



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA  
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Ingrid Caroline Ferreira da Silva

**ANÁLISE DA PISADA ESTÁTICA UTILIZANDO A BAROPODOMETRIA E SUAS  
RELAÇÕES COM O IMC (Índice de Massa Corpórea)**

Barra Mansa - RJ  
2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA  
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Ingrid Caroline Ferreira da Silva

**ANÁLISE DA PISADA ESTÁTICA UTILIZANDO A BAROPODOMETRIA E SUAS  
RELAÇÕES COM O IMC (Índice de Massa Corpórea)**

Artigo científico apresentado ao Curso de Graduação em Fisioterapia, do Centro Universitário de Barra Mansa, como requisito parcial para obtenção do título de Fisioterapeuta, sob a orientação do Prof. Vladimir Lopes de Souza.

Barra Mansa - RJ  
2018

Ingrid Caroline Ferreira da Silva

**ANÁLISE DA PISADA ESTÁTICA UTILIZANDO A BAROPODOMETRIA E SUAS  
RELAÇÕES COM O IMC (Índice de Massa Corpórea)**

Artigo científico apresentado ao Curso de Graduação em Fisioterapia do Centro Universitário de Barra Mansa, submetido à aprovação da Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:

---

Prof. MSc. Vladimir Lopes de Souza

---

Prof. MSc. Ariela Torres Cruz

---

Prof. MSc. Clauffer Luiz Machado Silva

Barra Mansa – RJ  
2018

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus por ter me dado impulso para superar todas minhas dificuldades, aos meus pais Edson e Élcimar pelo apoio incondicional e ao meu orientador Vladimir pelo suporte completo, paciência e confiança durante todo este tempo!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e por ter me amparado chegar até aqui.

Aos meus pais Edson e Élcimar, por me incentivarem sempre buscar meus objetivos e por me direcionarem sempre pelo melhor caminho.

Ao meu noivo Deyves por sempre estar comigo nas tarefas, dando todo apoio psicológico que eu precisava.

Agradeço aos meus amigos de classe, em especial Cristina, Maira e Michelly que me ajudaram durante toda etapa deste trabalho, proporcionando sempre auxílio e suporte.

Aos meus professores que sempre somaram em minha carreira profissional com conhecimentos compartilhados e experiências acrescentadas.

Ao meu orientador Vladimir, por todo conhecimento transmitido, por todo apoio, paciência, suporte e incentivo que me foi passado durante esses anos e, principalmente neste momento árduo do trabalho.

*(...) tudo foi criado por Ele e para Ele. E Ele é antes de todas as coisas, e todas as coisas subsistem por Ele.  
Colossenses 1: 16b-17.*

# ANÁLISE DA PISADA ESTÁTICA UTILIZANDO A BAROPODOMETRIA E SUAS RELAÇÕES COM O IMC (Índice de Massa Corpórea)

## ANALYSIS OF STATIC FLOOR USING BAROPODOMETRY AND ITS RELATIONSHIPS WITH BMI (Body Mass Index)

**Ingrid Caroline Ferreira da Silva**

Acadêmico de Graduação em Fisioterapia do Centro Universitário de Barra Mansa - UBM.

**Vladimir Lopes de Souza**

Mestre em Ciência da Motricidade Humana pela Universidade Castelo Branco. Coordenador do Curso de Fisioterapia do UBM. Coordenador do Curso de Pós Graduação em Fisioterapia Manipulativa Analítica e Pós Graduação em Geriatria e Gerontologia do UBM.

### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a relação entre o Índice de Massa Corpórea e a pisada estática utilizando a Baropodometria. Participaram da pesquisa 60 indivíduos de ambos os sexos entre 18 e 60 anos de idade. Foi avaliado o IMC utilizando o peso e altura dos participantes. Em relação a Baropodometria, foram avaliados a pressão plantar média bipodal e unipodal e os picos de pressão anterior e posterior de forma estática e com os olhos abertos. Os resultados mostraram que 56,5 % dos indivíduos apresentaram um IMC normal, 34% apresentaram sobrepeso, 6,5% apresentaram baixo peso e 3% obesidade grau I. Os resultados da Baropodometria mostraram que as pressões plantares médias foram superiores nos indivíduos com IMC elevado atingindo o pico máximo de 312 Kpa. Em relação as oscilações do centro do corpo as maiores oscilações ocorreram nos indivíduos com IMC normal sendo que a maior média de oscilação foi de 10,3 cm<sup>2</sup>. Quanto ao pico de pressão plantar, na avaliação bipodal em toda a população a maior incidência de pressão foi no retopé, já na avaliação unipodal, nos indivíduos com IMC normal aos maiores picos de pressão se concentraram no retopé e nos indivíduos com IMC elevado, se concentraram no antepé. Os resultados encontrados foram semelhantes a diversos estudos pesquisados, mostrando que o IMC elevado produz alterações nas pressões plantares, além disso, nota-se a necessidade de uma padronização de valores para servir de parâmetro nas avaliações utilizando a Baropodometria.

Palavras chave: Baropodometria; Pisada estática; Índice de Massa Corporal IMC

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the relationship between the Body Mass Index and the static footprint using Baropodometry. Sixty individuals of both sexes between 18 and 60 years of age participated in the study. BMI was assessed using the participants' weight and height. In relation to Baropodometry, the bipodal and unipodal mean plantar pressure and the pressure peaks of anterior and posterior were statically and with open eyes. The results showed that 56.5% of the individuals had a normal BMI, 34% were overweight, 6.5% presented low weight and 0.3% obesity grade I. The results of Baropodometry showed that average plantar pressures were higher in individuals with high BMI reaching the maximum peak of 312 Kpa. Regarding the oscillations of the center of the body, the greatest oscillations occurred in the individuals with normal BMI and the highest mean oscillation was 10.3 cm<sup>2</sup>. Regarding the peak of plantar pressure, in the bipodal evaluation in the whole population the highest pressure was in the hindfoot, in the unipodal evaluation, in the individuals with normal BMI at the highest pressure peaks were concentrated in the hindfoot and in the individuals with BMI taken, if forefoot concentration. The results found were similar to several studies, showing that high BMI produces alterations in plantar pressures. In addition, we note the need for a standardization of values to serve as parameters in the evaluations using Baropodometry.

**Keywords:** Baropodometria; Static footprint; Body mass index



## INTRODUÇÃO

Segundo Azevedo e Nascimento (2009), a distribuição da pressão plantar pode revelar importantes informações a respeito, das estruturas que formam os pés, como também alterações que possam influenciar nas funções dos pés tanto em indivíduos saudáveis quanto em condições patológicas.

Pressões plantares aumentadas podem ser fatores predisponentes ao aparecimento de várias doenças e deformidades nos pés, produzindo dores, fraturas por estresse, calosidades e ulcerações neuropáticas. (MENZ, 2005; ZAMMIT *et al.*, 2010)

Vários estudos têm utilizado a Baropodometria como método para avaliar as pressões plantares de forma estática e dinâmica. Tal método é considerado seguro e auxilia no planejamento para correções na forma nos pés e na pisada. (JUCÁ; LODIL; STEFANELLO, 2006).

A baropodometria constitui em um sistema de análise digital que permite realizar o mapeamento dos pés na posição ortostática, tanto na postura estática quanto na postura dinâmica. Ela analisa a distribuição das pressões plantares nas regiões do antepé, retropé, médiope por meio de sensores capacitivos equilibrados. Além de captar as pressões plantares média, máxima e de superfície, avaliam as oscilações por meio da estabilometria de superfície (JUCÁ, LODIL e STEFANELLO, 2006).

Segundo Ribeiro (2016), para verificar se a repartição do peso está normal, mensura-se a pressão plantar. Os resultados atingidos podem direcionar na precaução doenças ou disfunções graves, além de ser proveitoso para garantir características estruturais e funcionais dos pés. Indivíduos com obesidade, por serem conceituados um grupo de risco, são propícios ao surgimento de doenças nos pés, que tendem a evolução de doenças como diabetes e problemas cardiovasculares.

Nesse contexto, o objetivo de estudo da presente pesquisa científica se orienta em analisar a relação existente entre o Índice de Massa Corpórea (IMC) e a pisada estática utilizando a Baropodometria.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo transversal quantitativo e descritivo, onde foram selecionados 60 indivíduos de ambos os sexos, entre 18 e 60 anos de idade, de um Centro Universitário localizado na região do Médio Paraíba Fluminense. Como critério de inclusão, os participantes não deveriam apresentar quadro algico no momento da avaliação, não ter passado por qualquer procedimento cirúrgico no membro inferior e coluna lombar, não apresentarem doença neurológica não serem portadores de doença reumatológica diagnosticada.

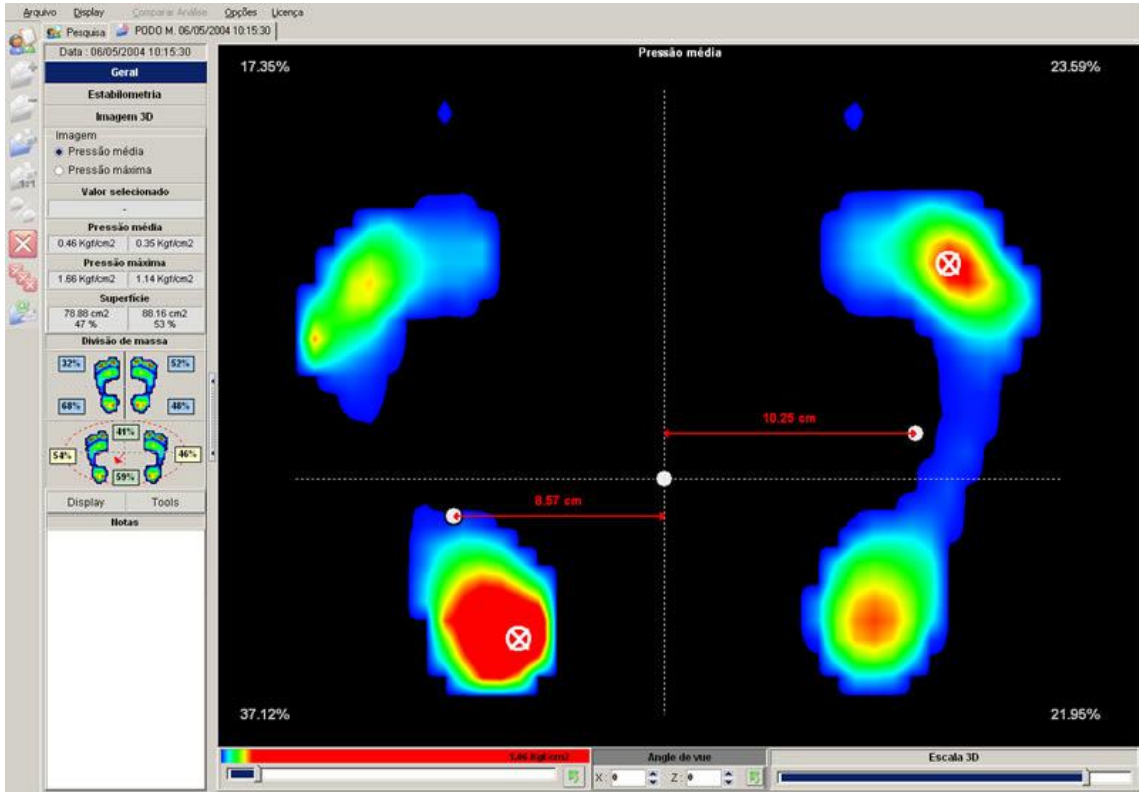
Além disso, todos concordaram em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro Universitário de Barra Mansa e registrada na Plataforma Brasil com o número de CAEE: 79944417.0.0000.5236.

Os dados foram coletados em um laboratório de Podoposturologia localizado em um Centro Universitário na região do Médio Paraíba Fluminense. Os indivíduos apresentaram-se com traje que permitiu a avaliação dos pés. A avaliação foi realizada de forma individual, em ambiente tranquilo, com a presença de dois pesquisadores devidamente treinados na marcação dos pontos.

### **Baropodometria**

Para avaliar as forças de pressão estática, foi utilizado o Baropodômetro Eletrônico da Marca Arquipelagos e Programa FootWork (imagem 1 e 2). O captador podal apresenta uma dimensão de superfície ativa de 400 mm x 400 mm, dimensões de 575 mm x 450 mm x 25 mm, espessura de quatro mm/5 mm com borracha e revestimento de policarbonato. O componente eletrônico do equipamento possui 2704 capacitivos equilibrados, com frequência de 150 Hz, conversão analógica/digital 16 bits e com pressão máxima por captador de 100 N/cm<sup>2</sup>.

Imagem 1: Plantigrama gerado pelo software do sistema de baropodometria *Footwork*, referente a um voluntário desta pesquisa. Os valores de pressões plantares são demonstrados em uma escala de cores, sendo os picos de pressões representados pela cor vermelha, neste caso, localizados nas regiões de retropé.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

### Avaliação das forças de pressão plantar estática

Para a coleta destes dados foi solicitado que o indivíduo subisse na plataforma e realizasse o alinhamento dos pés sobre o captador podal e membros superiores em posição natural. Após posicionamento sobre o Baropodômetro, a captação da imagem ocorreu em 30 segundos após o posicionamento inicial, conforme orientação do fabricante do produto. Foram coletadas três imagens de cada participante (uma bipodal, unipodal direito e unipodal esquerdo).

Após coleta dos dados, foram avaliadas as forças de pressão estática bipodal e unipodal, em relação as pressões no antepé, retropé e, pressão plantar média.

Imagem 2: Estatocinesiograma gerado pelo software do sistema de baropodometria *Footwork*, referente a um voluntário desta pesquisa, demonstrando os pontos de deslocamento do CP no sentido AP (2,722 cm), LL (1,107 cm), e, acima a área total de oscilação (2,366 cm<sup>2</sup>).



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

### **Análise de Perfil Antropométrico**

Para avaliação do perfil antropométrico foram mensurados o peso (kg) e a estatura (cm). O peso corporal foi obtido através da balança da marca Plenna Lumina®, com capacidade máxima de 150,0 kg e subdivisão em 100,0 g, e todos os indivíduos foram pesados descalços e com o mínimo de vestimentas. A estatura (cm) foi mensurada com estadiômetro portátil Seca® Bodymeter 208, precisão de 0,1 mm, fixado devidamente na parede. Os participantes foram colocados em posição ereta, com braços pendentes ao lado do corpo e olhar na linha do horizonte (plano de Frankfurt).

### **Análise Estatística**

Foi utilizado análise estatística descritiva utilizando a média, frequência e porcentagem dos dados encontrados. Os resultados foram expressos em tabelas e gráficos (tabelas 1, 2,3 e 4) (gráficos 1, 2 e 3).

## RESULTADOS

Tabela 1 – Análise de ocorrências das variáveis de IMC e dominância de membro inferior

	Classificação	(%)
IMC	Abaixo do peso <18,5	6,5 %
	Saudável 18,6 a 24,9	56,5 %
	Peso em excesso 25 a 29,9	34%
	Obesidade de grau I 30 a 34,9	3%
	Obesidade de grau II 35 a 39,0	0%
	Obesidade de grau III >= 40	0%
Dominância	Destro	88,7%
	Canhoto	11,3%

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Em relação aos dados de IMC da população analisada, 56,5% são saudáveis, 6,5% estão abaixo do peso, 34% estão com peso em excesso, 3% com obesidade grau I. Os dados de dominância de membro inferior da população analisada, 88,7% são destros e 11,3% são canhotos.

Tabela 2 – Análise das médias encontradas de acordo com o IMC:

Variável	Medida Descritiva	CLASSE IMC				N TOTAL
		Baixo Peso	Normal	Sobrepeso	Obesidade Grau I	
Peso	Média	46,6 kg	60 kg	75 kg	97 kg	66 kg
Altura	Média	1,63 cm	1,63 cm	1,66 cm	1,71 cm	1,65 cm
IMC	Média	17,4	22,3	26,6	32,9	24

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Os valores analisados para avaliar o IMC mostraram que a população apresentou uma média de peso de 66 Kg, com uma altura media de 1,65 cm, permitindo encontrar um IMC médio de 24.

Tabela 3 – Análise das médias encontradas entre IMC e Pressão Média Bipodal e Unipodal

Variável	Medida Descritiva	Classe IMC				N TOTAL
		Baixo Peso	Normal	Sobrepeso	Obesidade Grau I	
<b>Pressão Média Bipodal Direito</b>	Média	146,6 KPa	169,4 Kpa	170,4 Kpa	*197,6 Kpa	170 Kpa
<b>Pressão Média Bipodal Esquerdo</b>	Média	130,0 kpa	153,1 Kpa	163,6 Kpa	*212,6 Kpa	158 Kpa
<b>Pressão Média Unipodal Direito</b>	Média	177,6 Kpa	252,8 Kpa	264,1 Kpa	*316 Kpa	294,7 Kpa
<b>Pressão Média Unipodal Esquerda</b>	Média	190,6 Kpa	256,7 Kpa	263,7 Kpa	*284 Kpa	255,8 Kpa

Fonte: Dados da pesquisa (2018).\* maiores médias encontradas

Em relação aos dados baropodométricos, os resultados mostraram que durante a avaliação da pressão média com apoio bipodal, a pressão plantar média do pé direito encontrada na população foi de 170 Kpa, a pressão média plantar do pé esquerdo de 168 Kpa. Em relação a pressão média unipodal direita, a média encontrada foi de 294 Kpa e no pé esquerdo de 255 Kpa. As maiores pressões encontradas foram registradas nos indivíduos que apresentam obesidade grau I.

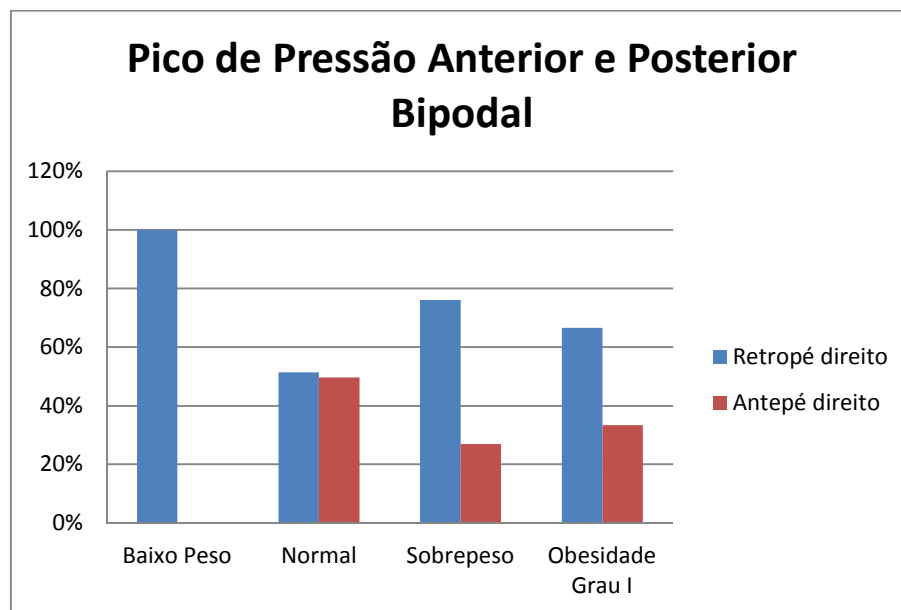
Tabela 4 – Análise das médias encontradas entre IMC e Centro de Força Plantar

Variável	Medida Descritiva	Classe IMC				N TOTAL
		Baixo Peso	Normal	Sobrepeso	Obesidade Grau I	
<b>Centro de Força do Corpo Bipodal</b>	Média	1,84 cm <sup>2</sup>	*3,26 cm <sup>2</sup>	2,77 cm <sup>2</sup>	2,83 cm <sup>2</sup>	3,2 cm <sup>2</sup>
<b>Centro de Força do Corpo Unipodal DIREITO</b>	Média	5,19 cm <sup>2</sup>	*6,8 cm <sup>2</sup>	6,0 cm <sup>2</sup>	3,68 cm <sup>2</sup>	6,33 cm <sup>2</sup>
<b>Centro de Força do Corpo Unipodal ESQUERDO</b>	Média	*10,3 cm <sup>2</sup>	7,75 cm <sup>2</sup>	6,42 cm <sup>2</sup>	5,7 cm <sup>2</sup>	7,33 cm <sup>2</sup>

Fonte: Dados da pesquisa (2018).\* maiores médias encontradas

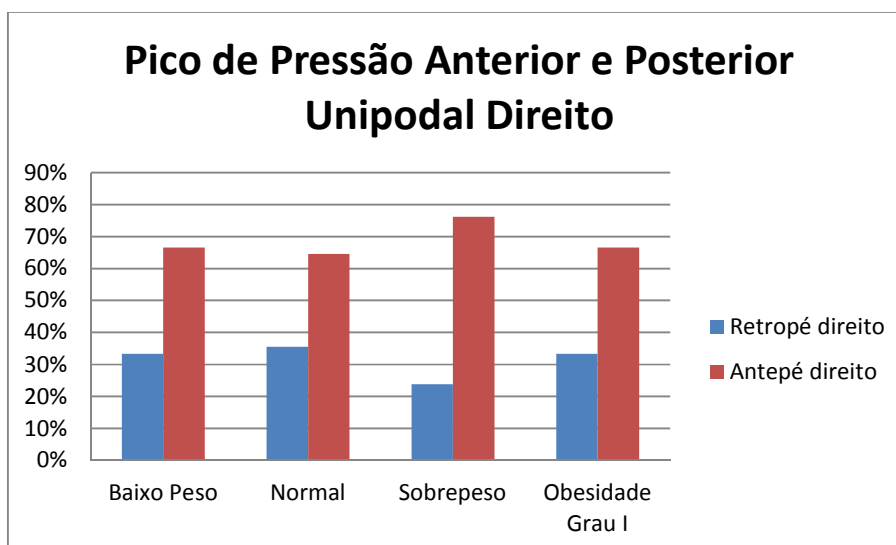
A tabela 4 mostra os resultados do Centro de Força do Corpo encontrado na população estudada. Os resultados mostraram que o Centro de Força do corpo com apoio Bipodal registrou uma média de 3,2 cm<sup>2</sup>, o Centro de força do Corpo com apoio unipodal direito de 6,33 cm e o esquerdo de 7,33 cm. A relação entre IMC e Centro de força do corpo mostrou que no apoio bipodal, e unipodal direito as maiores oscilações ocorreram nos indivíduos com peso normal (média 3,26 cm<sup>2</sup> e 6,8 cm<sup>2</sup>) e na oscilação do centro de força unipodal esquerdo, as maiores oscilações ocorreram nos indivíduos com baixo peso (média 10,3 cm).

Gráfico 1: Pico de Pressão com apoio Bipodal:



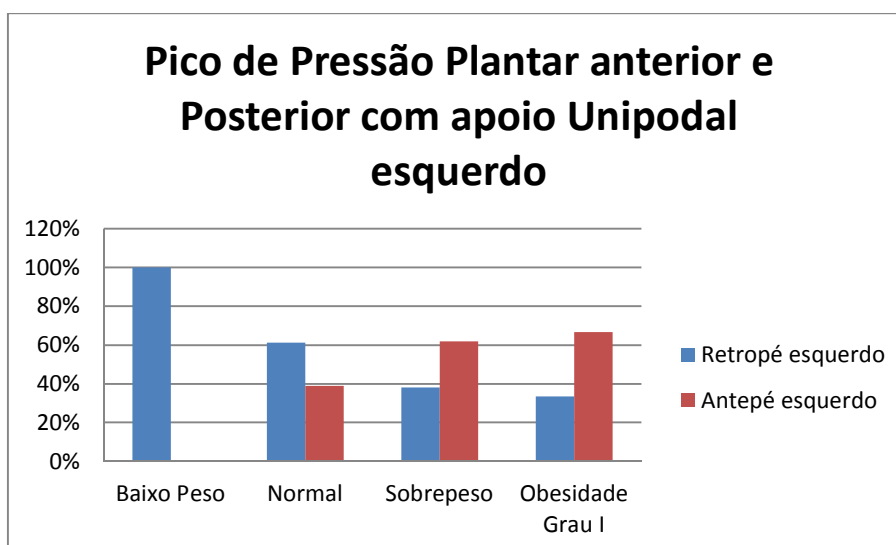
O resultado mostrou que com apoio bipodal as maiores pressões foram registradas na região do retopé.

Gráfico 2: Pico de Pressão com apoio Unipodal:



O resultado mostrou que com apoio unipodal direito as maiores pressões foram registradas na região do antepé.

Gráfico 3: Pico de Pressão com Apoio Unipodal:



Os resultados mostraram que na população de baixo peso e com peso normal os maiores picos de pressão foram encontrados no retrope e com sobrepeso e obesidade grau 1 no antepé.



## DISCUSSÃO

Na população avaliada, 72,5% era composta por mulheres e 27,5% composta por homens. Cabe ressaltar que a amostra foi construída de forma aleatória, não necessitando para o presente estudo amostra pareadas entre homens e mulheres. Já em relação peso dos participantes, a média mensurada foi de 66 quilos. A partir deste peso e altura foi possível analisar o Índice de Massa Corpórea dos participantes, permitindo observar que a maioria da população estudada apresentava um IMC considerado como saudável (56,5%), seguido de uma população com sobrepeso (34%) e um menor número com obesidade grau I (3%). Outro dado também avaliado, se relaciona a dominância do membro utilizado, sendo que os resultados mostraram que 88,7% da população indicou ser destra e 11,3% ser canhoto.

Em relação a análise das pressões plantares médias encontradas durante o apoio bipodal semiestático, os resultados mostraram que a pressão média encontrada no pé direito foi de 170 Kpa e de 158 Kpa no esquerdo. As pressões plantares médias encontradas num apoio unipodal mostraram que em relação ao pé direito a média encontrada foi de 256,1, KPa e no pé esquerdo de 255,8 KPa.

A empregação de dispositivos de mensuração modificados e metodologias aplicadas impossibilita que sejam determinados valores de pressão plantar de referência que possam ser empregados globalmente, porém algumas pesquisas são feitas nesse sentido (CAVANAGH *et al.* 1987). Em relação às pressões médias, Cavanagh *et al.* (1987) valores médios de 140,5 kPa em indivíduos normais, e Imamura *et al.* (2002), apontaram valores semelhantes, de 137 kPa. Segundo Imamura *et al.* (2002), em pés normais, as pressões plantares na posição estática não ultrapassam 263 kPa (2,68kg/cm<sup>2</sup>) em nenhum segmento (RIBAS, 2007).

Já Urry e Wearing (2001) apud TABUAS (2012), mostra que a distribuição da pressão plantar num pé adulto varia de região para região, sendo que os valores de pressão na zona do médio-pé são tipicamente menores do que aqueles que são registados no calcanhar e na zona dos metatarsos. Num pé adulto, o valor do pico de pressão no calcanhar e nas regiões dos metatarsos ronda geralmente os 350 ± 400 kPa, enquanto que na região do médio pé este encontra-se usualmente entre os 57 e os 73 kPa

Os resultados encontrados na presente pesquisa mostraram valores médios superiores aos indicados pelos referidos autores, porém sem ultrapassar o máximo de pressão sugerido. Cabe ressaltar que parte da população estudada apresenta sobrepeso e uma pequena parte obesidade de grau I e que essas pressões médias foram aumentando, conforme o IMC também aumentava (tabela 2). Alguns estudos mostram esta relação encontrada nos nossos resultados.

Gravante e colaboradores (2003) compararam pessoas obesas/não obesas e verificaram que as pessoas obesas de ambos os sexos possuem superfícies plantares totais, pressões plantares médias e valores de pico maiores que as pessoas não obesas. Outro estudo, realizado por Teh *et al.*, 2006, mostrou que os valores de força plantar total e área de contato aumentam à medida que aumenta o índice de massa corporal e que as pressões de antepé em sujeitos obesos torna-se maior e em indivíduos não obesos as pressões são normais e no retropé. Birtane e Tuna (2004) avaliaram 25 obesos de grau I e 25 não-obesos também identificaram em seus estudos que os indivíduos com obesidade de grau I apresentaram após baropodometria um aumento na pressão de antepé, força plantar total e área de contato, em relação aos não obesos, justificando que estas alterações podem ocorrer devido a diferença fisiológica da carga sobre o pé . Sobrecargas podem levar às alterações biomecânicas e estresse articular, resultando em doenças no pé, joelho, quadril e coluna lombar pelas forças cumulativas. (LORENZY e TAGLIETTI, 2014). Cabe ressaltar que o presente estudo não teve como objetivo identificar relações entre dores nos pés e pressão plantar, mas torna-se importante abordar este tema no presente estudo, visto que alguns autores mostram que essa maior pressão pode fator contributivo para o aparecimento de lesões nos pés. No momento em que uma dada região plantar é excedida o limiar de pressão, pode acontecer um encerramento das entidades locais geradoras de sangue e estimula-se como resultado uma eliminação dos tecidos por ulceração (Rosebaum and Becker 1997). Segundo Melai, Ijzerman *et al.* (2011), quantias de pressão além dos 70 ou 150 N/cm<sup>2</sup> podem ocasionar o surgimento progressivo de uma lesão, já que o desenvolvimento contínuo da pele a estes sublimites pode dificultar os processos de reestruturação celular e levar a eventual irregularidade do tecido. Entretanto, no qual tais valores excedem o limiar dos 400 N/cm<sup>2</sup> dá-se por regra o episódio de traumas consecutivos sob a pele. Tal fato faz com que o aumento de pressão seja especulado como uma variável indutora do acontecido de traumas na superfície plantar, bem como um fator colaborativo para a ruptura da pele em pacientes com neuropatia periférica (Mueller, Zou *et al.* (2005) apud TABUAS (2012). Birtane *et al.*, apresentaram que o excesso de peso tem associação com as disfunções no pé, especialmente com a mudança do arco longitudinal medial, o que leva a um acréscimo do contato da região mediopé com a área do solo, mudando a biomecânica da descarga de peso. Dowling *et al.*, relatam que para um indivíduo com peso de 67 kg, que caminha 1,6 km, seria indispensável consumir 64,8 toneladas em cada pé, sendo que, para um indivíduo obeso, este motivo dobraria e, nesse sentido, é possível considerar que parte da população analisada mostra fator de risco para danos músculo-esqueléticos (ALMEIDA *et al.*, 2009). As manifestações fisiológicas do aumento da carga no

pé, conforme diz Hills *et al.* (2001), podem ser dor, irritação ou desconforto nos membros inferiores (RIBAS, 2007).

Na análise do centro de pressão plantar ou centro de força, os resultados exibiram uma média na área de superfície do corpo de 3,2 cm<sup>2</sup>, em postura ereta, semi estática e apoio bipodal. No momento em que analisado o centro de força com apoio unipodal, os resultados exibiram uma média na área de superfície do corpo no pé direito de 6,33 cm<sup>2</sup> e no esquerdo de 7,33 cm<sup>2</sup>. Segundo Esseghir *et al.*, 2011, os valores comuns em relação a área de superfície na postura semi estática para um adulto saudável é de 0,91 cm<sup>2</sup> com os olhos abertos e com apoio bipodal. Os resultados encontrados relataram uma adição nestes valores no público examinado, tanto no apoio bipodal quanto no apoio unipodal. Um grande obstáculo na verificação deste dado, foi achar na literatura científica valores padrões que possam orientar quanto a normalidade dos dados, tanto para apoio bipodal, quanto para apoio unipodal. Mas, diversos estudos mostram a relevância de se analisar o centro de força ou centro de pressão plantar como medidas que podem intervir na postura, no controle postural e no equilíbrio no decorrer a postura estática e na marcha. Segundo Nora (2012), Centro de Pressão é o indispensável parâmetro a ser avaliado em estudos voltados às ações do controle postural, sendo fixado como ponto de aplicabilidade da resultante das forças verticais que agem na superfície de apoio, espelhando o resultado conjunto dos sistemas somatossensoriais e da força de gravidade (SILVEIRA, 2017). É uma indicação provável da superfície plantar, formado pela média de todas as forças de comportamento ao solo, que atuam no pé em dado momento. A amplidão e a divisão das forças de reação, estáticas e dinâmicas, decorrentes do contato com o solo, retratam o estado estrutural e funcional do pé e dos membros inferiores (CAVANAGH, 1987 – GONÇALVES, 2014).

Entende-se que incontáveis fatores podem modificar a estabilidade postural e como resultado as variáveis estabilométricas, como: deformação ortopédica, modificações oculomotoras, alterações neurológicas, neuropatias diabéticas, disfunções musculoesqueléticas, medidas antropométricas (que retratam o estado nutricional) e a repartição de gordura corporal, entre outros. Nesse enredo, correspondente à praticidade das medidas e, especialmente, às suas ligações com a capacidade funcional (equilíbrio e frequência de quedas), saúde e circunferência de quadril, o estado nutricional e a distribuição da gordura corporal podem executar importante papel nos métodos para acompanhar e prever possíveis e precoces mudanças do controle postural avaliados pela estabilometria. (SIQUEIRA, 2012).

Modificações morfológicas que portem a uma mudança do centro de massa ou interveem o sistema sensorial na assimilação das perturbações posturais e nos ajustes posturais, podem suceder em um decréscimo na capacidade de manter o controle postural adequado portando ao desequilíbrio e conseqüente mudanças da estabilometria (NARDONI *et al.*, 2010). Levando-se como importância que um dos principais efeitos da alteração do CP é o decréscimo. Constata-se um aumento de interesse por parte dos pesquisadores em investigar as mudanças corporais que englobem a distribuição da gordura corporal e as medidas desiguais relacionadas ao EM interferem na estabilidade postural, especialmente as variáveis estabilométricas (SIQUEIRA, 2012).

Ainda que o número e seleção dos parâmetros estabilométricos considerados nos estudos colidirem entre si, nota-se que as mudanças da morfologia e excesso de peso interferem mais vigorosamente umas variáveis estabilométricas, conforme a velocidade do centro de pressão, desvio padrão, área elíptica do estatocinésiograma e amplitude. Aparenta-se que indivíduos com excesso de peso e circunferências a mais de cintura e/ou quadril tendem a desequilibrar mais rápido em uma área maior e com grande amplitude. Isso foi visto em 70% dos estudos que utilizaram pelo menos uma dessas variáveis (PAJALA, 2008; LIHAVAINEN, 2010; WATERS, 2010; CORBEIL, 2001; HADRIGAN, 2010; MAINENT, 2011 apud SIQUEIRA, 2012).

É proposto que as mudanças morfológicas e o excesso de peso possam mudar o local do centro de gravidade, o que poderia carregar a alterações corpo. Conquanto o centro de pressão não condiz exatamente a em situações específicas, podem mostrar mudanças semelhantes, como na postura ereta quieta, especialmente quando a regularidade de oscilação é inferior (SIQUEIRA, 2012).

O centro de gravidade é uma dimensão de deslocamento e autonômico da velocidade ou aceleração do corpo e de seus componentes. O centro e pressão também é uma dimensão de deslocamento, conquanto é pendente do centro de gravidade e expõe a localização do vetor sequente de todas as forças que procedem sobre a plataforma de força, como a força peso e as forças afundas (musculares e articulares). A mudança do centro de gravidade é a grandeza que reproduz a oscilação do corpo. Já o centro de pressão é um acordo das respostas neuromusculares à localização e ao deslocamento do centro de gravidade (KIRKWOOD, 2000 e JUBRIAS, 1997 apud SIQUEIRA, 2012).

O controle postural determina um sistema constante e dinâmico pendente da informação sensorial e atividade motora, abrangendo os componentes sensório-motores e

musculoesqueléticos incluídos na busca da manutenção apropriada do controle de gravidade e da postura. Sendo assim, pode ser contraposto a um pêndulo inverso. Em um pêndulo inverso, para se atingir estabilidade postural apropriada, é preciso que o controle de gravidade seja posicionado sobre a base de suporte, então, o controle gravitacional é infixo devido à força da gravidade, o posicionamento da cabeça e as medidas e alinhamento vertical do corpo, além de outras forças desestabelecidas que se fazem existentes, devido ao mover do corpo e sua relação com o ambiente. É nessas circunstâncias que os autores dos estudos de Pajala *et al.*, (2008), Corbeil *et al.* (2001), Handrigan *et al.* (2010) e Hassinen *et al.*, (2005), escoram a hipótese que as mudanças da morfologia corporal podem desestabilizar o controle gravitacional e subir o risco de desequilíbrio e quedas, isto é, por entremeio da adição da massa de desiguais segmentos que se tornam a modificação corporal, levam a mudanças do controle de gravidade e modificações do posicionamento corporal (SIQUEIRA, 2012).

Logo, assim que uma pessoa obesa é sujeita a uma pequena variação para frente, a partilha anormal de gordura corporal na região abdominal (posição do centro de massa comum referente ao tornozelo) concede a um contato maior harmonizante do tornozelo, preciso para retomar o equilíbrio. Isto induz que, quando subordinado a um estresse postural diário e outros transtornos, as pessoas obesas, sobretudo aqueles com distribuição intensa de gordura na região abdominal, podem encontram-se em maior risco de cair, quando contrapostas com pessoas com peso normal, visto que os indivíduos eutróficos têm uma eficácia maior de elaborar torque rápido no tornozelo para restabelecer o equilíbrio (NARDONE *et al.*, 2010 apud SIQUEIRA, 2012).

Além das circunstâncias mecânicas, Handrigan e Hue indicam que a subida da massa corporal pode aumentar os limiares de constatação dos mecanorreceptores plantares e diminuir a qualidade da informação sensorial essencial para o controle do equilíbrio. Na verdade, várias experiências atuais, nos quais as regiões de contato e pressão plantar foram mensuradas em indivíduos obesos, apontam para esta eventualidade conforme Lohman. Chiari indica que quando contraposto aos não obesos, pessoas obesas, normalmente apresentam maiores áreas de contato plantar e maiores valores de pressão média para a maior parte dos pontos anatômicos testados, assim como, acréscimos consideráveis na pressão sob o calcanhar, mediopé e cabeças metatarsais (SIQUEIRA, 2012).

Como apontado, o controle postural é submetido da atividade motora, englobando os componentes sensório-motores e musculoesqueléticos envolvidos na busca da manutenção apropriada do controle de gravidade. A intervenção da força muscular sobre o controle postural não foi a finalidade da presente revisão sistemática e já foi propositalmente

contemplada em outra, segundo Oliveira. Portanto é preciso tecer alguns comentários, visto seu destaque frente às possíveis relações entre o excesso de peso e a força muscular. Além disso, alguns dos autores dos estudos incluídos Corbeil (2001), Handrigan (2010), Winters (2000) e Hassinen (2005) na revisão sistemática acrescentam o papel da atividade muscular e a associação com a obesidade de modo a intervir a estabilidade postural (SIQUEIRA, 2012).

É recomendado por Edwards (1977), que o estabelecimento postural é mais correto dentro de um espaço de atividade muscular: uma maior ou menor ação muscular pode levar à variabilidade postural. O ganho de peso corporal, por sua vez, nas pessoas obesas induz um aumento de torque no nível do tornozelo e, como resultado, um aumento da demanda de força muscular e prática para manter o centro de pressão dentro da base de apoio, ou seja, o ganho da massa corporal amplia a força de reação do solo, estimulando um torque maior e, finalmente, maior atividade muscular (SIQUEIRA, 2012).

Outro fator que cabe nesta discussão, se relacionam as diferenças das médias encontradas entre o Centro de Força ou de Pressão plantar durante o apoio bipodal e o apoio unipodal. Cabe ressaltar que em ambas avaliações os indivíduos realizaram os testes com auxílio da visão, por isso a presente discussão será baseada somente nos resultados com testes sem oclusão da visão, isto porque na literatura existem trabalhos que também avaliaram o centro de força sem auxílio da visão. Os resultados mostraram diferenças estatísticas quando comparados os resultados com apoio bipodal e unipodal. Esses dados mostram claramente a instabilidade que é gerada no equilíbrio postural corporal quando a base de apoio está reduzida, como é o caso de um único apoio. Essa situação ilustra a dificuldade do corpo humano em manter o centro de gravidade alinhado e equilibrado sobre a base de sustentação. Em condições como essa, segundo Amadio (1996) o corpo passa da condição de equilíbrio estável para a de equilíbrio instável, uma vez que a largura da base de sustentação está agora reduzida (SCHMIDT *et al.*, 2003).

As conclusões relacionadas ao equilíbrio postural corporal no decorrer de análises posturográficas monopodálicas com os olhos abertos e fechados, de acordo com estudiosos das áreas de neuro-anatomia, neuro-fisiologia e neuro-biomecânica expõem evidentemente que o equilíbrio e seu aperfeiçoamento estão apoiados nas relações provenientes das vias aferentes auditivas e vestibulares (BANKOFF, ZAMAI e BARROS, 2002 apud SCHMIDT, *et al.*, 2003).

Apesar de que elementos antropométricos como a altura e o peso corporal atingem diretamente na capacidade do corpo preservar o seu equilíbrio, a função dos sistemas vestibular, proprioceptivo e óptico não podem ser desconsiderados, já que estes realizam a

função essencial nos mecanismos de manutenção e ajustes da postura corporal. O sistema vestibular retrata um receptor tão frágil que pode atuar à acelerações e desacelerações angulares muito curtas. O cargo sistema proprioceptivo é conceder que o indivíduo saiba precisamente em todos os momentos onde estão as partes de seu corpo no espaço em associação umas às outras. Já as referências visuais, parecem ser essencialmente importantes quando os outros dados sensoriais estão reduzidos ou prejudicados (WEERDT e SPAEPEN, 2001 apud SCHMIDT *et al.*, 2003).

Outro dado analisado na presente pesquisa em relação ao centro de força do corpo quando assimilado com apoio unipodal, se associa ao domínio de membros dos indivíduos. Os resultados apresentaram que mesmo a maioria dos participantes mostrarem uma dominância do lado direito, as médias maiores em relação a transferência do centro de força se aglomeraram no lado esquerdo (SCHMIDT *et al.*, 2003).

Nesse segmento, Oliveira, Imbiriba e Garcia (2000) mostraram que mesmo estudos que circundam base de apoio unipodal geralmente mostrem discussões sobre a interferência do membro dominante em medidas estabilométricas, esses resultados não foram comprovados em sua pesquisa. Murray *et al* (1975), Briggs *et al.* (1989) e Luoto *et al.* (1998) citado por Oliveira, Imbiriba e Garcia (2000:37) aprovam esses resultados confirmando que também não averiguaram diferença entre o lado dominante e o não-dominante (SCHMIDT *et al.*, 2003).

Outra possibilidade de explicação para a mudança explorada pode ser autorizada a fatores mecânicos e antropométricos. Esses fatores mudam de um indivíduo para outro bem como acontecem variações entre os membros. Essa desigualdade gera interferência nos ajustes do equilíbrio postural (SCHMIDT *et al.*, 2003).

Essas conclusões são afirmadas por Oliveira, Imbiriba e Garcia (2000:37) quando expõem que variáveis como a área e a velocidade de locomoção mostram-se bem associadas com dados antropométricos, principalmente no que se alega à altura (SCHMIDT *et al.*, 2003).

Avaliando o local da região plantar de maior concentração das pressões médias, os resultados mostraram que na maioria da população estudada se encontram-se no retropé (63% pé direito e 67,7% pé esquerdo) e no antepé (37% pé direito e 32,3% pé esquerdo). Não foi encontrado incidências de pressão média na região do médio pé. Em relação as mesmas concentrações, porém com apoio unipodal os resultados mostraram em relação ao pé direito a maior incidência de concentração ocorreu no antepé (62,9%) e no pé esquerdo os valores foram encontraram uma igualdade nas incidências (50% antepé e 50% retropé). Também não foram encontradas incidências no médio pé. Alguns estudos mostram que os resultados encontrados estão dentro da normalidade quando a avaliação se refere ao apoio bipodal na

posição semi estática. Estudo realizado por Duckworth *et al* 1982, mostrou que o padrão de normalidade na distribuição da carga plantar é de 57% no retropé e 43% no antepé. Glosch *et al* (1980) encontrou resultados parecidos em sua pesquisa e considerou que as distribuições normais variam entre 60% da massa corporal no retropé e 40% no antepé (GONÇALVES, 2014). Segundo Kapandji (2000), o calcâneo recebe metade do peso corporal na distribuição de cargas na abóbada plantar. Já Lord, Reynolds e Highes (1986) relatam em seus estudos que existe uma proporção de carga de 5:3 da região posterior para anterior. Já em relação ao apoio unipodal, a porcentagem média encontrada apresentou diferenças entre os valores encontrados. (PUZZI, 2016).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados mostraram que com o aumento do IMC as pressões plantares também se apresentaram elevadas, em concordância com vários estudos que já investigaram esta relação. O centro de força do corpo, avaliado pela Baropodometria se apresentou mais elevado na média geral da população estudada, porém os maiores aumentos foram observados na população com peso normal e com baixo peso. Em relação aos picos de pressão, os registros mostraram que no apoio bipodal as pressões se concentraram nos calcanhares em toda população, já no apoio unipodal, na população com peso normal estas pressões se localizaram no retropé, porém na população com sobrepeso e obesidade grau I elas se concentraram no antepé. Estes resultados também acompanharam outros estudos.

O estudo mostrou que ainda se torna necessário uma padronização para definir os valores normais em relação as pressões plantares, visto que ainda existe variações encontradas entre diferentes autores, devido os diferentes métodos que utilizaram para avaliação. Outro dado a ser citado nesta conclusão, se relaciona ao exame para se avaliar as pressões plantares utilizando a baropodometria. Mesmo que ainda os valores para aquisição do equipamento seja um empecilho para avaliação da pisada, a facilidade na avaliação, a metodologia de avaliação e a qualidade dos resultados, conceitua de forma importante a utilização deste equipamento.

A realização de novas pesquisas com intuito de se criar padrões nacionais de referência em relação aos parâmetros encontrados na avaliação da Baropodometria se faz necessário, com intuito de se orientar com mais fidedignidade as pesquisas sobre o tema.



## REFERENCIAS

AZEVEDO, Liliansa Aparecida P.; NASCIMENTO, Luiz Fernando C. **A distribuição da força plantar está associada aos diferentes tipos de pés?** 2009. Revista Paulista de Pediatria, v. 27, n. 3, p. 309-314, 2009.

CAVANAGH, PR.; RODGERS, Mary M. **The arch index: a useful measure from footprints.** 1987. Journal of biomechanics, v. 20, n. 5.

GONÇALVES, Luana Santos. **Estabilidade postural e distribuição das pressões plantares em indivíduos com osteoartrose de quadril.** 2014. Dissertação (Tese de Doutorado) – Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA.  
Disponível em: <<https://repositorio.ufcspa.edu.br/jspui/handle/123456789/208>>  
Acesso em: 27/09/2018.

IMMAMURA, M; IMMAMURA, ST; SALOMÃO, O; PEREIRA, CAM; CARVALHO Jr. AE; NETO, RB. **Pedobarometric evaluation of the normal adult male foot.** 2002 Foot Ankle Int.

JUCÁ, R. L. L.; LODI, R. L.; STEFANELLO, T. D. **Estudo comparativo de possíveis desequilíbrios posturais em pacientes apresentando má oclusão de classe I, II e III de Angle, através da plataforma de baropodometria.** 2008. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, v. 10, n. 3.  
Disponível em <<http://revistas.unipar.br/saude/article/view/617/534>>  
Acesso em 15/10/2017.

LORENZI, A; TAGLIETTI, M. **Avaliação baropodométrica em obesos.** 2014. FIEP Bulletin – Especial Edition – Article II.

MENZ HB; MORRIS ME. **Clinical determinants of plantar forces and pressures during walking in older people.** Gait & Posture 2005; 24: 229-236.  
Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.09.002>>  
Acesso em: 15/10/2017.

PUZZI, Paula Cristina Manzano. **Análise baropodométrica do apoio plantar em idosos e sua relação com as quedas**. 2016. Dissertação (Tese de Doutorado) – Universidade Fernando Pessoa.

Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/5744>

Acesso em: 27/09/2018.

RIBAS, SI; ECO, GUIRRO. **Análise da pressão plantar e do equilíbrio postural em diferentes fases da gestação**. 2007. Revista brasileira de Fisioterapia, v. 11.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n5/a10v11n5>>

Acesso em: 20/09/2018.

RIBEIRO MS. **Análise da pressão plantar de mulheres com obesidade: comparação de diferentes alturas de calçados de salto**. 2016. Dissertação (Pós-graduação em Design)

Centro de Artes, Santa Catarina.

Disponível em:

<<https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgxvzKkxtnmzCTmbPvKspkqVkSsvh?projector=1&messagePartId=0.1>>

Acesso em: 28/09/2018.

ROSENBAUM, D.; BECKER, H.-P. **Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications**. 1997. Foot and ankle surgery, v. 3.

SCHMIDT, Ademir *et al.* **Estabilometria: estudo do equilíbrio postural através da baropodometria eletrônica**. 2003. XIII Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte. 25 anos de história: o percurso do CBCE na educação física brasileira.

SILVEIRA, Silvana Rocha. **Análise do comportamento do centro de pressão (CoP) na posição ereta quieta em situação de aclone, declive e horizontal diante da movimentação cefálica**. 2017.

SIQUEIRA, Fabiano da Mota Silva; GERALDES, Amandio Aristides Rihan. **Influência do estado nutricional, distribuição da gordura corporal e força muscular na estabilometria de idosos: Um estudo exploratório**. 2015. Dissertação (Mestrado em Nutrição) -

Universidade Federal de Alagoas.

Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/3229>>

Acesso em: 28/09/2018.

TÁBUAS, Carolina Sofia Dias *et al.* **Análise da Pressão Plantar para fins de Diagnóstico.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica). Universidade do Porto, FEUP – Portugal.

Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68090/1/000154963.pdf> >

Acesso em: 28/09/2018.

ZAMMIT GV; MENZ HB, MUNTEANU SH. **Reliability of the TekScan MatScan(R) system for the measurement of plantar forces and pressures during barefoot level walking in healthy adults.** Journal of Foot and Ankle Research 2010; 3(11).