

---

# Relação entre baropodometria, podoscopia e plantigrafia na avaliação da impressão plantar

*Relationship between baropodometry, podoscopy and plantigraphy in the evaluation of plantar printing*

Ana Carolina Di Giorgio<sup>1</sup>, Júlia Neto Homem de Montes<sup>2</sup>, Gustavo Ribeiro Thomé<sup>1</sup>, Fábio Navarro Cyrillo<sup>1,2</sup>, Luciano de Arruda Castelo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Graduação em Fisioterapia do Centro Universitário São Camilo, São Paulo-SP, Brasil; <sup>2</sup>Programa de Graduação em Fisioterapia da Universidade Paulista, São Paulo-SP, Brasil.

---

## Resumo

**Objetivo** – Analisar a relação entre baropodometria, podoscopia e plantigrafia na avaliação da impressão plantar. **Métodos** – Foram analisados 26 indivíduos voluntários com idade entre 20 e 25 anos, de ambos os sexos, sem restrição quanto à raça, que não referiram dor aguda ou crônica, que não foram submetidos a qualquer procedimento cirúrgico em membros inferiores e que não apresentassem disfunções neurológicas e vestibulares. Os indivíduos foram submetidos aos exames de baropodometria, podoscopia e plantigrafia no mesmo dia, recebendo as mesmas orientações em todas as medições, sendo realizadas três coletas em cada equipamento. Na análise da impressão plantar foi utilizado o Índice de Chippaux-Smirak (CSI), que classifica o arco longitudinal medial de acordo com cinco categorias: pé com arco elevado, pé com arco morfologicamente normal, pé intermediário, pé com arco reduzido, pé plano. **Resultados** – Foram utilizadas duas análises estatísticas: o Índice de Kappa e o Teste de ANOVA. A análise do arco plantar feita pela plantigrafia encontrou uma média de 0,346 classificando os pés como intermediários. No podoscópio a média foi de 0,237 e na baropodometria de 0,141, ambos classificando os pés como morfologicamente normais. Verifica-se que não houve concordância quanto à classificação do arco nos três equipamentos simultaneamente ( $p=0,372$ ), além de existir uma grande variação das médias amostrais ( $p<0,001$ ). **Conclusão** – Não houve uma relação direta entre baropodometria, podoscopia e plantigrafia na avaliação da impressão plantar.

**Descritores:** Impressões plantares; Deformidades congênitas do pé; Pé

## Abstract

**Objective** – To analyze the relationship between baropodometry, podoscopy and plantigraphy in the evaluation of the footprint. **Methods** – 26 voluntary individuals aged between 20 and 25 years old, of both sexes, without ethnia restriction, did not report acute or chronic pain, did not undergo any surgical procedure on the lower limbs and did not present any dysfunction, were analyzed neurological and vestibular. The individuals were submitted to baropodometry, podoscopy and plantigraphy exams on the same day, receiving the same guidelines in all measurements, with three collections being performed on each equipment. In the analysis of the footprint, the Chippaux-Smirak Index (CSI) was used, which classifies the medial longitudinal arch according to five categories: foot with elevated arch, foot with morphologically normal arch, intermediate foot, foot with reduced arch, flat foot. **Results** – Two statistical analyzes were used: the Kappa Index and the ANOVA Test. The analysis of the plantar arch made by plantigraphy found an average of 0.346 classifying the feet as intermediate. In the podoscope the average was 0.237 and in baropodometry 0.141, both classifying the feet as morphologically normal. It appears that there was no agreement regarding the classification of the arc in the three devices simultaneously ( $p=0.372$ ), in addition to a large variation in the sample means ( $p<0.001$ ). **Conclusion** – There was no direct relationship between baropodometry, podoscopy and plantigraphy in the evaluation of the footprint.

**Descriptors:** Footprints; Congenital deformities of the foot; Foot

---

## Introdução

O pé saudável contempla as exigências de sustentação corporal por meio da interação entre articulações, tecido conectivo e músculos, além das funções sensitivas que são importantes para proteção e orientação do membro inferior. Qualquer distúrbio que afete o pé pode alterar a biomecânica corporal<sup>1</sup>. A principal estrutura que sustenta o peso e absorção do choque do pé é o arco medial longitudinal, caracterizado pelo dorso medial côncavo<sup>1,2</sup>.

Segundo Cantalino e Mattos (2008), as anormalidades do arco medial longitudinal incluem o pé plano e cavo. Sendo o pé plano caracterizado por um achatamento do arco, e o pé cavo um aumento do arco, que leva a uma rigidez plantar com diminuição do amortecimento e adaptação à diferentes superfícies<sup>2</sup>.

A avaliação da impressão plantar tornou-se importante devido a todas as características funcionais do pé, estando este sujeito à diversas patologias. As alterações estáticas posturais dos pés são um dos assuntos mais discutidos na ortopedia<sup>3</sup>. É preciso estudar a mecânica normal dos membros inferiores e o mecanismo anormal que leva ao aparecimento dos sintomas, para entender como esses distúrbios influenciam no aparecimento de lesões<sup>4</sup>.

Existem algumas formas de avaliação clínica dos pés, que são conhecidas e utilizadas por diversos profissionais da saúde. Tais como: a baropodometria, a podoscopia e a plantigrafia<sup>3,4</sup>. Cada um desses recursos, isoladamente, possuem as suas aplicações e importâncias bem descritas na literatura.

A baropodometria é composta por um computador e um sistema de sensores pressóricos. Com este recurso

é possível adquirir dados referentes à distribuição da pressão plantar, do equilíbrio estático e dinâmico. O contato da sola do pé na posição ortostática ou dinâmica fornece dados qualitativos, como o formato do pé, e quantitativos como a relação da carga, à pressão da impressão plantar e sobre o deslocamento do centro de pressão de cada indivíduo<sup>5</sup>.

Já a podoscopia é constituída por um tampão de vidro ou acrílico sobre uma base. É um método que identifica áreas de maior pressão, pela coloração esbranquiçada produzida pela isquemia gerada por sobrecarga, além de fornecer a impressão plantar<sup>3</sup>.

A plantigrafia pode ser obtida por uma estrutura de feltro na qual se coloca tinta que, em contato com o papel, grava as impressões plantares<sup>2</sup>.

O objetivo do estudo foi analisar a relação entre baropodometria, podoscopia e plantigrafia na avaliação da impressão plantar.

## Métodos

A presente pesquisa trata-se de um estudo transversal quantitativo descritivo com uma amostra de conveniência. Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro Universitário São Camilo. A coleta de dados foi realizada na clínica escola, com 26 indivíduos voluntários, totalizando 52 pés, após assinatura do termo de consentimento livre esclarecido (TCLE).

Os critérios de inclusão foram: indivíduos com idade entre 20 e 25 anos, de ambos os sexos, sem restrição quanto à raça. Os critérios de exclusão foram: indivíduos que apresentem dor aguda ou crônica nos membros inferiores no momento da coleta; terem sido submetidos a qualquer procedimento cirúrgico que envolva membros inferiores; portadores de disfunções neurológicas e vestibulares; que apresentem queixa de desconforto, ou qualquer evento que apresente risco mínimo para a saúde do participante e que, portanto impedisse a realização do exame.

Para aquisição dos dados os indivíduos foram submetidos aos exames de baropodometria, podoscopia e plantigrafia no mesmo dia. Foi solicitado que os participantes ficassem com os pés descalços e iniciassem a medição primeiramente com o pé direito e depois com o pé esquerdo, ficando de forma confortável e relaxada, olhando em direção à um ponto fixo. Devendo permanecer durante 10 segundos sobre cada equipamento para a coleta, o tempo total dos exames foi de aproximadamente 15 minutos, sendo realizadas 3 análises em cada equipamento.

O sistema de baropodometria computadorizada utilizado era da marca TekScan, modelo PrestoScan, software *PressureScan* (desenvolvido pela Miotec), composto por 2288 sensores capacitivos (figura 1). Para a coleta baropodométrica estática era solicitado permanecer imóvel sobre a plataforma. Já para avaliação dinâmica, a plataforma foi colocada no centro de uma pista de aproximadamente 2,4 metros de comprimento sem ser disfarçada. Foi solicitado ao indivíduo caminhar em sua velocidade habitual, evitando a alteração do passo.

Foi utilizado um podoscópio sem marca (figura 2), com as seguintes dimensões: 40 cm x 30 cm x 39 cm. O registro fotográfico das imagens foi obtido por uma câmera da marca Canon A495, 10.0 mega pixels, com resolução da imagem de 3648 x 2736 pixels, zoom: 3,3 x óptico e 4x digital. Para a realização da fotopodoscopia, o indivíduo foi posicionado em postura ortostática e a imagem da impressão plantar refletida no vidro do podoscópio foi capturada por meio da câmera fotográfica digital, posicionada sobre um tripé, em frente ao mesmo, a uma distância de 26 cm e uma altura de 37 cm do solo.

O plantígrafo da marca Capron (figura 3) possuía as seguintes dimensões: 3,0 cm de espessura, 39 cm x 49 cm (aberto) e 39 cm x 24,5 cm (fechado). Na coleta foi utilizado tinta para carimbo, rolo e papel sulfite A4. Ao subir no equipamento o pé fica instantaneamente carimbado no papel.

Na avaliação do arco longitudinal medial do pé foi utilizado o Índice de Chippaux-Smirak (CSI), que é baseado na razão entre a menor largura do médio pé (b) e a maior largura na região da cabeça dos metatarsais (a) (figura 4). Sendo a e b paralelos,  $CSI=b/a$  (FORRIOL; PASCUAL, 1990).

Cinco categorias são descritas para a classificação do ALM de acordo com o CSI - 0%: pé com arco elevado; 0,1-29,9%: pé com um arco morfologicamente normal; 30-39,9%: pé intermediário; 40-44,9%: pé com arco reduzido, 45% ou mais: pé plano. Segundo Sacco et al. (2008), este índice é validado na literatura, oferecendo valores confiáveis de medição.

Na análise estatística foi utilizado o Índice de Kappa para medir o grau de concordância entre cada equipamento, e o Teste de ANOVA para comparar as médias do CSI utilizando a variância dos três simultaneamente. Além de calcular o valor de P a partir do Teste de Igualdade de Duas Proporções, para verificar se os resultados deste trabalho foram estatisticamente significantes.

## Resultados

Participaram da pesquisa 26 voluntários, totalizando 52 pés. Destes indivíduos 19 (73,1%) eram do sexo feminino, e 7 (26,9%) do sexo masculino. A idade média foi de 22, variando entre 20 e 25 anos, já a média de peso foi de 60,8Kg e a altura de 1,66cm.

A quantidade de pés e a classificação do arco encontrada em cada aparelho podem ser observadas na Tabela 1. Na análise do arco longitudinal medial utilizando a plantigrafia a maior parte dos pés apresentava arco intermediário (36,56%). No podoscópio foram encontrados mais pés normais (51,92%) assim como na baropodometria (78,84%), como pode ser verificado no Gráfico 1.

Foi feita a concordância da classificação dos pés através do Índice de Kappa, onde foram relacionados dois equipamentos por vez (Tabela 2).

Ao compararmos o pé direito e pé esquerdo da população amostral podemos verificar que houve uma concordância significativamente regular, quando avaliado separadamente nos três equipamentos.



Figura 1. Plataforma da Baropodometria



Figura 3. Plantígrafo

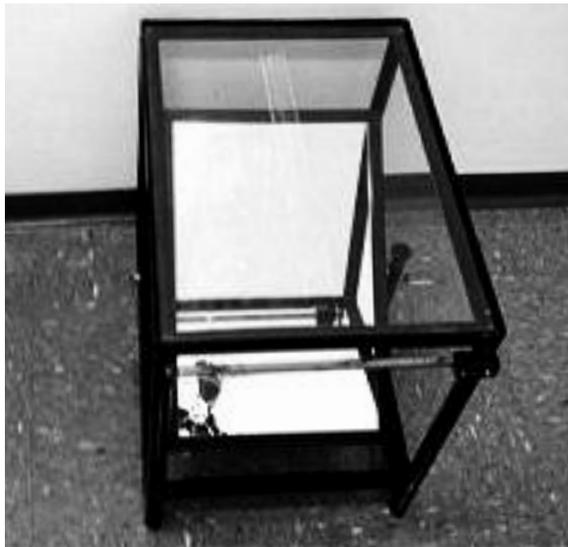


Figura 2. Podoscópio

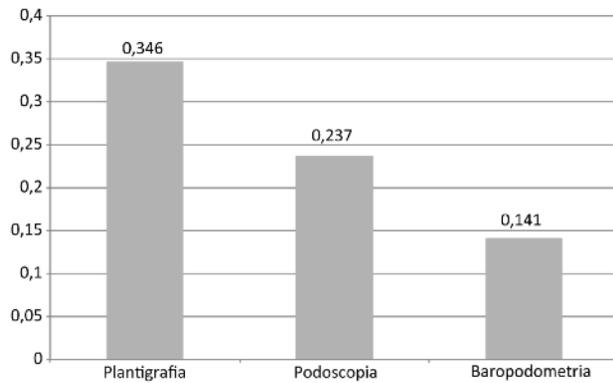


Gráfico 1. Comparação do CSI pelos equipamentos

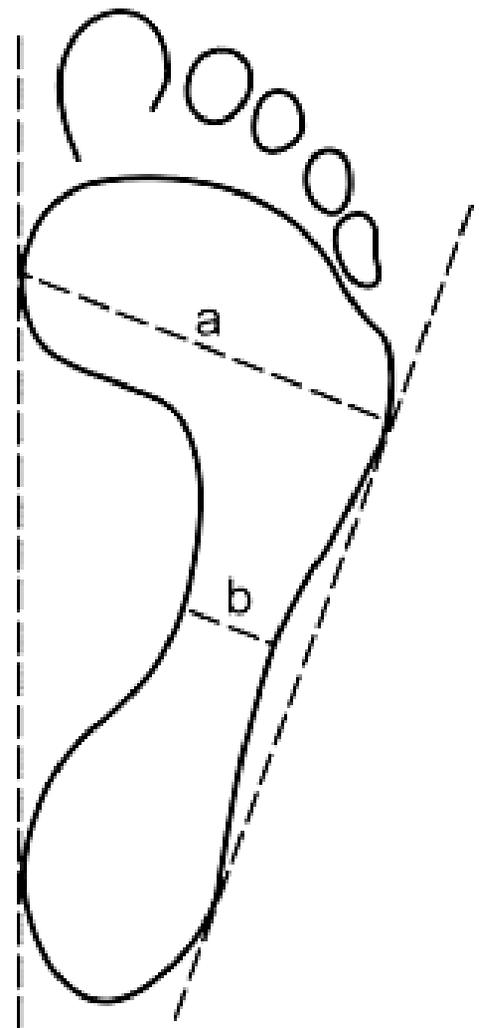


Figura 4. Índice de Chippaux-Smirak (CSI).  
Fonte: (PEZZAN; SACCO; JOÃO, 2009)

**Tabela 1. Classificação do arco longitudinal medial por equipamento**

Classificação do Arco	Baropodometria (%)	Podoscopia (%)	Plantigrafia (%)
Arco Elevado	9 (17,307)	7 (13,461)	2 (3,846)
Arco Normal	41 (78,846)	27 (51,923)	17 (32,692)
Arco Intermediário	2 (3,846)	16 (30,769)	19 (36,538)
Arco Reduzido	0	2 (3,846)	6 (11,538)
Arco Plano	0	0	8 (15,384)
Total	52	52	52

**Tabela 2. Concordância de Kappa entre os equipamentos**

	Kappa		P-valor	
	Plantigrafia	Podoscópio	Plantigrafia	Podoscópio
Podoscópio	12,9%		0,080	
Baropodometria	-8,2%	24,2%	0,094	0,001

**Tabela 3. Concordância de Kappa entre os três equipamentos**

Aparelhos		
Kappa		4,2%
P-valor		0,372

**Tabela 4. Comparação entre equipamentos pelo CSI (ANOVA)**

CSI	Plantigrafia	Podoscopia	Baropodometria
Média	0,346	0,237	0,141
Mediana	0,346	0,271	0,142
Desvio	0,111	0,128	0,131
Padrão			
P-valor	<0,001		

O principal resultado deste trabalho, ou seja, a relação entre a baropodometria, podoscopia e plantigrafia na avaliação da impressão plantar foi realizado a partir de duas análises estatísticas: o Índice de Kappa (Tabela 3) e o Teste de ANOVA (Tabela 4). O primeiro utilizou a classificação do tipo de pé para achar um nível de concordância entre os aparelhos, sendo, portanto, uma análise qualitativa. Já o segundo, utilizou valores numéricos gerados pelo CSI para obter uma relação mais precisa, realizando então uma análise quantitativa.

Verifica-se que não houve concordância quanto à classificação do arco nos três equipamentos simultaneamente ( $p=0,372$ ), além de existir uma grande variação das médias amostrais ( $p<0,001$ ).

## Discussão

Entre os métodos existentes para a avaliação da impressão plantar, a plantigrafia é um dos métodos mais utilizados<sup>3</sup>. Porém há evidências de que a análise da pegada não é um método confiável para medir a altura do arco plantar<sup>6</sup>. Apesar de não ser consenso, é comum utilizar avaliação com pegadas para descrever a altura do arco plantar e sua indicação pode ser tão eficaz como medições de radiologia<sup>7,8,9,10</sup>.

Neste estudo a análise do arco plantar feita pela plantigrafia encontrou uma média de 0,346 classificando os pés como intermediários. A análise da pegada é um método simples, facilmente disponível, de baixo custo, não invasivo, não possui os efeitos potencialmente perigosos do raio-x, sendo de simples interpretação<sup>6</sup>. Na atual pesquisa não houve concordância entre a plantigrafia e o podoscópio ( $p=0,080$ ). Já Cantalino e Mattos, 2006 encontraram concordância moderada entre esses equipamentos, o que diverge do encontrado nesse estudo<sup>11</sup>.

O podoscópio é um dos instrumentos mais simples para uma avaliação estática da área e da forma de contato do pé, porém apresenta maior déficit de informação literárias descritas<sup>12</sup>. Neste equipamento nota-se a distribuição do peso corporal, a presença ou ausência de áreas de hiperpressão, que aparecem como pontos mais claros na imagem plantar dos pés, diferenciando os pés planos dos pés cavos<sup>11</sup>. A fotopodoscopia é um método de avaliação aplicável para análises clínicas e científicas, permitindo assim avaliar a evolução de tratamentos fisioterapêuticos dos apoios plantares, levando-se em consideração as variabilidades intrínsecas e extrínsecas dos indivíduos<sup>12</sup>.

Nos achados deste estudo foi obtida média de 0,237, classificando o pé como morfológicamente normal pelo podoscópio. Ao comparar este resultado com o obtido através da baropodometria, houve concordância mínima entre eles ( $p=0,001$ ), uma vez que ambas avaliaram os pés como normais. Semelhante ao estudo de Cantalino e Mattos, 2006 que encontrou concordância leve entre estes aparelhos<sup>11</sup>.

A baropodometria é o equipamento mais recente dos estudados, utilizada tanto para avaliação como diagnóstico. Pode ser realizada de forma estática ou dinâmica, dependendo de seus objetivos<sup>13</sup>.

A maioria dos estudos utiliza a baropodometria para análise das pressões plantares<sup>14-20</sup>. A avaliação do arco plantar utilizando a baropodometria só foi encontrada no estudo de Bianchini e Mattos, 2005, mostrando a escassez existente na literatura desta aplicação<sup>21</sup>. Existem apenas estudos que mensuram a área de contato, porém não classificam os pés<sup>14,3,16,22</sup>. Magalhães, Filho e Battistella em 2003 relataram uma pobre correlação entre altura estática e dinâmica do arco longitudinal medial, então não é correto realizar uma avaliação estática e prever um comportamento dinâmico do pé. Tornando-se mais interessante avaliar a funcionalidade de forma dinâmica, como por exemplo, andar ou correr<sup>23</sup>.

Nesta pesquisa obtivemos a média do arco longitudinal de 0,141, ou seja, pés normais. Portanto, a baropodometria não apresentou concordância quando comparada com a plantigrafia ( $p=0,094$ ), já que esta considerou a maioria dos pés como intermediários. Estando de acordo com o estudo de Cantalino e Mattos realizado em 2006 que também não encontrou semelhança entre esses dois aparelhos<sup>11</sup>.

Com o intuito de realizar medidas tanto qualitativas como quantitativas foi utilizado o Índice de Kappa, assim como no estudo de Cantalino e Mattos, 2006 e o Teste de ANOVA, para maior credibilidade estatística<sup>11</sup>. Em ambos foi encontrada relação negativa na avaliação da impressão plantar obtida pelos três equipamentos. Diferente de Cantalino e Mattos, 2008 que realizaram um estudo semelhante e encontraram uma leve concordância na mesma comparação<sup>2</sup>. Isso se deve possivelmente à fatores que interferiram na coleta de dados, como iluminação que dificultou a delimitação do contorno e a área de contato do pé, além da necessidade de um apoio para se equilibrar sobre o aparelho, que pode ter alterado a análise do podoscópio. Na coleta da plantigrafia, logo que o indivíduo colocava um dos pés sobre equipamento, já era iniciada a impressão no papel, diferente dos demais exames, onde a coleta só era realizada após descarga de peso bilateral, e ao se ajustar em uma posição confortável, todas as suas oscilações ficavam grafadas no papel, dificultando a interpretação do CSI.

Não existe na literatura método mais indicado para avaliar o arco longitudinal medial, nem aspectos clínicos e radiográficos que sejam utilizados de maneira universal, e que padronize médias ou faixas normais de altura do arco.

## Conclusão

Foi possível analisar que não houve relação direta entre baropometria, podoscopia e plantigrafia na avaliação da impressão plantar. Os três métodos são aplicáveis à prática clínica, porém não existe na literatura a validação de um equipamento preferencial para a avaliação do arco plantar.

## Referências

1. Neumann DA. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para a reabilitação física. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
2. Cantalino JR, Mattos HM. Análise das impressões plantares emitidas por dois equipamentos distintos. *Consci Saúde*. 2008; 7(3):367-72.
3. Alves E, Lima ZB, Seixlack MAL, Bertolini GR, Buzanello MR. Avaliação da pressão plantar em indivíduos com fascite plantar. *Rev Saúde Pesq*. 2008; 1(3):277-81.
4. Silva PB, Gonçalves M. Suportes de pé e tornozelo: efeitos na biomecânica e na prevenção de lesões desportivas. *Motriz*. 2007; 13 (4):312-23.
5. Costa TDA, Carvalho SMR, Bracciali LMP. Análise do equilíbrio estático e de deformidades nos pés de crianças com paralisia cerebral. *Fisioter Pesq*. 2011; (18)2.
6. Kantali U, Yetkin H, Cila E. Footprint and radiographic analysis of the feet. *J Ped Orthop*. 2001; 21(2):225-8.
7. Canavagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech*. 1987; 20(5):547-51.
8. Gilmour JC, Burns Y. The measurement of the medial longitudinal arch in children. *Foot Ankle Int*. 2001; 22(6):493-8.
9. Volpon, JB. O pé em crescimento, segundo as impressões plantares. *Rev Bras Ortop*. 1993; 28(4):219-23.
10. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch: a survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1987; 69(3):426-8.
11. Cantalino JLR, Mattos HM. Comparação dos tipos de pé classificados por determinadas formas de avaliação clínica. *Rev Ter Manual*. 2006;4(16):76.
12. Ribeiro AP, Trombini SF, Lunes DH, Monte VV. Confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria e intra-examinador da fotopodoscopia. *Rev Bras Fisioter*. 2006; 10(4):435-9.
13. Stefanello TD, Jucá RLL, Lodi RL. Estudo comparativo de possíveis desequilíbrios posturais em pacientes apresentando má oclusão de classe I, II e III de angle, através da plataforma de baropodometria. *Arq Ciênc Saúde Unipar*. 2006; 10(3):139-43.
14. Alfieri FM, Teodori RM, Guirro RRJ. Estudo baropodométrico em idosos submetidos à intervenção fisioterapêutica. *Fisioter Mov*. 2006; 19(2):67-74.
15. Filippin NT, Barbosa VLP, Sacco JCN, Lobo da Costa PH. Efeito da obesidade na distribuição da pressão plantar em crianças. *Rev Bras Fisioter*. 2007; 11(6):495-501.
16. Hills AP, Henning EM, McDonald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *Inter J Obesity*. 2001; 25(11):1674-9.
17. Nazario PF, Santos JOL, Avila AOV. Comparação da distribuição de pressão plantar em sujeitos com pés normais e com pés planos durante a marcha. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2010; 12(4):290-4.

18. Azevedo LAP, Nascimento LFC. A distribuição da força plantar está associada aos diferentes tipos de pés? *Rev Paul Pediatr.* 2009; 27(3):309-14.
19. Horisberger M, Hintermann B, Valderrabano V. Alterations of plantar pressure distribution in posttraumatic end-stage ankle osteoarthritis. *Clin Biochem.* 2009; 24(3):303-7.
20. Pezzan PAO, Sacco ICN, João SMA. Postura do pé e classificação do arco plantar de adolescentes usuárias e não usuárias de calçados de salto alto. *Rev Bras Fisioter.* 2009; 13(5):398-404.
21. Bianchini LP, Mattos HM. Análise da superfície plantar avaliada em baropodometria em indivíduos com base de sustentação livre e pré estabelecida. *Rev Ter Manual.* 2005; 11(3):356-60.
22. Ribas SI, Guirro ECO. Análise da pressão plantar e do equilíbrio postural em diferentes fases da gestação. *Rev Bras Fisioter.* 2007; 11(5):391-6.
23. Magalhães EP, Jorge Filho D, Battistella LR. Pés reumatóides: avaliação pela podobarometria dinâmica computadorizada e restauração funcional com órteses plantares. *Acta Fisiatr.* 2003; 10(2):78-82.

**Endereço para correspondência:**

Luciano de Arruda Castelo  
Rua Tabor, 491 – apto 192-A – Ipiranga  
São Paulo-SP – CEP 04202-020  
Brasil

E-mail: casteloluciano@hotmail.com

Recebido em 27 de novembro de 2019  
Aceito em 18 de março de 2020