a pronação da subtalar, esses se estendem pela fase de aceitação do peso (contato inicial até médio apoio), induzindo momento de força que abre os eixos das articulações transtarsianas para que o pé fique maleável e flexível e, assim, mais eficiente na absorção das cargas e em apoio médio, facilitando a propulsão. Esta dissertação nos leva à reflexão de pontos importantes, tais como possíveis indicações ou sugestões de calçados específicos para praticantes de caminhada e corrida, além de cautela a respeito dos métodos de avaliação para a postura do pé, sugerindo

que verifique possíveis variáveis máximas e mínimas na videografia 2-D para deduzir, entre a caminhada ou corrida, possível postura do pé.

## 6 CONCLUSÃO

A necessidade ou o gosto pessoal de calçados deveriam ser melhor orientados, principalmente nos corredores que optam por calçados parcialmente minimalistas ou minimalistas. Os mesmos deveriam seguir período de adaptação para que, dessa forma, busquem minimizar possíveis lesões. Associado ao tipo de calçado, avaliar a postura do pé, de preferência, utilizando métodos dinâmicos como a videografia 2-D, parece aceitável. A confiabilidade da medida verificada em nosso estudo parece confiável em análise de caminhada a 4km/h quanto para corrida em 10km/h. A mesma ainda é um instrumento de avaliação de baixo custo e boa prática clínica e, por ora, bastam avaliações em velocidades ajustadas para caminhada ou corrida de acordo o nível de aptidão física do sujeito para definir muito bem a postura do pé.



## REFERÊNCIAS

1. de Araujo MK, Baeza RM, Zalada SRB, Alves PBR, de Mattos CA.. Injuries among amateur runners. *Rev Bras Ortopedia*. 2015;50(5):537-40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2015.08.012>
2. Firminger CR, Edwards WB. The influence of minimalist footwear and stride length reduction on lower-extremity running mechanics and cumulative loading. *J Sci Med Sport*. 2016;19(2):975-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.03.003>
3. Neal BS, Griffiths IB, Dowling GJ, Murley GS, Munteanu SE, Smith MMF et al. Foot posture as a risk factor for lower limb overuse injury: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2014;7:55. doi: 10.1186/s13047-014-0055-4
4. Rungprai C, Goetz JE, Arunakul M, Gao Y, Femino JE, Amendola A, et al. Validation and reproducibility of a biplanar imaging system versus conventional radiography of foot and ankle radiographic parameters. *Foot Ankle Int*. 2014;35(11):1166-75. doi: 10.1177/1071100714545514
5. Patel S, Bernasconi A, Thornton J, Buraimoh O, Cullen NP, Welck MJ, et al. Relationship between foot posture index and weight bearing computed tomography 3D biometrics to define foot alignment. *Gait Posture* 2020;80:143-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.05.038>
6. Terada M, Wittwer AM, Gribble PA. Intra-Rater and Inter-Rater reliability of the five image-based criteria of the foot posture index-6 The International. *J Sports Phys Ther*. 2014;9(2):187-94.
7. Alves R, Borel WP, Rossi BP, Vicente EJD, Chagas PS de C, Felício, DC. Test-retest reliability of baropodometry in young asymptomatic individuals during semi static and dynamic analysis. *Fisioter Mov*. 2018;31. doi: <https://doi.org/10.1590/1980-5918.031.a014>
8. Teyhen DS, Stoltenberg BE, Eckard TG, Doyle PM, Boland DM, Feldtmann JJ, et al. Static foot posture associated with dynamic plantar pressure parameters. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2011;41(2):100-7. doi: <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3412>
9. Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and analysis of running gait. *Phys Med Rehabil Clin North Am*. 2005;16(3):603-21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2005.02.007>
10. Anna, K, Głównka N, Kowal M, Paprocka-Borowicz, M. Baropodometric evaluation of foot load distribution during gait in the group of professionally active nurses. *J Occup Health*. 2019;62: e12102. doi: 10.1002/1348-9585.12102

11. Chan CW, Rudins A. Foot biomechanics during walking and running. *Mayo Clin Proc.* 1994;69(5):448-61. doi: [https://doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)61642-5](https://doi.org/10.1016/S0025-6196(12)61642-5)
12. Donald A. Neumann cinesiologia do aparelho musculoesquelético. Fundamentos para reabilitação 2. ed. Elsevier; 2011. P. 573.
13. Hollander K, Zech A, Rahlf AL, Orendurff MS, Stebbins J, Heidt C. The relationship between static and dynamic foot posture and running biomechanics: a systematic review and meta-analysis. *Gait Posture.* 2019;72:109-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.05.031>
14. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the foot posture index. *Clin Biomech.* 2006;21(1):89-98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002>
15. Cavanagh PR, Morag E, Boulton AJM, Young MJ, Deffner KT, Pammert SE. The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *J Biomech.* 1997; 30(3):243-50. doi: [10.1016/s0021-9290\(96\)00136-4](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(96)00136-4)
16. Schayer Sabino G, Casas Rocha I, Queiroz Guimarães C, Alcântara A, Carvalho MF. Fisioterapeuta da Propulsão. *Fisioter Mov.* 2012 abr-jun;25(2):301-9.
17. Butler RJ, Hillstrom H, Song J, Richards CJ, Davis IS. Sistema de medição do índice de altura do arco estabelecimento de confiabilidade e valores normativos. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008;98:(2).
18. Fukuchi RK, Duarte M, Fukuchi RK. Análise cinemática comparativa da fase de apoio da corrida em adultos e idosos Comparative kinematic analysis during the stance phase of running in adults and elderly. *Fisioter Pesq.* 2008;15(1). doi: <https://doi.org/10.1590/S1809-29502008000100007>
19. Abourazzak FE, Kadi N, Azzouzi H, Lazrak F, Najdi A, Nejjari C, et al. A positive association between foot posture index and medial compartment knee osteoarthritis in moroccan people. *Open Rheumatol J.* 2014;8:96-9. doi: [10.2174/1874312901408010096](https://doi.org/10.2174/1874312901408010096)
20. Sanchis-Sales E, Rodríguez-Cervantes PJ, Sancho-Bru JL. Kinematics reduction applied to the comparison of highly-pronated, normal and highly-supinated feet during walking. *Gait Posture.* 2019 Feb;68:269-73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.010>
21. Buldt AK, Levinger P, Murley GS, Menz HB, Nester CJ, Landorf KB. Foot posture is associated with kinematics of the foot during gait: a comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait Posture.* 2015;42(1):42-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.03.004>

22. Kruger KM, Graf A, Flanagan A, McHenry BD, Altiook H, Smith, PA, et al. Segmental foot and ankle kinematic differences between rectus, planus, and cavus foot types. *J Biomech.* 2019;94:180-6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.07.032>
23. Martinez BR, Oliveira JC de, Vieira KVSG, Yi LC. Translation, cross-cultural adaptation, and reliability of the Foot Posture Index (FPI-6)–Brazilian version. *Physiother Theory Pract.* 2021;37(1):218-23. doi: <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1587800>
24. Ouvrier R, Crosbie, J, Scharfbilling R, Infantil H, Alexandra R, Angela S, et al. Índice de postura do pé. Manual e guia do usuário [Internet]. p. 2. [acesso em 2022 jul 25]. Disponível em: [https://translate.googleusercontent.com/translate\\_f](https://translate.googleusercontent.com/translate_f)
25. Konings-Pijnappels APM, Tenten-Diepenmaat M, Dahmen R, Verberne, SK, Dekker, J, Twisk JWR, et al. Forefoot pathology in relation to plantar pressure distribution in patients with rheumatoid arthritis: a cross-sectional study in the Amsterdam Foot cohort. *Gait Posture.* 2019;68:317-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.015>
26. Nishikawa T, Kurosaka M, Yoshiya S, Lundin TM, Grabiner MD. Effects of prophylactic ankle supports on pronation during gait. *Int Orthop.* 2002;26(6): 379-5. doi: <https://doi.org/10.1007/s00264-002-0362-4>
27. Bramah C, Preece SJ, Gill N, Herrington L. The between-day repeatability, standard error of measurement and minimal detectable change for discrete kinematic parameters during treadmill running. *Gait Posture.* 2021;85:211-16. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.12.032>
28. Aquino MRC, Avelar BS, Silva P, Ocarino JM, Resende RA. Reliability of foot posture index individual and total scores for adults and older adults. *Musculoskelet Sci Pract.* 2018;36:92-5. doi: <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.02.002>
29. Cornwall MW, McPoil TG, Lebec M, Vicenzino B, Wilson J. Confiabilidade do índice de postura do pé modificado. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008;98(1):7-13. doi:10.7547/098000710.7547/0980007
30. Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *J Foot Ankle Res.* 2009;2(1). doi: <https://doi.org/10.1186/1757-1146-2-26>
31. Kirmizi M, Cakiroglu MA, Elvan A, Simsek IE, Angin S. Reliability of different clinical techniques for assessing foot posture. *J Manip Physiol Ther.* 2020;43(9):901-08. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2020.02.002>
32. Menezes LT de A, Barbosa PHF de A, Costa AS, Mundim AC, Ramos GC, Paz CC dos SC, et al. Baropodometric technology used to analyze types of weight-bearing during hemiparetic upright position. *Fisioter Mov.* 2012 jul;set;25(3):583-94.
33. Bonnet C, Carello C, Turvey MT. Diabetes and postural stability: review and hypotheses. *J Motor Behav.* 2009;41(2):72-192. doi: <https://doi.org/10.3200/JMBR.41.2.172-192>

34. Buldt AK, Forghany S, Landorf KB, Murley GS, Levinger P, Menz HB. Centre of pressure characteristics in normal, planus and cavus feet. *J Foot Ankle Res.* 2018;11(1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13047-018-0245-6>
35. Hagedorn TJ, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Menz HB, Casey VA, et al. Foot disorders, foot posture, and foot function: the framingham foot study. *PLoS ONE.* 2013;8(9). doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0074364>
36. Jorge Filho D. Baropodometria computadorizada. *Acta Fisiátrica.* 1996;3(3):30-1. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2317-0190.v3i3a102033>
37. Mousavi SH, Hijmans JM, Moeini F, Rajabi R, Ferber R, van der Worp H, et al. Validity and reliability of a smartphone motion analysis app for lower limb kinematics during treadmill running. *Phys Ther Sport.* 2020;43:27-35. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.02.003>
38. de Oliveira FCL, Fredette A, Echeverría SO, Batcho CS, Roy JS. Validity and reliability of 2-dimensional video-based assessment to analyze foot strike pattern and step rate during running: a systematic review. *Sports Health* 2019;11(5):409-15. doi: <https://doi.org/10.1177/1941738119844795>
39. Dingenen B, Staes FF, Santermans L, Steurs L, Eerdeken M, Geentjens J. et al. Are two-dimensional measured frontal plane angles related to three-dimensional measured kinematic profiles during running? *Phys Ther Sport.* 2018;29:84-92. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.02.001>
40. Damsted C, Larsen LH, Nielsen RO. Reliability of video-based identification of footstrike pattern and video time frame at initial contact in recreational runners. *Gait Posture.* 2015;42(1):32-5. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.01.029>
41. Esculier JF, Silvini T, Bouyer LJ, Roy JS. Video-based assessment of foot strike pattern and step rate is valid and reliable in runners with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport.* 2018;29:108-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.11.003>
42. Krishnan C, Washabaugh EP, Seetharaman Y. A low cost real-time motion tracking approach using webcam technology. *J Biomech.* 2015;48(3):544-48. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2014.11.048>
43. Cornwall MW, Jain TK, Holmgren S, Dorri A, Young C. The effect of kinesio tape on static foot posture, plantar pressure and rearfoot motion in individuals with pronated feet. *Int J Sports Phys Ther.* 2019;14(3):368-75. doi: <https://doi.org/10.26603/ijsp20190368>
44. Nishikawa T, Kurosaka M, Yoshiya S, Lundin TM, Grabiner MD. Effects of prophylactic ankle supports on pronation during gait. *Int Orthop.* 2002;26(6):381-5. doi: <https://doi.org/10.1007/s00264-002-0362-4>
45. Rodgers MM, Leveau BF. Effectiveness of Foot Orthotic Devices Used to Modify Pronation in Runners\*. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1982;4(2):86-90. doi: 10.2519/jospt.1982.4.2.86

46. Dicesare CA, Bates NA, Myer GD, Hewett TE. The validity of 2 dimensional measurement of trunk angle during dynamic tasks corresponding author. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(4):420-7
47. Cornwall M, McPoil T. Comparação do movimento bidimensional e tridimensional do retro pé durante a caminhada. *Biomecânica Clínica.* 1995;10(1):36-40. doi:10.1016/0268-0033(95)90435-c
48. Donatelli R, Wooden M, Ekedahl SR, Wilkes JS, Cooper J, Bush AJ. Relationship between static and dynamic foot ~ostuies in professional ~aseball players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999;29(6):316-25. doi: 10.2519/jospt.1999.29.6.316
49. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the foot posture index. *Clin Biomech.* 2006;21(1):89-98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002>
50. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the foot posture index. *J Foot Ankle Res.* 2008;1(1):6. doi: <https://doi.org/10.1186/1757-1146-1-6>
51. Mannon K, Anderson T, Cheetham P, Cornwall MW, Mcpoil TG. A Comparison of two motion analysis systems for the measurement of two-dimensional rearloot motion during walking. *Foot Ankle Int.* 1997;18(7):427-31. doi: 10.1177/107110079701800710
52. Lee SY, Hertel J, Lee SC. Rearfoot eversion has indirect effects on plantar fascia tension by changing the amount of arch collapse. *Foot.* 2010;20(2-3):64-70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foot.2010.06.003>
53. McHugh ML. Confiabilidade entre avaliadores: a estatística kappa. *Biochem Med (Zagreb).* 2012;22(3):276-82
54. Begg R, Best R, Dell'Oro L, Taylor S. Minimum foot clearance during walking: Strategies for the minimisation of trip-related falls. *Gait and Posture,* 2007;25(2):191-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.03.008>
55. Stacoff A, Nigg BM, Reinschmidt C, van den Bogert AJ, Lundberg A. Tibiocalcaneal kinematics of barefoot versus shod running. *J Biomech.* 2000;33(11):387-95. doi: [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00116-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00116-0)
56. Hillstrom HJ, Song J, Kraszewski AP, Hafer JF, Mootanah R, Dufour AB, et al. Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot. *Gait Posture.* 2013;37(3):445-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.09.007>
57. Cornwall MW, McPoil TG. Confiabilidade e Validade da Quantificação do Centro de Pressão. *J Am Podiat Med Assoc.* 2003;93(2),142-9.doi:10.7547/87507315-93-2-14210.7547/87507315-93-2-142
58. Song J, Hillstrom H, Secord D, Levitt J. Biomecânica do tipo do pé. comparação dos tipos de pé plano e reto. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1996;86(1):16-23. doi:10.7547/87507315-86-1-16

59. Wong L, Hunt A, Burns J, Crosbie J. Efeito da morfologia do pé na excursão do centro de pressão durante a caminhada descalça. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008;98(2):112-7. doi:10.7547/098011210.7547/0980112
60. Chen HC, Sunardi Liau BY, Lin CY, Akbari VBH, Lung CW, Jan YK. Estimation of various walking intensities based on wearable plantar pressure sensors using artificial neural networks. *Sensors*, 2021;21(19). doi: <https://doi.org/10.3390/s21196513>
61. Bergstra SA, Kluitenberg B, Dekker R, Bredeweg SW, Postema K, Van den Heuvel ER , et al. Running with a minimalist shoe increases plantar pressure in the forefoot region of healthy female runners. *J Sci Med Sport.* 2015;18(4):463-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.06.007>
62. Coetzee DR, Albertus Y, Tam N, Tucker R. Conceptualizing minimalist footwear: an objective definition. *J Sports Sci.* 2018;36(8):949-54. doi: <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1346816>
63. Fuller JT, Thewlis D, Buckley JD, Brown NAT, Hamill J, Tsiros MD, et al. Body mass and weekly training distance influence the pain and injuries experienced by runners using minimalist shoes: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2017;45(5):1162-70. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546516682497>
64. Fuller JT, Thewlis D, Tsiros MD, Brohn NAT, Hamill J, Buckley JD. Longer-term effects of minimalist shoes on running performance, strength and bone density: a 20-week follow-up study \*. *EJSS.* 2019;19(3):402-12. doi: <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1505958>
65. Fuller JT, Thewlis D, Tsiros MD, Brown NAT, Buckley JD. The long-term effect of minimalist shoes on running performance and injury: design of a randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2015.
66. Hollander K, Argubi-Wollesen A, Reer R, Zech A. Comparison of minimalist footwear strategies for simulating barefoot running: a randomized crossover study. *PLoS ONE.* 2015;10(5): e0125880. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125880>.
67. Lindlein L, Zech A, Zoch A, Braumann K-M, Hollander K. Improving running economy by transitioning to minimalist footwear: a randomised controlled trial. *J Sci Med Sport.* 2018;21(12):1298-1303. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.05.012>.
68. Malisoux L, Gette P, Chambon N, Urhausen A, Theisen D. Adaptation of running pattern to the drop of standard cushioned shoes: a randomised controlled trial with a 6-month follow-up. *J Sci Med Sport.* 2017;20(8):734-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.01.238>.
69. Malisoux L, Chambon N, Urhausen A, Theisen D. Influence of the heel-to-toe drop of standard cushioned running shoes on injury risk in leisure-time runners. *Am J Sports Med.* 2016;44(11):2933-40, 2016. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546516654690>.
70. Malisoux L, Theisen D. Can the “Appropriate” footwear prevent injury in leisure-time running? evidence versus beliefs. *J Athl. Train.* 2020;55(12):1215-23. doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-523-19>.

71. Ridge ST, Johnson AW, Mitchell UH, Hunter I, Robinson E, Rich BSE, et al. Foot bone marrow edema after a 10-wk transition to minimalist running shoes. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(7):1363-8. doi: <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182874769>.
72. Ridge ST, Olsen MT, Bruening DA, Jurgensmeier K, Griffin D, Davis IS, et al. Walking in minimalist shoes is effective for strengthening foot muscles. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51:104-13. doi: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001751>
73. Ryan M, Elashi M, Newsham-West R, Taunton J. Examining injury risk and pain perception in runners using minimalist footwear. *Br J Sports Med.* 2014;48(16):1257-62. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092061>.
74. Tam N, Darragh IAJ, Divekar NV, Lamberts RP. Habitual minimalist shod running biomechanics and the acute response to running barefoot. *Int J Sports Med.* 2017;38(10):770-5. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0043-114863>.
75. Warne JP, Smyth BP, Fagan J O'C, Hone ME, Richter C, Nevill AM, et al. Kinetic changes during a six-week minimal footwear and gait-retraining intervention in runners. *J. Sports Sci.* 2017;35(15):1538-46. doi: <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1224916>.
76. Warne JP, Gruber AH. Transitioning to minimal footwear: a systematic review of methods and future clinical recommendations. *Sports Med Open.* 2017;3:33. doi: <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0096-x>
77. Cochrane training. Rev Man 5 download. 2021.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
EM SERES HUMANOS**  
**Instituto de Ciências da Saúde**  
**Universidade Federal da Bahia**



#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **“Efetividade das palmilhas na prevenção de lesão em corredores recreacionais: um ensaio clínico randomizado”**. Nesta pesquisa pretendemos **verificar se as palmilhas melhoram o posicionamento dos ossos e articulações do pé, a contração dos músculos da perna e evitam o surgimento de lesão ligada à prática de corrida**. O motivo que nos leva a estudar este tema é que a prática da corrida é um esporte cada vez mais comum e inúmeras abordagens estão sendo consideradas com objetivo de reduzir o número de lesão. Uma destas abordagens é o uso de palmilhas. Desta forma, buscaremos com este estudo compreender melhor os efeitos das palmilhas na forma de pisar e se elas podem realmente prevenir lesão. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: uma entrevista inicial para coleta de dados sobre sua condição física, ex: peso, altura, tempo de prática de corrida, duração de treinamento na semana, lesão ou dor prévia ou atual através de um questionário chamado *Índice de Morbidade Referida*. Em seguida, os pesquisadores irão coletar informações sobre seu tipo de pé e pisada, para tal o Sr(a) se deitará num maca para que os avaliadores possam movimentar seus pés e identificar a estrutura e tipo do pé sem carga. Logo após o Sr(a) será posicionado em pé para que seja verificado o *Índice de Postura do Pé*, no qual o Sr(a) estará sobre uma base rígida em pé com uma borracha entre os pés para padronizar o posicionamento deles e os avaliadores irão observar o posicionamento de diversas partes do seu pé. Em seguida será feita a *Baropodometria computadorizada*, aparelho que consiste numa placa sensorizada inerte, ou seja, ela não emite eletricidade para que possa causar algum dano ao Sr(a). Esta placa capta a imagem da pressão dos pés estando o Sr(a) em pé e caminhando. Logo após você deverá colocar seu tênis de corrida quando então serão adicionados à marcadores (papéis reflexivos colantes) na batata da perna e no calcanhar para coletar dados do posicionamento e movimento das articulações do pé através da filmagem com câmera digital e eletrodos adesivos, semelhantes à aqueles que são usados no exame do coração (eletrocardiograma), fixados na sua pele da face lateral (fora) e medial (dentro) das pernas, para que possa ser coletada a atividade dos músculos da parte de fora e de dentro da perna durante a caminhada a 4 km/h por 2 minutos e corrida a 10km/h por apenas três minutos em uma esteira elétrica profissional. Vale ressaltar que estes eletrodos estarão conectados a um aparelho denominado “eletromiógrafo” que capta os sinais elétricos dos músculos e envia para o computador. O eletromiógrafo não emite eletricidade, é inerte ao corpo e assim como a baropodometria não há risco de choque. Será necessário neste momento limpar sua pele com álcool e retirar os pelos para que a captação seja mais eficiente. Por fim o Sr(a) descansará por 10min, período que teremos sucos, água e lanches disponíveis para em seguida ir para o dinamômetro isocinético que é um aparelho onde o Sr(a) estará sentado numa cadeira especial para que movimente as pernas



contra uma resistência imposta pela máquina. Durante este movimento nos iremos incentivá-lo(a) para que faça a maior força possível e assim poderemos ter uma melhor compreensão da sua força muscular. Com base nos dados desta coleta inicial, o Sr(a) será classificado como corredor de pisada pronada (quem pisada com o pé desabado para dentro colocando mais carga na borda medial do pé e será ainda subclassificado e subdividido em: pés causativos que são os pés que originam a pisada pronada ou adaptativos que são os pés que aumentam a pronação devido a problemas que não se originam nos pés) ou corredor com pisada neutra (quem pisa com a carga mais no centro do pé) e corredor com pisada subpronada/supinada (quem pisa colocando mais carga na borda lateral do pé e também subclassificado em: pés causativos que são os pés que originam a pisada supinada ou adaptativos que são os pés que aumentam a supinação devido a problemas que não se originam nos pés). Após esta classificação, o Sr(a) será sorteado para receber um dois tipos de palmilha que serão utilizadas no estudo. Após uma semana você será convocado para receber o par de palmilhas, realizar nova coleta de caminhada e corrida na esteira para mensurar o movimento do pé e a atividade muscular durante o uso da palmilha e receber as orientações de como usá-las (no mínimo 4 horas por dia e em seus treinos de corrida) e como cuidar da preservação da palmilha. Caso sinta desconforto será orientado a nos procurar para que possam ser feitos os ajustes na palmilha e no tempo de uso para facilitar a acomodação. Independente do grupo, o Sr(a) será orientado a manter seu tênis usual, retirar a palmilha original e substituir pela palmilha entregue pela pesquisa, bem como será orientado a não mudar seu ritmo de treino, salvo se houver orientação do profissional de educação física e nem mudar o modelo do tênis pelos próximos 6 meses. Caso surja qualquer alteração, o Sr(a) deverá nos informar durante os contatos quinzenais que iremos ter com você. Neste período você será convidado a retornar após 3 meses e mais uma vez após 6 meses quando serão repetidos os mesmos procedimentos: coleta dos dados do posicionamento e movimento das articulações do pé e a atividade dos músculos da perna durante a caminhada a 4 km/h por dois minutos e corrida a 10km/h por três minutos na mesma esteira elétrica profissional. Quinzenalmente, como relatado anteriormente, nós iremos entrar em contato com você via e-mail, whatsapp ou telefone para saber se houve alguma mudança no seu treino, tênis e se surgiu alguma dor ou lesão ligada à prática de corrida. O estudo não pretende gerar nenhum risco. Os métodos empregados de avaliação, como citados anteriormente são inertes e portanto o senhor(a) não sentirá nenhum desconforto proveniente do estímulo na sua pele. Apenas o uso da palmilha pode, raramente, provocar nos primeiros dias algum desconforto na planta dos pés que tende a desaparecer em até uma semana. Caso este desconforto ocorra, iremos orientar uso progressivo (dentro das quatro horas diárias deverá usar 30 minutos e retirar 30 minutos, depois usa uma hora e retira por 30 minutos até completar as quatro horas diárias). Caso o desconforto persista, iremos reduzir o ponto de pressão lixando a palmilha e se mesmo assim persistir, iremos solicitar que pare de usá-la para em seguida ofertá-lo os cuidados necessários para alívio dos sintomas a serem realizados na sala 101 do curso Fisioterapia da UFBA situado no Pavilhão de Aulas do Canela. Vale ressaltar que neste último caso, o senhor(a) não será excluído da pesquisa e se desejar permanecer, será convocado para a coleta final, sem nenhum tipo de penalização. Para minimizar o risco de constrangimento e desconforto na coleta dos dados, a avaliação será feita em uma sala fechada, ampla e climatizada, com a presença apenas dos pesquisadores responsáveis. Para evitar o risco de vazamento das informações coletadas, os pesquisadores se comprometem a manter os dados centralizados e seguros em um computador situado no local da coleta sala 101 do curso Fisioterapia da UFBA situado no Pavilhão de aulas do Canela e seus nomes verdadeiros serão substituídos por siglas ou números. Para participar deste estudo o (a) Sr.(a) não receberá qualquer vantagem financeira ou terá qualquer tipo de custo. Caso o senhor(a) tenha algum custo de transporte para deslocamento ao local da coleta, os pesquisadores asseguram o direito ao ressarcimento das despesas de transporte. Caso seja identificado e comprovado danos provenientes desta pesquisa, lhe é assegurado o direito a indenização. Vale ressaltar que sua participação irá ampliar o conhecimento sobre o efeito das palmilhas na prevenção de lesão, bem como o senhor(a) receberá um relatório contendo seus dados, a condição da força muscular da suas perna que pode ser usado para orientar programas específicos de fortalecimento e em especial o tipo de

pisada que o ajudará a escolher o tênis adequado para o tipo de sua pisada. O Sr.(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar do estudo ou de parte dele. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Caso o (a) Sr.(a) tenha alguma dúvida ou necessite de qualquer esclarecimento ou ainda deseje retirar-se da pesquisa, por favor, entre em contato com os pesquisadores abaixo a qualquer tempo.

**Pesquisador responsável: Prof Dr. Cristiano Sena da Conceição – Coordenador do projeto**

**Endereço: Departamento de Fisioterapia. Av Reitor Miguel Calmon, s/n- Vale do Canela. Salvador, Bahia.**

**Telefone: 71-3283-7687 / 71-98131-5747**

Além do pesquisador acima, o Sr(a) pode a qualquer momento procurar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto de Ciências da Saúde para esclarecer dúvidas pertinentes ao estudo e seu andamento. O Comitê de Ética em Pesquisa tem como missão zelar pelos aspectos éticos dos estudos, realizando revisão dos riscos, benefícios da pesquisa em especial da estrutura de termos necessários para condução da pesquisa em seres humanos como este documento que o senhor(a) está conhecendo, denominado de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O Comitê assegura a preservação da dignidade humana, dos direitos e bem-estar dos participantes. Segue contato e horário de funcionamento do CEP:

**Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto de Ciências da Saúde: End: Instituto de Ciência da Saúde: Av. Reitor Miguel Calmon, s/n- Vale do Canela. Salvador, Bahia. Tel.: 71-3283-8951. E-mail: [cepics@ufba.br](mailto:cepics@ufba.br). Horários: segunda das 13:00 as 19:00 e terça a sexta de 07:00 às 13:00.**

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O (a) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Pavilhão de Aulas do Canela (PAC) e a outra será fornecida ao(à) Sr.(a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco (5) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo à legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “ **Efetividade das palmilhas na prevenção de lesão em corredores recreacionais: um ensaio clínico randomizado**”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido em cinco páginas e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Salvador, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Nome completo (participante)

Data

---

Nome completo (pesquisador responsável)

Data

---

Nome completo (testemunha)

Data

Em caso de minha desistência em permanecer na pesquisa, autorizo que os meus dados já coletados referentes a resultados de exames, questionários respondidos e similares ainda sejam utilizados na pesquisa, com os mesmos propósitos já apresentados neste TCLE.

---

Nome completo (participante)

Data

## APÊNDICE B – Cartaz de convite para participar do estudo

**VOCÊ É CORREDOR**

**E NÃO SABE SE ESTÁ USANDO O TÊNIS CORRETO?**

**GOSTARIA DE SABER O SEU TIPO DE PISADA?**

**PARTICIPE DA NOSSA PESQUISA PARA PREVENÇÃO DE LESÃO!**

É tenha acesso a um acompanhamento de profissionais especializados que conduzirão avaliações para você entender a biomecânica da sua corrida e se o uso de palmilhas e tênis podem contribuir na prevenção de lesões.

**PARA PARTICIPAR VOCÊ PRECISA:**

- ✓ Praticar corrida a pelo menos 4 meses - 2x na semana
- ✓ Não apresentar histórico de cirurgia na extremidade inferior
- ✓ Não ter histórico de lesão nos últimos 3 meses
- ✓ Ter de 18 a 60 anos

**MARQUE SUA AVALIAÇÃO!**

LOCAL: Universidade Federal da Bahia – Pavilhão de Aulas do Canela, Avenida Reitor Miguel Calmo, 1105 – Canela, Salvador-Ba.  
 Contato: (71) 9 8131-5747 (Cristiano Senna)  
 E-mail: pesquisalafeto@gmail.com

Ao participar você não terá custos.

**APÊNDICE C – Dados Demográficos**

<b>FICHA DE AVALIAÇÃO (PESQUISA – CORREDORES)</b>		
Número do Voluntário:		
Data da Avaliação:		
Data de Entrega da Palmilha:		
Data de Retorno:		
OBS.:		
<b>DADOS</b>		
Nome:		Sexo: F ( ) M ( )
Idade:	Data Nasc.: ___/___/_____	Profissão:
Etnia:	Naturalidade:	
Endereço:		
Peso:		Altura:
Dominância de Membro ( ) Direita ( ) Esquerda		
Contato 1: ( ) Contato 2: ( )		
E-mail:		
<b>INFORMAÇÕES SOBRE TREINAMENTO</b>		
Treinador ou Assessoria Esportiva:		
Tempo de Treino (meses):	Sem interrupção:	Lesão: S ( ) N ( )
Volume de Treino Semanal:		
Corridas no último ano: ( ) 5k ( ) 10k ( ) 21k ( ) 42k ( ) Outra:		
Tênis utilizado:		
Histórico de Lesão: S ( ) N ( )		Local de Lesão:
Tempo da Lesão:	Fez Tratamento Fisioterapêutico:	

**APÊNDICE D – Ficha de Pontuação do FPI-6**

<b>FICHA DE PONTUAÇÃO DO FPI-6 (PESQUISA – CORREDORES)</b>					
<b>PÉ DIREITO</b>	-2	-1	0	+1	+2
1- Palpação da cabeça do talus.					
2- Curvaturas supra e inframaleolar lateral.					
3- Posição do calcâneo no plano frontal.					
4- Proeminência na região da articulação talonavicular.					
5- Altura e congruência do arco longitudinal interno.					
6- Abdução/Adução do antepé-retropé (vista posterior).					
				<b>TOTAL</b>	
<b>PÉ ESQUERDO</b>	-2	-1	0	+1	+2
1- Palpação da cabeça do talus.					
2- Curvaturas supra e infra maleolar lateral.					
3- Posição do calcâneo no plano frontal.					
4- Proeminência na região da articulação talonavicular.					
5- Altura e congruência do arco longitudinal interno.					
6- Abdução/Adução do antepé-retropé (vista posterior).					
				<b>TOTAL</b>	



Instituto de Ciências da Saúde  
Programa de Pós Graduação  
Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas  
Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Vale do Canela. CEP: 40110-100  
Salvador, Bahia, Brasil

<http://www.ppgorgsistem.ics.ufba.br>