



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Afonso Ribeiro Gomes Laranjo

**Contributos da Ergonomia para o  
desenvolvimento de novas propostas de  
calçado de segurança**

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do(s)

Professor Doutor Pedro Arezes

Professora Doutora Sara Bragança

Outubro de 2019



## DECLARAÇÃO

Nome: Afonso Ribeiro Gomes Laranjo

Endereço eletrónico: alaranjo@hotmail.com

Telefone: 939304748

Número do Bilhete de Identidade: 14920990

Título da dissertação: Contributos da Ergonomia para o desenvolvimento de novas propostas de calçado de segurança

Orientador(es): Professor Doutor Pedro Arezes; Professora Doutora Sara Bragança

Ano de conclusão: 2019

Designação do Mestrado: Mestrado em Engenharia Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Assinatura:



## AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação de mestrado apenas foi possível devido ao apoio e incentivo incondicional de inúmeras pessoas.

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu orientador Professor Doutor Pedro Arezes e à minha coorientadora a Professora Doutora Sara Bragança por todos os conselhos e atenção dada às várias questões que surgiram ao longo do trabalho. Quero dedicar um agradecimento especial ao Professor Doutor Pedro Arezes por ter sido um orientador excepcional, pelos valiosos ensinamentos e por me ter orientado sob princípios de brio, rigor e competência. Obrigado pela oportunidade que me deu e acima de tudo por ter acreditado em mim.

Em seguida quero agradecer às pessoas mais importantes na minha vida, a minha família. Obrigado Pai e Mãe pela partilha de conhecimentos, pelo incentivo, pela preocupação constante e pelo amor e amizade que desde sempre me dão. Obrigado à minha irmã e ao meu cunhado por serem sempre os primeiros a ajudar nos momentos de adversidade e por estarem sempre presentes nos momentos de alegria. Um obrigado muito especial ao meu Vicente, o verdadeiro menino do padrinho.

Por fim, mas não menos importante, tenho de agradecer aos meus amigos mais próximos pela amizade, pelo companheirismo e por todos os momentos vividos.

A todos vós, estarei eternamente grato.





## RESUMO

Os aspetos relacionados com a segurança e proteção do trabalhador assumem cada vez mais um papel preponderante, de forma a prevenir acidentes que acarretam enormes despesas para as empresas além de afetar o seu bem-estar e, conseqüentemente, a sua produtividade. Existe, por isso, a necessidade de desenvolver calçado profissional diferenciado, que simultaneamente confira conforto e segurança de forma a permitir ao trabalhador elevadas performances no desempenho das suas tarefas. Pretende-se assim que envolva soluções tecnológicas inovadoras, capazes de responder às necessidades presentes e futuras de utilizadores industriais muitas vezes sujeitos a ambientes extremos, sendo a análise da distribuição da pressão plantar e a recolha das medidas antropométricas relevantes fundamentais para a idealização e elaboração de calçado confortável e simultaneamente seguro.

Com o intuito de satisfazer as necessidades previamente identificadas, recorrendo a estudos biomecânicos de pressão plantar, pretendeu-se com o presente trabalho dar contributos a nível do conhecimento da variação da pressão plantar durante a realização de movimentos típicos do dia a dia do trabalhador de forma a permitir a conceção de calçado mais ajustado aos seus movimentos. Em paralelo, pretendeu-se validar uma metodologia que visava a recolha de dados antropométricos, que quando associados aos dados de pressão plantar, permitissem caracterizar a diversidade do tamanho e da forma do pé, possibilitando assim suportar o desenho de calçado com base nesses dados.

A componente experimental deste relatório divide-se em duas partes: testes de pressão plantar e recolha de dados antropométricos. A primeira parte divide-se em duas fases: fase em apoio estático e a fase em apoio dinâmico e para as quais se recorreu a uma plataforma de digital de pressões plantares. No caso da recolha de dados antropométricos recorreu-se ao método manual tradicional.

Com esta dissertação foi possível a recolha de dados de pressão plantar e a validação da metodologia proposta para a recolha de dados antropométricos, tendo sido assim possível facultar informação essencial para a idealização e elaboração de calçado de segurança.

### PALAVRAS-CHAVE

Pressão plantar, Antropometria, Pé humano, Plataforma de pressão plantar





## ABSTRACT

Safety at work is increasingly taking a leading role in helping to prevent accidents that are heavy expenses for companies, as well as affecting the well-being of their employees and, consequently, their productivity. There is therefore a need to develop a differentiated professional, that simultaneously gives comfort and safety to enable the worker good performances without in their tasks.

It is also intended to involve innovative technological solutions that has the capacity to respond to present and future needs of industrial workers often subject to extreme environments. So, the plantar pressure distribution analysis and the relevant anthropometric measures are fundamental for the design and elaboration of safety shoes.

In order to meet the previously identified needs, using biomechanical plantar pressure studies, the aim of this paper was to contribute to the acquire knowledge about plantar pressure variation during the typical movements of the worker's daily life that helps the design of footwear to best fit. In parallel, we intend to validate a methodology that aimed to collect anthropometric data, which when associated with plantar pressure data, allowed to characterize the diversity of size and foot shape of a work sample, thus allowing the use of footwear design based on in this data.

The experimental component of this report is divided into two parts: plantar pressure tests and anthropometric tests. The plantar pressure tests are divided into two phases: static support phase and dynamic support phase, which we resorted to a digital plantar pressure platform. The anthropometric data collection occurred using the manual method.

With this dissertation was possible to collect plantar pressure data, as well as to validate the proposed anthropometric data collection methodology thus allowing to present essential information for the idealization and execution of safety calibration.

## KEYWORDS

Anthropometry, Human Foot, Plantar pressure, Pressure plantar platform





## ÍNDICE

Agradecimentos .....	iii
Resumo .....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xv
1. Contextualização do Estudo .....	1
1.1 Justificação e enquadramento do Estudo .....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Estrutura da tese e etapas do estudo .....	4
1.4 Contribuições principais .....	5
2. Caracterização do Pé Humano .....	7
2.1 Anatomia do pé.....	7
2.2 Classificação biomecânica .....	9
2.3 Análise do ciclo de marcha .....	13
2.4 Principais patologias associadas ao pé humano .....	16
3. Pressão Plantar .....	19
3.1 Análise de distribuição da pressão plantar.....	19
3.2 Técnica de medição.....	19
3.3 Sistemas de medição.....	21
3.4 Parâmetros adquiridos com a medição da pressão plantar.....	22
4. Antropometria.....	23
5. Materiais e métodos.....	25
5.1 Testes de Pressão plantar.....	25
5.1.1 Amostra .....	25
5.1.2 Questões éticas.....	26
5.1.3 Protocolo experimental.....	26
5.1.4 Apoio estático .....	27



5.1.5	Apoio dinâmico .....	29
5.1.6	Metodologia para análise de dados .....	30
5.2	Testes Antropométricos .....	33
5.2.1	Amostra .....	33
5.2.2	Questões éticas .....	34
5.2.3	Medidas antropométricas relevantes para o estudo.....	34
5.2.4	Protocolo experimental.....	35
5.2.5	Metodologia para análise de dados .....	37
5.3	Análise estatística.....	37
6.	Análise de resultados e Discussão .....	39
6.1	Testes de pressão plantar .....	39
6.1.1	Pico de pressão .....	39
6.1.2	Pressão média .....	42
6.2	Testes Antropométricos .....	46
7.	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro .....	47
7.1	Conclusões .....	47
7.2	Perspetivas de trabalho futuro .....	48
	Referências Bibliográficas .....	49
	Anexo I – Extração dos parâmetros plantares das imagens representativas obtidas .....	a
	Anexo II – Termo de consentimento livre e esclarecido dos testes de pressão plantar.....	k
	Anexo III - Extração das medidas antropométricas.....	m
	Anexo IV - Termo de consentimento livre e esclarecido para a recolha das medidas antropométricas.....	o
	Anexo V - Ficha para a recolha do contorno do pé e restantes valores das medidas antropométricas.....	r



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Representação esquemática das diferentes fases e desenvolvimento do estudo. ...	5
Figura 2- Divisão anatómica do pé - ossos e articulações. (reproduzido de Pinterest, 2019) ..	8
Figura 3 - Divisão anatómica do pé – músculos. (reproduzido de Kenhub, 2019) .....	8
Figura 4 - Divisão anatómica e funcional do pé humano. (reproduzido de Citogenetica.ufes, 2019) .....	9
Figura 5- Ilustração de um pé neutro, plano e cavo, respetivamente (reproduzido de blogfisioterapia, 2019).....	10
Figura 6- Arco longitudinal medial, arco longitudinal lateral e arco transversal (adaptado de Emaze, 2019).....	10
Figura 7- Pé valgo, varo e neutro respetivamente (adaptado de Pessemador, 2019). .....	11
Figura 8- Flexão e dorsiflexão plantar (adaptado de Aprumoequilibriocorporal, 2019). .....	12
Figura 9- Abdução e adução (adaptado de Aprumoequilibriocorporal, 2019). .....	12
Figura 10 - Inversão e eversão (adaptado de Aprumoequilibriocorporal, 2019). .....	12
Figura 11- Supinação e pronação (adaptado de Aprumoequilibriocorporal, 2019).....	13
Figura 12- Tipo de pé egípcio, romano e grego (adaptado de rightshoesblog, 2019).....	13
Figura 13- Ciclo da marcha: apoio vs balanço (reproduzido de Pinterest, 2019).....	14
Figura 14- Ciclo da marcha: percentagem de apoio vs percentagem de balanço (adaptado de Pinterest, 2019).....	15
Figura 15- Comprimento da passada e comprimento do passo esquerdo/direito (reproduzido de Lume.ufrgs, 2019).....	15
Figura 16- Joanete de Sastre (reproduzido de Saudebemestar, 2019).....	16
Figura 17- Halux valgo (reproduzido de Saudebemestar, 2019) .....	17
Figura 18 - Dedos em garra (reproduzido de clinicacentro, 2019). .....	17
Figura 19- Dedo em botoeira (reproduzido de clinicacentro, 2019). .....	17
Figura 20 - Sensores isolados (reproduzido de Journals.humankinetics, 2019).....	20
Figura 21- Sensores sob a forma de matriz (reproduzido de Tekscan, 2019). .....	20
Figura 22- Plataforma de pressões PodoPrint (reproduzido Namrol, 2019).....	22
Figura 23- Plataforma PodoPrint, Namrol .....	26
Figura 24- Posição estática adotada para o estudo .....	28



Figura 25- Posições estáticas a), b) e c) adotadas para o estudo. ....	28
Figura 26 - Marcha, movimento adotado para estudo. ....	29
Figura 27- Imagem representativa de distribuição plantar em 2D.....	30
Figura 28- Imagem representativa de distribuição plantar em 3D.....	30
Figura 29- Imagem representativa de uma medição de distribuição plantar .....	31
Figura 30 - Ilustração das medidas a), b), c) e d) pretendidos.....	35
Figura 31- Ilustração das medidas e) e f).....	35
Figura 32- Procedimento experimental para determinação de medidas antropométricas do pé.....	37



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo da tabela utilizada para o registo das informações pessoais e dos valores dos parâmetros plantares.....	32
Tabela 2- Média, desvio padrão e coeficiente de variação para a medida definida para referência.....	34
Tabela 3 - Caracterização do Índice de Massa Corporal da amostra estudada.....	39
Tabela 4- Valores de Pico de Pressão e respetiva localização para as posições ortostática e ortostática simples. ....	40
Tabela 5 - Valores de Pico de Pressão para as posições agachamento simples e agachamento duplo.....	40
Tabela 6- Valores de Pico de Pressão para a marcha.....	41
Tabela 7-Grau de correlação obtido através da Matriz do Coeficiente de Pearson, representado pelo valor de $\rho$ e respetiva direção (positiva ou negativa), verificado entre os valores do pico de pressão. ....	41
Tabela 8- Matriz variação do Pico de Pressão entre a Posição Ortostática Simples e as restantes posições. Legenda: POS – Posição Ortostática Simples; POFP – Posição Ortostática com Flexão Plantar; PAAD – Posição Agachamento com apoio duplo; PAAS – Posição agachamento com apoio simples. ....	42
Tabela 9 - Matriz relação entre Pico de Pressão e a respetiva localização na posição ortostática.....	42
Tabela 10 - Valores de Pressão média e área de contacto para as posições ortostática e ortostática simples.....	43
Tabela 11 - Valores de Pressão média e área de contacto para o agachamento com apoio duplo e para o agachamento com apoio simples. ....	44
Tabela 12- Valores de Pressão média para a Marcha. ....	44
Tabela 13- Matriz Coeficiente Correlação de Pearson para os valores de Pressão Média.....	45
Tabela 14- Matriz Coeficiente Correlação de Pearson para as características.....	45
Tabela 15- Valores obtidos para as medições antropométricas.....	46





## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

<b>AC</b>	Área de contacto
<b>IMC</b>	Índice de massa corporal
<b>LMERT</b>	Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho
<b>PAAD</b>	Posição de agachamento com apoio duplo
<b>PAAS</b>	Posição de agachamento com apoio simples
<b>PM</b>	Pressão média
<b>POFP</b>	Posição Ortostática com flexão plantar
<b>POS</b>	Posição Ortostática Simples
<b>PP</b>	Pico de pressão
<b>r</b>	Coefficiente de correlação de Pearson



## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

### 1.1 Justificação e enquadramento do Estudo

A segurança no trabalho tem um papel preponderante na prevenção de acidentes. Os acidentes no trabalho acarretam consigo enormes despesas para as empresas além de afetar o bem-estar dos seus colaboradores e conseqüentemente a sua produtividade. Desta forma, as várias formas de prevenção serão importantes, nomeadamente o desenvolvimento de equipamentos de proteção pessoal eficientes.

Esta dissertação insere-se num projeto de investigação denominado Shoe@Future que está a ser desenvolvido por um consórcio que envolve empresas, um centro tecnológico e duas instituições de ensino superior, que em conjunto reúnem as competências multidisciplinares e complementares necessárias para o desenvolvimento deste projeto.

O projeto é o resultado da identificação por parte de uma empresa da necessidade de desenvolver calçado profissional diferenciado, que envolva soluções tecnológicas inovadoras, capazes de responder às necessidades presentes e futuras de utilizadores industriais e trabalhadores muitas vezes sujeitos a ambientes extremos. Estas soluções requerem o estudo e desenvolvimento científico e técnico na área da biomecânica e da antropometria para que desta forma seja possível o desenvolvimento científico e técnico de novos componentes para introduzir no calçado, bem como o desenvolvimento dos respetivos processos de obtenção. Estas novas soluções permitirão a conquista de novos mercados não só nacionais, mas também internacionais.

No presente projeto, dada a sua abrangência e aplicabilidade em diversas indústrias, e as condições extremas a que muitas vezes os trabalhadores estão submetidos, designadamente nas estruturas de frio ligadas à conservação de alimentos, a presença de forças de segurança e militares em ambientes extremos de temperatura (baixa ou alta) ou ainda a proximidade de produtos químicos mais ou menos corrosivos, o que se pretende explorar será o desenvolvimento de soluções arquitetónicas e de engenharia do produto e de novos materiais que elevarão o calçado a um patamar superior de desempenho funcional.

Atualmente, o calçado profissional continua a ser considerado pouco confortável. Por isso as empresas pretendem contribuir para o desenvolvimento de modelos de calçado,



estando por isso focadas no *design* de palmilhas e solas mais adaptadas às necessidades dos utilizadores. Para isso, é fundamental estudar e compreender a biomecânica da marcha e de diversos movimentos do quotidiano em condições similares às da utilização com calçado profissional selecionado para referência (Shimazaki & Murata, 2015). Isto permitirá gerar conhecimento para desenvolver no projeto e no futuro os componentes para calçado biomecanicamente e morfologicamente mais adequados aos utilizadores.

A biomecânica associada ao corpo humano, e neste caso específico ao pé, é uma área voltada para a perceção e compreensão das forças atuantes sobre o corpo humano. Assim, e de forma a analisar a distribuição da pressão plantar no ser humano em situações quer de apoio estático – quando o indivíduo está parado e em pé - quer dinâmico – quando o indivíduo está em movimento -, foram desenvolvidas técnicas e sistemas de medição, entre os quais se encontra o que se irá utilizar ao longo deste estudo, a plataforma de pressões.

Biomecanicamente, no momento do apoio estático é possível perceber o modo como o peso se distribui pelos pés pé perante diversas situações e contextos. No apoio dinâmico é possível perceber qual o comportamento durante a marcha (Putti, Arnold, Cochrane, & Abboud, 2008). Esta análise permite a identificação e estudo de diversas patologias, deformidades plantares e diversos parâmetros importantes que possibilitam o desenvolvimento de soluções para uma mais correta distribuição da pressão plantar (Orlin & McPoil, 2000).

A antropometria do pé representa também um importante contributo para a conceção mais adequada do calçado. Estes atributos contribuirão de modo decisivo para o conforto e uso com satisfação deste tipo de calçado, uma vez que que permite, de forma objetiva, determinar aspetos relacionados com a dimensão, proporção, composição e desenvolvimento do corpo humano. Assim, possibilita a perceção de relações existentes entre as variáveis físicas e a performance do indivíduo/calçado (Preedy, 2012).

Os dados antropométricos são, por isso, essenciais para uma correta análise ergonómica de postos de trabalho e na definição de condições de segurança e de conforto.



## 1.2 Objetivos

Face às necessidades previamente identificadas, a presente dissertação pretende contribuir para a introdução de inovação no calçado de trabalho de acordo com os seguintes objetivos:

- (1) Desenvolvimento de estudos biomecânicos envolvendo um número representativo de jovens saudáveis em condições de atividade/trabalho físico intensivo que visem auxiliar na melhoria da construção de calçado de segurança, isto é, que permitam identificar a forma como a pressão é distribuída pelos pés, compreender qual o impacto que os diferentes tipos de movimentos/posições e morfologias do pé têm na pressão exercida
- (2) Estudo e validação de uma metodologia que visa a recolha de dados antropométricos que permita caracterizar a diversidade do tamanho e da forma do pé de uma amostra de trabalhadores, permitindo assim fazer uma análise estatística dos dados recolhidos e criar diferentes categorias com base em percentis para agrupar os participantes com características semelhantes, de forma a poder suportar o desenho de calçado com base nesses dados.

Para que seja possível corresponder aos objetivos acima propostos, no âmbito do projeto em curso pretende-se desenvolver calçado técnico adequado para as utilizações típicas da chamada indústria 4.0, ou apenas i4.0, e ainda para outras tarefas realizadas sob condições extremas (baixa e alta temperatura, fadiga térmica, agentes químicos, etc.).

A abordagem proposta implica a realização de estudos biomecânicos e antropométricos, envolvendo uma amostra de indivíduos saudáveis em condições de utilização que repliquem as utilizações específicas de atividade física de referência (i. e., normal) e intensa, que servirão de base ao diagnóstico e que permitirão obter informação sobre o movimento do pé durante a marcha, a sua diversidade quanto ao tamanho e forma que servirão para a parametrização de palmilhas, entressolas/solas e calçado (a desenvolver no projeto). Será ainda relevante mencionar que, numa segunda fase do projeto, mas já fora do âmbito da atual dissertação, pretende-se fazer o desenvolvimento de palmilhas de montagem/acabamento adaptáveis ao indivíduo, desenvolvimento de arquiteturas, construções e conceitos de produtos de calçado que incorporem as soluções desenvolvidas no projeto (palmilhas, biqueiras, entressola/solas e outros componentes).



### 1.3 Estrutura da tese e etapas do estudo

A presente dissertação está dividida em sete capítulos e cinco anexos. Após a introdução feita no capítulo um, esta dissertação apresenta nos capítulos dois, três e quatro uma revisão bibliográfica e o respetivo enquadramento teórico sobre o conhecimento do pé humano – anatomia, classificação biomecânica, principais patologias, ciclo da marcha, análise da distribuição da pressão plantar, respetivas características desejáveis, parâmetros pretendidos para análise e antropometria relacionada com o pé humano.

No capítulo cinco, são descritos os materiais, o procedimento experimental e a metodologia utilizada para análise de dados. A componente experimental deste relatório divide-se em duas partes: testes de pressão plantar e testes antropométricos. Dentro destas duas, os testes de pressão plantar dividem-se em duas fases: fase em apoio estático e a fase em apoio dinâmico. Para ambas as partes é definida uma amostra, instrumentos e procedimento experimental.

No capítulo seis, são analisados os resultados obtidos relativamente à distribuição pedobarográfica ao nível do software utilizado e os dados antropométricos obtidos.

Por último, no capítulo sete são apresentadas e explicadas as conclusões obtidas com o estudo e apresentadas as perspetivas de trabalho futuro.

O plano global deste estudo é a seguir explicitado na Figura 1. Este esquema compreende as cinco fases deste trabalho: (i) definição do problema e dos objetivos propostos para investigação; (ii) revisão bibliográfica; (iii) realização de entrevistas exploratórias a profissionais de saúde (Podologistas); (iv) estudos analítico-experimentais; e (v) elaboração de conclusões, das implicações e limitações deste estudo.

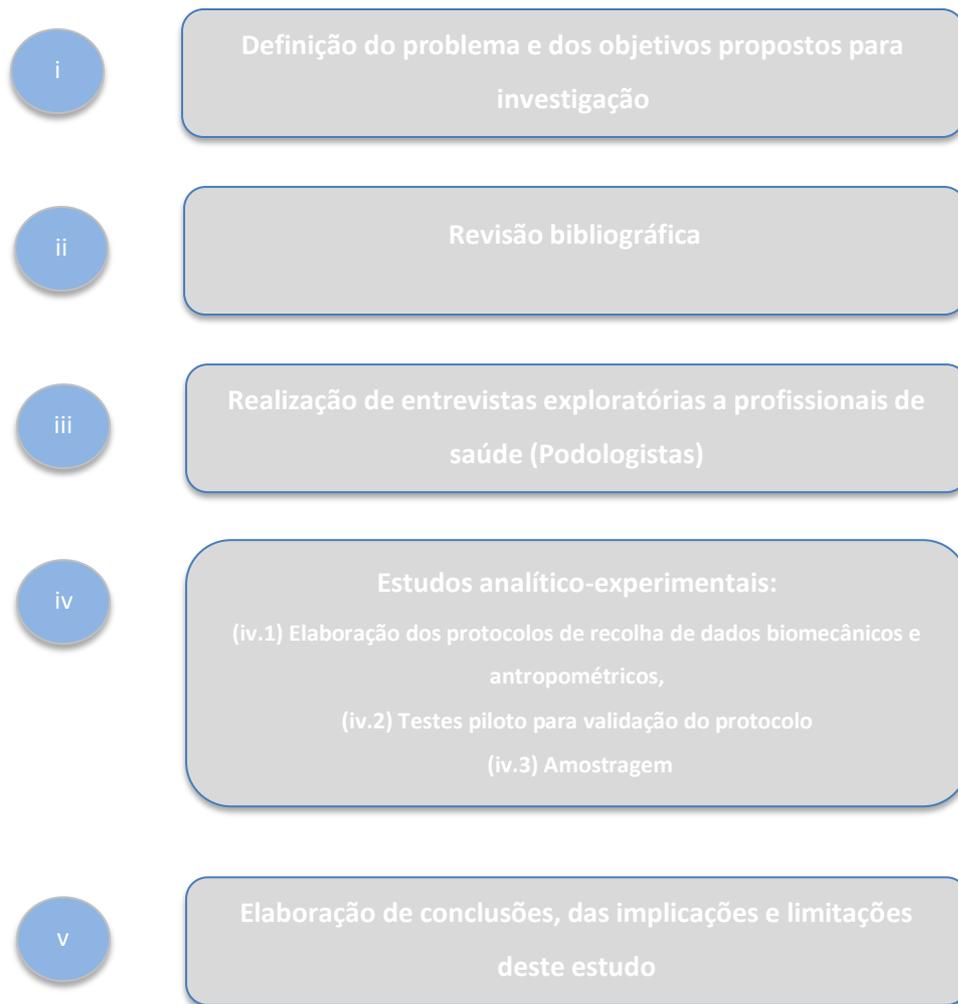


Figura 1- Representação esquemática das diferentes fases e desenvolvimento do estudo.

#### 1.4 Contribuições principais

Esta dissertação apresenta-se como o resultado de uma revisão bibliográfica sobre a distribuição da pressão plantar e dados antropométricos do pé humano e de como a utilização de sistemas de medição pode ajudar na sua compreensão, melhoria e resolução de problemas relacionados. O principal contributo resultante do estudo da presente dissertação consiste em demonstrar como o estudo biomecânico da pressão plantar e antropométrico pode auxiliar na conceção e idealização de melhor calçado de segurança. Desta forma, considera-se que os resultados obtidos apoiam a necessidade de interligar a produção fabril com o conhecimento científico para mais e melhores resultados. Assim, pretende-se também realçar a importância deste estudo para prevenção da ocorrência de lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT). Por fim, este estudo ajuda a demonstrar a relevância que as empresas



devem atribuir à promoção de uma cultura de saúde no contexto de trabalho, investindo em medidas de prevenção e proteção pessoal.



## 2. CARACTERIZAÇÃO DO PÉ HUMANO

Para uma melhor compreensão do presente trabalho de investigação é fundamental conhecer um conjunto de conceitos e comportamentos associados ao pé humano. Ao longo deste capítulo serão enunciados e explicados alguns dos aspetos considerados mais relevantes.

### 2.1 Anatomia do pé

O corpo humano divide-se em diferentes estruturas anatómicas e sistemas funcionais, cada uma com a sua função específica e fundamental para o normal funcionamento do corpo como um todo.

Os pés são para o ser humano o suporte do sistema postural e servem como uma plataforma de apoio que dá equilíbrio e sustento ao corpo, contribuindo para que seja possível manter-se na posição bípede, o que aliado à flexibilidade e estabilidade, proporcionadas pelo tornozelo, permite que funcionem como uma alavanca durante a marcha, permitindo a adaptação às diferentes superfícies e irregularidades, absorvendo os impactos e choques resultantes com o solo (Cotoros, Baritz, & Stanciu, 2011). O pé apresenta-se como uma das estruturas que mais alterações anatómicas sofre (Cavanagh & Rodgers, 1987), o que tem levado à existência de inúmeros trabalhos de investigação neste domínio.

Anatomicamente, o pé humano é constituído por 26 ossos, dos quais 7 ossos do tarso, 5 ossos do metatarso e 14 falanges (Figura 2). É também constituído por 107 ligamentos, 34 articulações e 20 músculos (Figura 3).



Figura 2- Divisão anatômica do pé - ossos e articulações. (reproduzido de Pinterest, 2019)

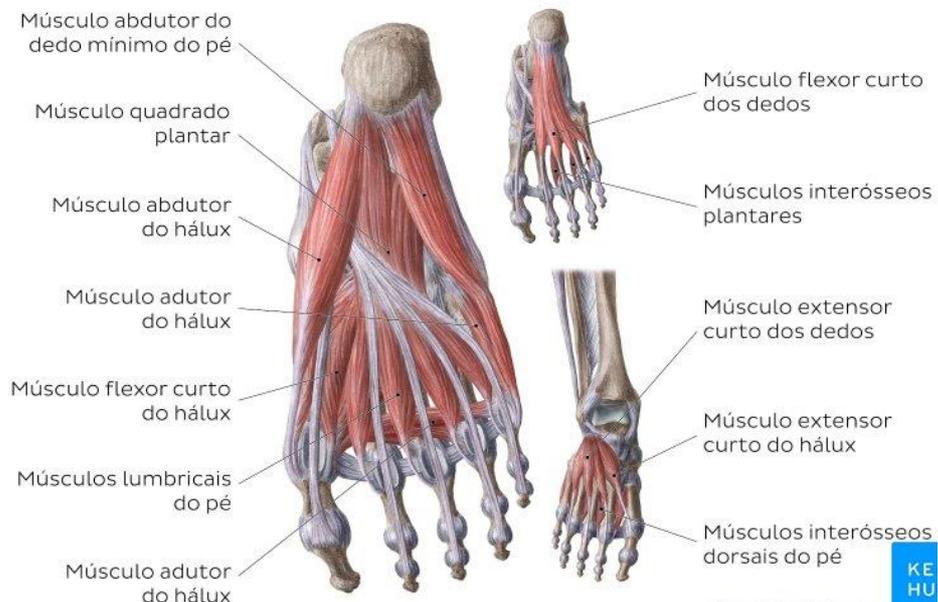


Figura 3 - Divisão anatômica do pé – músculos. (reproduzido de Kenhub, 2019)

O pé humano pode ainda dividir-se em três partes anatômicas e funcionais (Figura 4):

- 1) Retropé - constituído pelo tálus e o calcâneo, dá estabilidade durante a marcha e funciona como ajuda ao tendão de Aquiles. O calcâneo apresenta-se como o maior



osso do pé e o tálus suporta os ossos vindos da perna (tíbia e fíbula) (Moore, Dalley II, & Agur, 2012);

- 2) Mediopé - constituído pelos ossos navicular, cuboide e cuneiformes, dão estrutura e sustentação ao arco do pé (Moore et al., 2012);
- 3) Antepé - constituído pelos metatarsos e falanges, ossos que dão estrutura aos dedos. Cada um dos quatro dedos de menor dimensão, pode-se dividir em três ossos (proximal, media e distal) enquanto que o dedo maior apenas se divide em dois ossos (proximal e distal) (Moore et al., 2012).

O retropé separa-se do mediopé através da articulação de Chopart, sendo que este último se separa do antepé através da articulação de Lisfranc (Bähler, 1986).

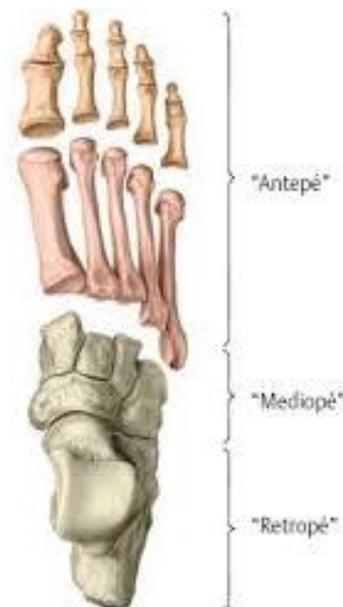


Figura 4 - Divisão anatômica e funcional do pé humano. (reproduzido de Citogenetica.ufes, 2019)

O calcanhar e a cabeça do primeiro e do quinto metatarso constituem os 3 pontos de apoio no solo do ser humano, formando assim um triângulo. Este triângulo confere forma a uma estrutura que possui um arco medial, um anterior e um lateral, que por sua vez são os responsáveis por uma correta distribuição nos tecidos moles e duros da superfície plantar do pé (Tortora & Derrickson, 2010).

## 2.2 Classificação biomecânica

O pé humano possui características únicas e que diferem de indivíduo para indivíduo, no entanto é possível agruparmos tendo em conta algumas classificações padrão utilizadas

pelas ciências ligadas à saúde. A classificação mais vulgarmente utilizada, e de certa forma mais importante, divide os diferentes tipos de pés em três categorias: plano, cavo e neutro (Figura 5) (Blogfisioterapia, 2018; Norkin & Levangie, 2005; SPODOS - Foot Science Center, 2017).



Figura 5- Ilustração de um pé neutro, plano e cavo, respectivamente (reproduzido de blogfisioterapia, 2019).

Estas designações têm por base a observação dos arcos plantares (arco longitudinal medial, arco longitudinal lateral e arco transversal) (Figura 6), formados e sustentados pelos ligamentos, músculos, inversores e eversores (Norkin & Levangie, 2005; Strandring, 2016)

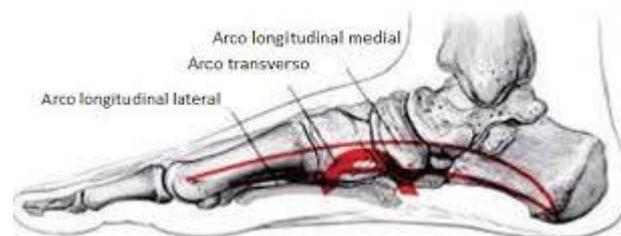


Figura 6- Arco longitudinal medial, arco longitudinal lateral e arco transversal (adaptado de Emaze, 2019).

O pé plano, é a tipologia mais comum de pé e caracteriza-se pela sua maior área de apoio no solo relativamente aos restantes, podendo mesmo apoiar praticamente toda a superfície plantar (Figura 6). O seu arco plantar possui menores dimensões e a carga exercida pelo corpo concentra-se na parte de dentro do pé (Norkin & Levangie, 2005; SPODOS - Foot Science Center, 2017).

Por sua vez, o pé cavo encontra-se no extremo oposto uma vez que o seu arco plantar possui uma dimensão e uma curvatura maiores. Desta forma, a carga exercida no corpo

humano distribui-se exclusivamente pelo calcanhar e pelos metatarsos sendo neste caso a parte exterior do pé a mais solicitada (Norkin & Levangie, 2005; SPODOS - Foot Science Center, 2017).

Por último, o pé neutro possui um arco plantar com dimensões e curvaturas médias o que permite uma melhor e mais correta distribuição da carga.

A tipologia de arco plantar está diretamente relacionada com o alinhamento do pé, mais concretamente do retropé, sendo que um pé cavo está associado a um pé varo devido às pressões serem superiores na parte exterior do pé. Um pé neutro (arco plantar normal) possui um alinhamento neutro enquanto que um pé plano está associado a um pé valgo devido às pressões se acentuarem mais na parte de dentro do pé (Figura 7) (Norkin & Levangie, 2005).

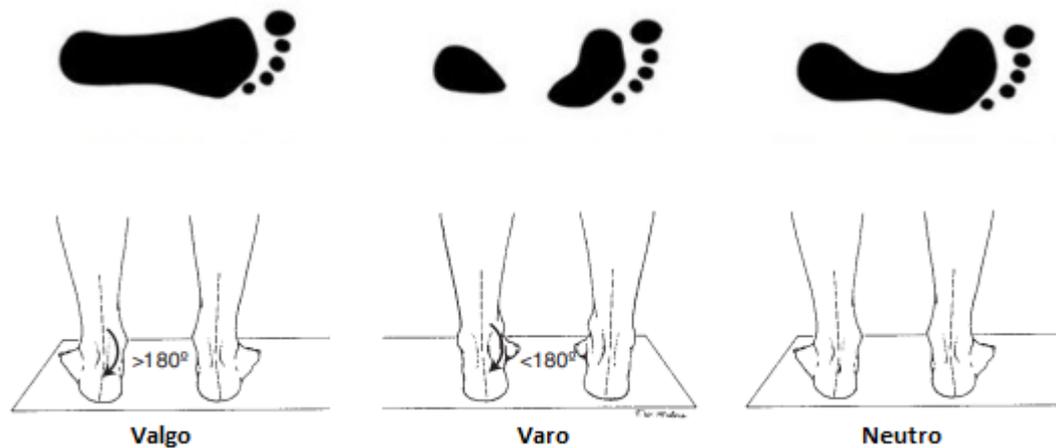


Figura 7- Pé valgo, varo e neutro respetivamente (adaptado de Pessemador, 2019).

Existem também movimentos que podem ser classificados segundo o plano de corte (sagital, coronal e transversal).

Relativamente ao plano sagital, existe a flexão plantar que se caracteriza por uma elevação do calcanhar do solo, enquanto no caso da dorsiflexão existe uma aproximação do dorso à parte anterior do pé (Figura 8). Ao plano frontal associamos a abdução e a adução, onde no primeiro os dedos apontam para a parte externa e no segundo para a parte interna (Figura 9). Quanto ao plano transversal, existe o movimento de inversão e eversão do pé, sendo que no primeiro o pé se aproxima da parte medial do pé e no segundo o pé se aproxima da parte lateral da perna (Figura 10) (Norkin & Levangie, 2005).

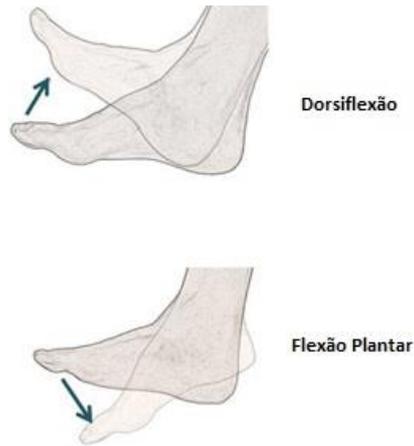


Figura 8- Flexão e dorsiflexão plantar (adaptado de Aprumoequibri corporal, 2019).

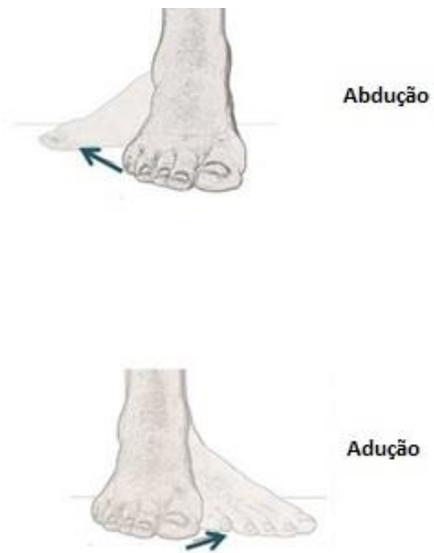


Figura 9- Abdução e adução (adaptado de Aprumoequibri corporal, 2019).



Figura 10 - Inversão e eversão (adaptado de Aprumoequibri corporal, 2019).



Estas três classificações relativas aos três planos de corte existentes, quando combinadas conferem ao pé uma posição específica ao longo do movimento. A combinação da adução, flexão plantar e inversão dão origem a um movimento de supinação, movimento esse que aumenta a probabilidade de entorses. Por outro lado, a abdução, dorsiflexão e eversão dão origem à pronação e por isso a uma maior instabilidade ao longo do movimento (Figura 11) (Norkin & Levangie, 2005).



Figura 11- Supinação e pronação (adaptado de Aprumoequibriocorporal, 2019).

É ainda possível classificar o pé quanto à dimensão dos dedos e a forma geométrica originada no contexto geral do pé. Assim é possível enumerar 3 tipos: grego, egípcio e romano (Figura 12).

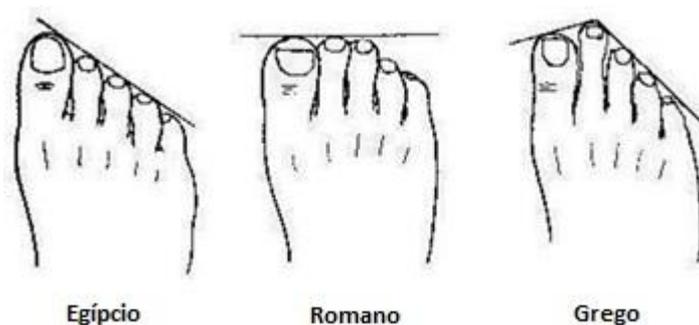


Figura 12- Tipo de pé egípcio, romano e grego (adaptado de rightshoesblog, 2019)

### 2.3 Análise do ciclo de marcha

A marcha é o movimento mais utilizado pelo ser humano ao longo da sua vida e funciona como uma ferramenta de diagnóstico que permite identificar as características

biomecânicas do pé e suas patologias. Para a execução deste movimento é necessária coordenação entre o sistema neural e o sistema músculo-esquelético de forma a proporcionar ao ser-humano equilíbrio e estabilidade (Nigg, MacIntosh, & Mester, 2000).

A marcha de cada indivíduo possui características próprias e distintas que são o resultado de inúmeros fatores, entre os quais algumas características biomecânicas já enunciadas (Collado, 2002). Esta análise e caracterização do pé é importante uma vez que permite avaliar os mecanismos da marcha e a influência negativa das características diferenciadoras do pé do indivíduo na mecânica normal da marcha e no comportamento do tornozelo, joelho, quadril e costas (Rosenbaum & Becker, 1997). Uma adequada biomecânica do pé permite manter uma postura correta e naturalmente uma distribuição simétrica da pressão plantar (Rosário, 2014).

Ao longo da marcha, um pé serve de apoio enquanto o outro se movimenta até a uma posição de apoio mais à frente, havendo uma sucessiva reversão de papéis entre ambos. Um ciclo completo de marcha vai desde o momento em que o primeiro pé toca no solo, até que o mesmo pé volte novamente a tocar o solo (Chaitow & DeLany, 2011).

O ciclo de marcha divide-se em duas fases principais: fase de apoio e fase de balanço/oscilação (Figura 13). Durante a fase de apoio o pé encontra-se apoiado totalmente ou parcialmente no solo e vai desde o contacto inicial com o solo até ao momento da descolagem do antepé. Na fase de balanço o pé encontra-se suspenso no ar, sendo que tem início no momento em que existe a descolagem do antepé até ao momento em que existe novamente contacto com o solo (T. Hansen, 2019).

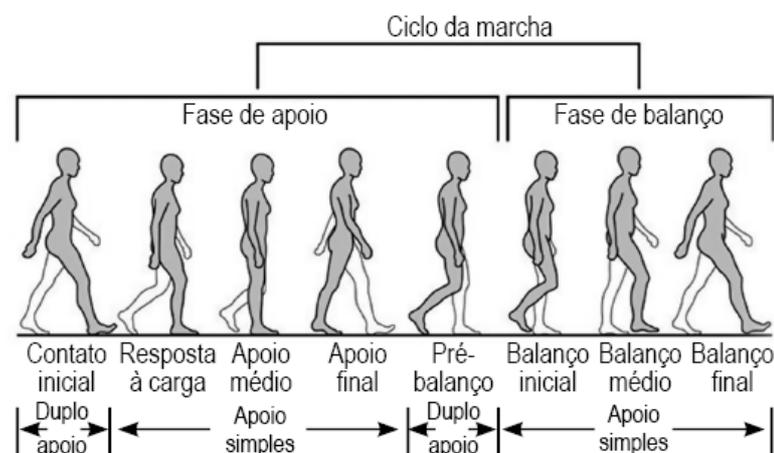


Figura 13- Ciclo da marcha: apoio vs balanço (reproduzido de Pinterest, 2019).

A fase de apoio divide-se em 4 outras fases: resposta ao carregamento, apoio médio, apoio terminal e pré-balanço. A fase de balanço divide-se por sua vez em 3 fases: balanço inicial, balanço médio e balanço terminal (T. Hansen, 2019).

A fase de apoio representa 60% do ciclo de marcha e a fase de balanço representa os restantes 40% (Figura 14). Ao longo deste ciclo apenas durante 10% do tempo existe contacto de ambos os pés em simultâneo com o solo (Chaitow & DeLany, 2011).

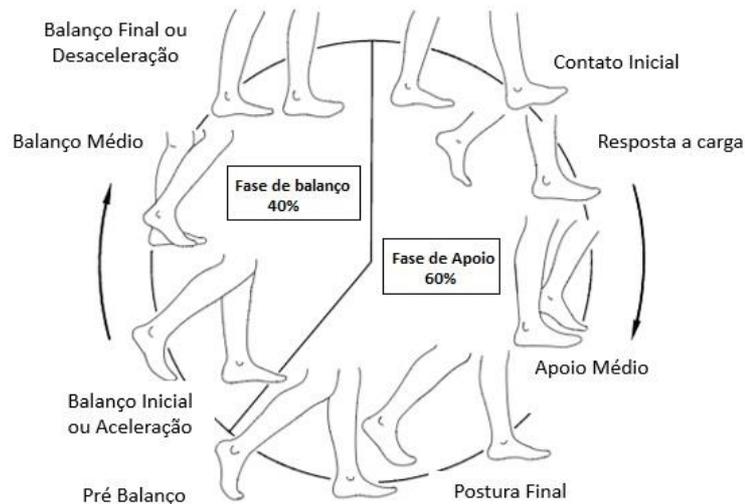


Figura 14- Ciclo da marcha: percentagem de apoio vs percentagem de balanço (adaptado de Pinterest, 2019)

A distância entre dois apoios consecutivos do mesmo pé designa-se por comprimento da passada, enquanto que a distância que vai entre o apoio do pé esquerdo e o apoio seguinte do pé direito, determina o comprimento do passo direito, situação que se aplica de forma inversa para o passo esquerdo (Figura 15). O somatório do passo esquerdo com o passo direito dará o comprimento do passo enunciado anteriormente (Chaitow & DeLany, 2011; Rico, 2014).



Figura 15- Comprimento da passada e comprimento do passo esquerdo/direito (reproduzido de Lume.ufrgs, 2019).

Por fim, à análise de marcha podemos associar a cinemática e a cinética. Se por um lado a cinemática serve para explicar aspetos como o deslocamento, velocidade, aceleração



e posição, a cinética serve para explicar as forças associadas ao movimento (internas e externas) (Norkin & Levangie, 2005).

## 2.4 Principais patologias associadas ao pé humano

Existem diversas patologias associadas ao pé humano, algumas congénitas outras, no entanto, causadas por situações do quotidiano que vão acontecendo ao longo da vida. Em todas estas situações existe uma relação direta entre o tipo de pé, tipo de marcha e atividades mais regularmente realizadas. O facto de o pé estar em constante contacto com o solo e por isso estar sujeito às forças de reação geradas aquando o contacto com o mesmo, torna-o suscetível a picos de pressão e variações de distribuição de pressão plantar que conduzem ao aparecimento de deformidades e lesões. O aparecimento de uma lesão num dos membros inferiores leva a uma proteção inconsciente do mesmo e conseqüente sobrecarga do pé não lesionado, o que ao longo do tempo irá provocar claras diferenças entre os dois.

- **Joanete de Sastre:** deformação progressiva no quinto metatarso onde existe um desvio para o exterior, originando uma saliência na parte exterior do pé. Esta deformidade, além de causar problemas estéticos é também responsável por dores e desconforto (Figura 16).



Figura 16- Joanete de Sastre (reproduzido de Saudebemestar, 2019)

- **Halux valgo:** semelhante ao joanete de Sastre, diferem apenas por esta ocorrer no primeiro metatarso (SPODOS - Foot Science Center, 2017). É vulgar esta patologia apresentar-se como bilateral, no entanto pode ocorrer em apenas um dos pés e é habitual em pessoas que sofrem de joanete de sastre (Figura 17).



Figura 17- Halux valgus (reproduzido de Saudebemestar, 2019)

- **Dedos em garra:** também conhecida por dedo em martelo é uma lesão num tendão ou no osso da ponta do dedo. Corresponde a uma flexão de uma ou duas articulações do segundo, terceiro, quarto ou quinto dedo. Este colapso anormal pode criar uma pressão dolorosa entre o pé e o calçado e criar dificuldades no caminhar, além dos problemas estéticos (Figura 18) (T. Hansen, 2019).

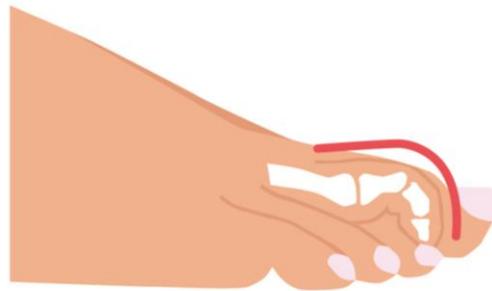


Figura 18 - Dedos em garra (reproduzido de clinicacentro, 2019).

- **Dedos em botoeira:** é uma lesão que ocorre nos tendões que impede que os dedos estiquem completamente. Pode ter origem numa lesão ou numa artrite reumatoide (Figura 19) (T. Hansen, 2019).



Figura 19- Dedo em botoeira (reproduzido de clinicacentro, 2019).



- **Fascite plantar:** afeta o calcanhar e a planta do pé e caracteriza-se pela deformação da fásia plantar do pé. Tem origem em lesões causadas pelo esforço repetitivo (SPODOS - Foot Science Center, 2017).
- **Clinodactilia:** desvio lateral dos dedos, acontecendo de forma mais comum n o quarto metatarso e sendo vulgarmente uma lesão bilateral.
- **Calosidades:** originadas pelo uso incorreto de calçado, isto é, utilização de calçado demasiado largou ou demasiado apertado.
- **Pé diabético:** é uma doença crónica que leva a alterações sensitivas e motoras, comprometendo o equilíbrio e a deambulação, tornando os seus portadores mais propícios à ocorrência de quedas. Acarreta também consigo um aumento dos valores de pressão plantar e complicações na fase de apoio terminal e pré-balanço levando a que o contato inicial seguinte ocorra de maneira inadequada com o antepé e sem absorção de choques (Fregonesi & Regina De Camargo, 2010).



### 3. PRESSÃO PLANTAR

#### 3.1 Análise de distribuição da pressão plantar

A análise da distribuição da pressão plantar exercida permite obter informação relacionada com a estrutura e funcionamento do pé humano. Uma análise cuidada a esta informação permite também identificar e estudar diversas patologias e deformidades (Tábuas, 2012). Não obstante ao facto de algumas lesões e deformidades apenas poderem ser corrigidas recorrendo a cirurgia, uma parte delas pode e deve ser atenuada assumindo procedimentos e comportamentos próprios no quotidiano. A escolha adequada do calçado é uma das soluções primárias, no entanto a utilização de dispositivos biomecânicos indicados para a situação, pode se revelar a solução mais eficaz (da Fonseca, 2017).

Esta análise tornará possível identificar os pontos débeis e os problemas para os quais deve ser procurada uma melhoria e adaptação dos produtos já existentes ou a criação de novos. Este tipo de análise permite também identificar a forma como a pressão é distribuída pelos pés e compreender qual o impacto que os diferentes tipos de movimentos/posições e morfologias do pé têm na pressão exercida, isto é, de que forma é possível produzir alterações ou inserir soluções novas na produção de palmilhas e solas de forma a que estas apresentem um comportamento mais adaptado às diferentes situações e desta maneira minimizem as lesões resultantes. Estes testes permitirão saber quais os pontos onde a palmilha deve apresentar maior robustez e/ou flexibilidade, devido à maior carga exercida sobre esses pontos.

#### 3.2 Técnica de medição

As técnicas eletromecânicas têm por base a utilização de sensores que diferem quanto ao tamanho e à quantidade, assumindo-se como a técnica mais requerida (Razak, Zayegh, Begg, & Wahab, 2012).

Existem dois tipos de sensores: isolados (Figura 20) e sob a forma de matriz (Figura 21). Os primeiros permitem uma medição de pressão local, sendo este tipo de medição caracterizada como discreta e o seu posicionamento dependerá sempre do objetivo do estudo em questão. São suscetíveis a medições erradas devido a deslocamentos inesperados e também devido à sua presença ser notada e por isso induzir o paciente a uma alteração



inconsciente do movimento. Quanto aos sensores sob a forma de matriz, devido à sua forma contínua não existe a necessidade de escolher um ponto para a sua colocação, bem como permite uma análise mais alargada da distribuição da pressão (Razak et al., 2012; Rosenbaum & Becker, 1997)

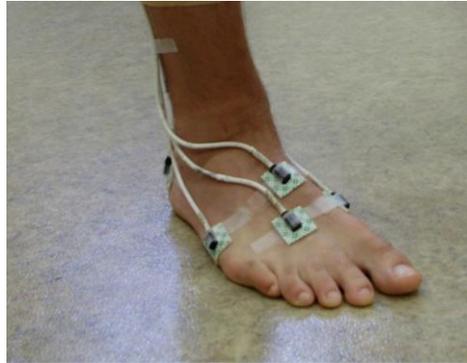


Figura 20 - Sensores isolados (reproduzido de *Journals.humankinetics*, 2019)

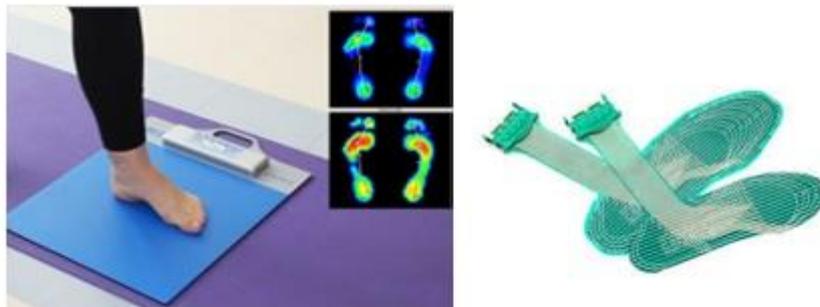


Figura 21- Sensores sob a forma de matriz (reproduzido de *Tekscan*, 2019).

Os sensores utilizados devem por isso ser adequados ao estudo em questão e estar em concordância com o sistema utilizado. Para tal devem ser tidos em conta a resolução espacial dos sensores, o tamanho do intervalo de medição, o tamanho dos sensores em uso e o nível de sensibilidade e linearidade do sistema de forma a permitir medições viáveis e precisas (Rosenbaum & Becker, 1997).

#### a) Force Sensitive Resistor

Estes sensores estão organizados em camadas muito finas unidas por um adesivo espaçador para permitir a ventilação do sistema. Na camada superior encontra-se um material semiconductor enquanto a camada inferior é constituída por eléctrodos (Perabo, 2016). Quando aplicada uma força na superfície os eléctrodos entram em contacto com o material



semicondutor, o que origina uma alteração no valor da resistência, que por sua vez é proporcional à força aplicada (Orlin & McPoil, 2000; Razak et al., 2012).

#### **b) Transdutores capacitivos**

São constituídos por duas placas condutoras, separadas por um material isolante. Quando aplicada uma força existe uma variação da capacitância. A tensão gerada varia de acordo com a distância e a área entre as placas e o material isolador (Orlin & McPoil, 2000).

#### **c) Hidrocélulas**

Consistem em sensores encapsulados por uma célula preenchida por um fluido. A aplicação de uma força numa hidrocélula leva a um aumento da resistência do fluido, provocando uma variação na tensão de saída do sensor (Orlin & McPoil, 2000).

### **3.3 Sistemas de medição**

#### **a) Palmilha de pressão**

As palmilhas são um sistema mais flexível e portátil, capaz de se ajustar a diferentes morfologias e monitorizar cargas locais entre o pé e o calçado (Castro, 2007; Rosenbaum & Becker, 1997).

#### **b) Plataforma de pressões**

Consiste numa plataforma portátil constituída por uma matriz de sensores que registam a pressão plantar exercida sob a forma estática ou dinâmica (Rosenbaum & Becker, 1997). Os valores lidos pela plataforma são adquiridos, armazenados e analisados através de um computador que se encontra conectado a plataforma. Quando o pé do indivíduo em estudo entra em contacto com a plataforma esta regista a força gerada, a duração, a quantidade e posição dos sensores que foram acionados.

Para este projeto recorreremos à plataforma de pressão PodoPrint, uma das mais utilizadas no mercado (Figura 22).



Figura 22- Plataforma de pressões PodoPrint (reproduzido Namrol, 2019)

### 3.4 Parâmetros adquiridos com a medição da pressão plantar

Para que os testes de pressão plantar sejam corretamente realizados e produzam resultados relevantes, é necessário definir à partida quais os parâmetros a analisar e compreender a influência de cada um e respetivas especificidades. Desta forma, definiram-se para estudo - em diferentes posições dinâmicas e estáticas - os seguintes parâmetros:

- a) pico de pressão ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) - dado diferentes situações implicarem diferentes pressões operacionais, é importante o desenvolvimento de sensores específicos (Razak et al., 2012). O pico de pressão é o valor máximo medido pelo sensor de pressão. A este valor é associado o local onde é exercido este pico de pressão (antepé, mediopé ou retropé). Este parâmetro permite obter dados fundamentais para o diagnóstico de patologias e malformações. Os valores de pressão serão maiores para o antepé e o retropé, sendo que para o mediopé serão expectáveis valores consideravelmente mais baixos (Urry & Wearing, 2001).
- b) média de pressões ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) - é o valor médio de pressão, tendo em conta os valores obtidos para todos os pontos e momentos.
- c) área de contacto ( $\text{cm}^2$ ) – representa a superfície total utilizada pelo pé aquando o contacto com o solo. A existência de uma relação inversa entre a área de contacto e o pico de pressão, faz desta um parâmetro decisivo na avaliação do grau de eficácia da palmilha (Tsung, 2004).
- d) pressão plantar total (g) – representa a força total exercida pelo corpo na plataforma. Este valor representa a massa corporal do indivíduo.



#### 4. ANTROPOMETRIA

O termo antropometria surge do grego, sendo que *anthropos* se traduz para Homem e *metron* para medida (Roebuck & Kroemer, 1976).

A antropometria é uma ciência que permite, de forma objetiva, determinar aspetos relacionados com a dimensão, proporção, composição e desenvolvimento do corpo humano, possibilitando a perceção de relações existentes entre físico e performance (Preedy, 2012).

Os dados antropométricos são fundamentais na análise ergonómica de postos de trabalho e na definição de condições de segurança e de conforto.

As medidas obtidas através de um estudo antropométrico têm uma enorme aplicabilidade, que vai desde o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento corporal do ser humano, até produção de mobiliário, roupa, maquinarias, espaços de lazer, trabalho e transportes, entre muitos outros (Roebuck & Kroemer, 1976). A antropometria é indispensável para a arquitetura e a ergonomia, uma vez que as dimensões dos espaços e produtos devem estar adequadas ao corpo humano e respetivos movimentos. Deve haver, da parte de quem projeta, um conhecimento profundo das dimensões do corpo humano para um uso seguro e eficaz dos espaços e produtos. (Waltrick, 1996). Os dados antropométricos são, por isso, não só fundamentais na análise ergonómica de postos de trabalho, mas também na definição de condições de segurança e de conforto.

Na aplicação da antropometria, tal como na aplicação dos dados antropométricos do corpo humano, fatores como a população que irá utilizar os produtos ou instalações, a percentagem da população que se pretende ver satisfeita e as dimensões a serem consideradas são fundamentais (Sanders & McCormick, 1992). É também importante enfatizar a importância de uma abordagem adequada, isto é, se se pretende trabalhar para os valores antropométricos médios, para os extremos ou se para a faixa ajustável.

Existem dois métodos para a obtenção de medidas antropométricas relativas ao pé humano: o método indireto e o método direto (Brendler & Teixeira, 2016). O método indireto é um método digital que implica recorrer a um scanner 3D. Pode funcionar através de uma câmara rotativa, várias câmaras distribuídas de forma a cobrirem diferentes ângulos ou ainda recorrendo a um feixe de infravermelhos, conseguindo desta forma traçar um perfil do pé em análise, com todas as suas concavidades, saliências e deformidades.



O segundo método – método direto – é um método manual que envolve diversos instrumentos que entram em contato físico com o indivíduo a ser medido tais como réguas, trenas, fitas métricas, esquadros, paquímetros, transferidores, balanças, dinamômetros e outros instrumentos semelhantes. Este processo tem alguns inconvenientes, tais como a morosidade da recolha de dados e da sua conversão em formato digital para processamento estatístico (Miguel, da Costa, Arezes, Barroso, & Cordeiro, 2002).



## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

A componente experimental desta dissertação divide-se em duas partes: testes de pressão plantar e testes antropométricos. Dentro destas duas, os testes de pressão plantar dividem-se em duas fases: fase em apoio estático e a fase em apoio dinâmico. Para cada uma destas partes e fases definiu-se a amostra em estudo, materiais e o protocolo a utilizar.

A realização da parte experimental desta dissertação dividiu-se entre a Universidade do Minho e a empresa parceira deste projeto ICC – Indústrias de Comércio e calçado

### 5.1 Testes de Pressão plantar

#### 5.1.1 Amostra

A amostra abrangida por este estudo foi composta por um número representativo de participantes saudáveis em condições de atividade/trabalho físico intensivo com idade compreendida entre 18 e 50 anos. Foi tido em consideração, recorrendo a um questionário, se o participante tinha ou teve problemas ortopédicos e/ou neurológicos que pudessem influenciar a normal distribuição do peso corporal. Para além destes foi necessário ter atenção ao fator diabetes, uma vez que é uma doença crónica que leva a alterações sensitivas e motoras, comprometendo o equilíbrio e a deambulação, tornando os seus portadores mais propícios à ocorrência de quedas. Acarreta também consigo um aumento dos valores de pressão plantar e complicações na fase de apoio terminal e pré-balanço levando a que o contato inicial seguinte ocorra de maneira inadequada com o antepé e sem absorção de choques (Fregonesi & Regina De Camargo, 2010). Não se consideraram como fatores eliminatórios, no entanto os resultados foram acompanhados destes dados para melhor e mais corretas conclusões.

A amostra abrangida por este estudo foi composta por 30 indivíduos, dos quais 21 homens e 9 mulheres, com idades compreendidas entre os 18 e os 46 anos e uma média resultante de 32.9 anos de idade. O tamanho médio de calçado desta amostra é de 40,1, o peso médio é 70,1 kg e a altura média é 169,8cm.

Para complementar a caracterização da amostra calculou-se o Índice de Massa Corporal<sup>1</sup> (IMC) para cada um dos participantes, de forma a aferir e agrupar consoante o nível de IMC (Hospital da Luz, 2019).



$$(1) IMC = \frac{Peso}{Altura^2}$$

### 5.1.2 Questões éticas

Os participantes foram inicialmente familiarizados, esclarecidos e informados dos objetivos do estudo e dos procedimentos que foram adotados para a recolha de dados na atividade prática em questão. Cada participante preencheu um questionário e assinou um termo de consentimento livre e informado (anexo II) através do qual concordaram com os termos apresentados. A identidade de cada participante foi preservada e mantida confidencial, sendo por isso representados por um número de 0 a 30.

### 5.1.3 Protocolo experimental

A obtenção dos valores de pressão plantar foi feita recorrendo a uma Plataforma de Pressões da marca Namrol, modelo PodoPrint S4 com as seguintes características:

- Dimensão total da Plataforma: 610 x 580mm x 9mm
- Superfície de trabalho: 400 x 400mm
- Nº Sensores: 1600 (1 por Cm<sup>2</sup>)



Figura 23- Plataforma PodoPrint, Namrol

Além da plataforma foi necessário um computador com *software* PodoPrint instalado para recolha e análise dos dados e uma caixa retangular de papelão para uma melhor contextualização dos movimentos em análise.

Após todo o material estar preparado deu-se início aos procedimentos para a realização do teste. Primeiro foi explicado o que iria ser feito e foi pedido ao participante para preencher o termo de consentimento livre e o formulário digital PodoPrint com as



informações pessoais. De seguida foi pedido ao participante para retirar o seu calçado - se possível apresentar-se sem roupa excessiva - e colocar-se de frente e junto à plataforma. Foi descrita a posição/movimento que se pretendia que o participante em teste executasse sendo de seguida incentivado a avançar para cima da plataforma e reproduzi-la, respeitando os princípios considerados fundamentais pelo examinador. Repetiu-se este último passo quatro vezes e procedeu-se ao armazenamento de dados.

Por fim repetiram-se estes últimos dois pontos para cada uma das restantes quatro posições pretendidas e em estudo.

#### 5.1.4 Apoio estático

As posições para as quais se obtiveram os valores para os parâmetros acima enunciados variaram de etapa para etapa. Ao longo destes testes, alertaram-se os participantes para uma correta e homogênea distribuição do peso corporal.

Na Etapa Estática o objetivo passou por simular diversas situações/movimentos de trabalho, frequentemente realizados nas diferentes tarefas, permitindo a obtenção de valores importantes para o estudo. Para esta etapa foram tidas em conta as seguintes posições distintas:

- a) Posição ortostática, braços ao longo corpo e olhar em frente (Figura 24).
- b) posição ortostática com os pés em flexão plantar (posição que permite simular uma situação em que um participante pretende chegar a um local mais elevado) (Figura 25a);
- c) agachamento com ambos os pés em contacto com o solo (posição que permite simular uma situação em que um participante pretende pousar um material no solo) (Figura 25b);
- d) agachamento apenas com uma perna fletida (posição alternativa, que deve ser executada para ambas as pernas e que permite simular uma situação em que um participante pretende chegar a um local abaixo da sua zona normal de intervenção) (Figura 25c);



Figura 24- Posição estática adotada para o estudo



Figura 25- Posições estáticas a), b) e c) adotadas para o estudo.

Recorrendo a diferentes estudos já elaborados por outros membros da comunidade científica foi possível aferir que o número de repetições aconselhadas variava entre 3 e 5 para cada posição (Hughes, Pratt, Linge, Clark, & Klenerman, 1991). Para este estudo optou-se por realizar quatro repetições para cada posição com apoio bipedal e duas repetições para cada apoio no caso de posições com apoio unipedal, estando assim dentro do intervalo aconselhado e assegurando resultados mais próximos da realidade.



### 5.1.5 Apoio dinâmico

Quanto à etapa dinâmica, o objetivo passou por simular uma situação de marcha. Isto permite aferir valores de pressão plantar para quando o indivíduo se desloca, nos diversos momentos de propulsão e amortecimento da passada) (Putti et al., 2008) (Figura 26).



*Figura 26 - Marcha, movimento adotado para estudo.*

Neste caso optou-se por realizar duas repetições para cada apoio perfazendo assim um total de quatro repetições para o movimento em questão.



### 5.1.6 Metodologia para análise de dados

Cada medição efetuada pela plataforma de pressões resulta na construção de uma imagem representativa, na qual é possível observar o valor do pico de pressão em percentagem relativa ao longo da medição para cada um dos sensores. É possível observar essa imagem em 2D (Figura 27) ou 3D (Figura 28).

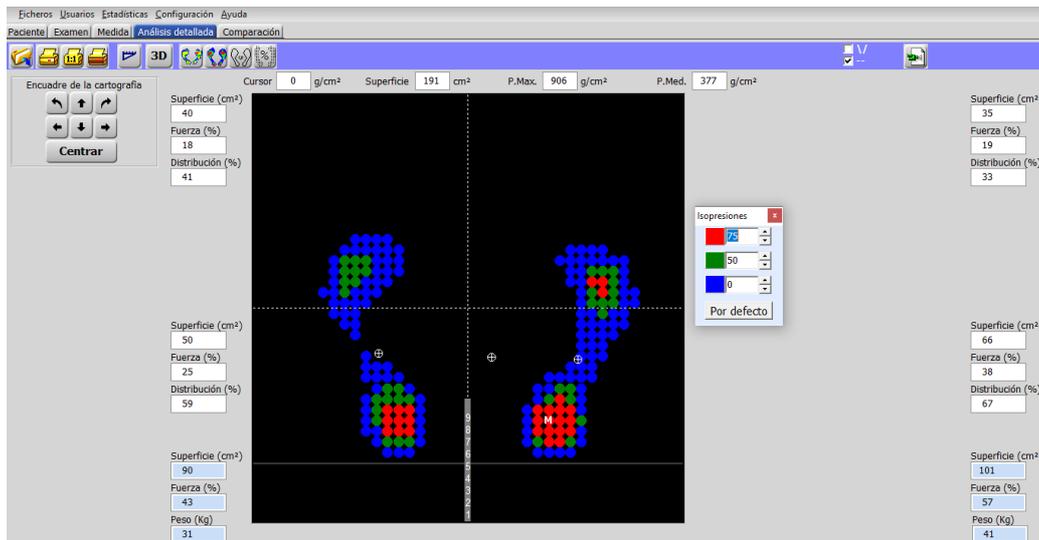


Figura 27- Imagem representativa de distribuição plantar em 2D

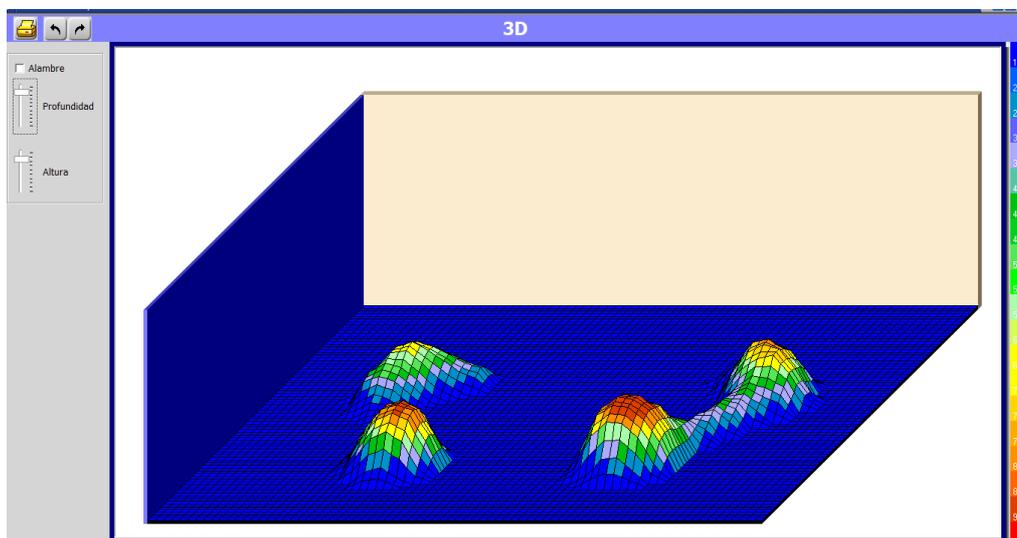


Figura 28- Imagem representativa de distribuição plantar em 3D

De forma a garantir que a imagem representativa resultante do apoio estático fosse construída num período estável, primeiramente o participante subiu e adaptou-se à plataforma até estabilizar a sua posição. Após esta adaptação é iniciada a recolha de dados que é o resultado da sequência das 25 imagens.

Relativamente ao apoio dinâmico, visto o participante estar em movimento foi necessário numa primeira fase realizar o movimento algumas vezes à prior de forma a que no



momento da medição este fosse o mais natural possível. Nesta fase foi também necessário treinar o participante de forma a que o olhar fosse sempre dirigido para a frente e não para o solo, o que inconscientemente altera a passada de forma a pisar dentro da plataforma o que resulta em medições afastadas da realidade. Para o apoio dinâmico, foram efetuadas sequências de 30 imagens para cada apoio, sendo o resultado final uma imagem representativa dos valores máximos do pico de pressão medido por cada sensor.

Para ambas as etapas, em simultâneo com a imagem representativa é dada a indicação do valor médio das pressões, o valor e localização do pico de pressão máximo (valor mais alto medido por um dos sensores da plataforma) e a área de contacto. Também é indicada a área de contacto de cada pé e a distribuição de massa e força exercida pelo participante para cada um dos pés (Figura 29).

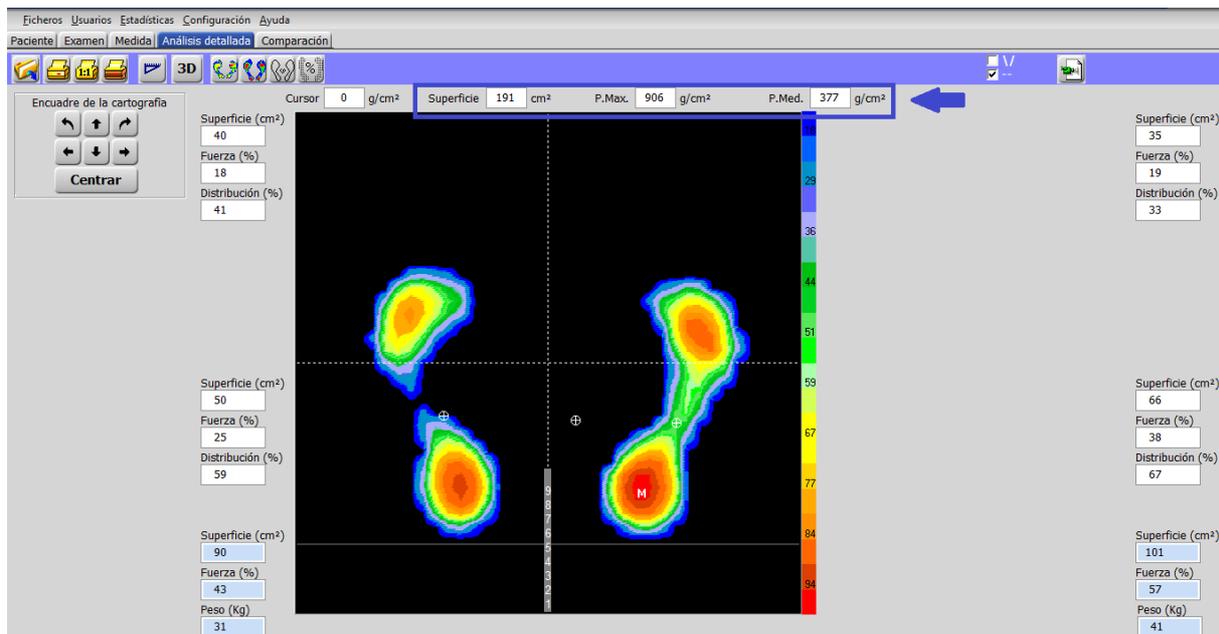


Figura 29- Imagem representativa de uma medição de distribuição plantar

Não existe atualmente uma tabela com valores de referência que sirva como uma fonte de comparação, podendo isto ser justificado recorrendo à fórmula matemática da pressão. Sabendo que a pressão<sup>2</sup> corresponde à força exercida a dividir pela superfície de contacto e que neste caso a força exercida se resume ao Peso corporal<sup>3</sup>, então é possível afirmar que se por um lado existem valores de peso comuns a vários indivíduos (variação da massa mas força gravitacional constante), o mesmo não se pode dizer no que toca à superfície de contacto (tamanho e tipologia de pés variados, gerando assim inúmeros valores de



área/superfície distintos), levando por isso a que não hajam valores de referência para a pressão plantar.

$$(2) \text{ PRESSÃO} = \frac{\text{FORÇA}}{\text{SUPERFÍCIE}_{\text{CONTACTO}}} \quad \text{sendo que neste caso } \text{FORÇA} = \text{PESO}_{\text{CORPORAL}}$$

$$(3) \text{ PESO}_{\text{CORPORAL}} = \text{MASSA} * \text{FORÇA}_{\text{GRAVITACIONAL}}$$

Como tal, utilizaram-se os valores obtidos na posição ortostática de cada indivíduo para comparação com os valores obtidos nas restantes posições pelo mesmo indivíduo.

Para o registo dos valores obtidos em teste foi utilizada uma tabela (Tabela 1), na qual foi registada a informação pessoal do participante e os valores de pressão e área de contacto obtidos para cada posição/movimento.

Tabela 1 - Exemplo da tabela utilizada para o registo das informações pessoais e dos valores dos parâmetros plantares.

Nome	Idade	Nº Calçado	Peso	Altura	Profissão	Ensaio	Parâmetros	Posição/Movimento							
								Pos. Ortostática	Pos. Ortostática c/ flex. Plantar	Ag. Apoio duplo	Ag. Apoio Simples		Marcha		
											PE	PD	PE	PD	
Participante 1	23	41	56	179	Investigador	1º	P. Pressão (g/cm²)	950	R	1317	1349	1942	1561	2045	1973
							M. Pressão (g/cm²)	334		438	448	796	628	1092	1070
							A. contacto (cm²)	169		129	126	71	90	100	117
							P.P. Total (g)	56446		56502	56448	56516	56520	109200	125190
						2º	P. Pressão (g/cm²)	938	R	1178	1119	1651	1539	2232	3011
							M. Pressão (g/cm²)	355		398	459	698	681	1171	1178
							A. contacto (cm²)	159		142	123	81	83	114	105
							P.P. Total (g)	56445		56516	56457	56538	56523	133494	123690
						3º	P. Pressão (g/cm²)	954	R	883	1031				
							M. Pressão (g/cm²)	327		384	419				
							A. contacto (cm²)	173		147	135				
							P.P. Total (g)	56571		56448	56565				
						4º	P. Pressão (g/cm²)	885	R	1021	1018				
							M. Pressão (g/cm²)	345		395	412				
							A. contacto (cm²)	164		143	137				
							P.P. Total (g)	56580		56485	56444				



## 5.2 Testes Antropométricos

### 5.2.1 Amostra

A população abrangida por este estudo foi composta por um número representativo de participantes saudáveis em condições de atividade/trabalho físico. Foi tido em consideração se o participante tinha problemas ortopédicos e/ou neurológicos e se tinha ou já teve alguma lesão que pudesse influenciar a normal distribuição do peso corporal.

Para o cálculo da dimensão de uma amostra que se pretende que seja estatisticamente significativa, utilizar-se-á a estimativa do intervalo para a média da distribuição normal sendo que para tal deverá considerar-se apenas uma dimensão antropométrica (Miguel et al., 2002). A dimensão escolhida, foi o comprimento do pé (Figura 30a), dado que esta medida é a maior das dimensões antropométricas em estudo e por isso a mais crítica em termos do erro considerado.

Para o efeito, definiu-se que o nível de confiança desejado (NC) desejado será de 95%.

Recorrendo à ISO 15535:2012 o número de observações necessárias (N), considerando determinado nível de confiança (NC), foi obtido da seguinte forma:

$$(4) N = \frac{1,96 * CV}{\alpha} * 1,534^2$$

sendo que:

- 1,96 é o valor de Z para um nível de significância de 5%;
- $\alpha$  é a percentagem de precisão desejada;
- CV é o coeficiente de variação e calcula-se:  $CV = \frac{SD}{\bar{x}} * 100$ ;
  - SD é o desvio padrão da população relativamente à medida corporal em estudo;
  - $\bar{x}$  é a média da população para a medida corporal em estudo.

A população abrangida por este estudo foi composta por 15 indivíduos, dos quais 9 homens e 6 mulheres, com idades compreendidas entre os 19 e os 57 anos e uma média resultante de 32,6 anos de idade. O tamanho médio de calçado desta amostra é de 40,2, o peso médio é 68,5 kg e a altura média é 170,9 cm. Tendo em conta o número de participantes para validação da metodologia, para a qual se pretende um nível de confiança de 95% e



sabendo que o coeficiente de variação é de 32,9% (Tabela 2), então o número de observações (N) ainda necessárias para atingir o nível de confiança desejado é de 160.

Tabela 2- Média, desvio padrão e coeficiente de variação para a medida definida para referência

Comprimento (cm)		
	Pé Esquerdo	Pé Direito
Média	25,4	25,4
Desvio Padrão	8,4	8,3
Coeficiente de variação	32,9	32,8

### 5.2.2 Questões éticas

Os participantes foram inicialmente familiarizados, esclarecidos e informados dos objetivos do estudo e dos procedimentos que foram adotados para a recolha de dados na atividade prática em questão. Cada participante preencheu um inquérito e assinou um termo de consentimento livre e informado (anexo IV) através do qual concordaram com os termos apresentados. A identidade de cada participante foi preservada e mantida confidencial, sendo por isso representados por um número de 0 a 15.

### 5.2.3 Medidas antropométricas relevantes para o estudo

Para que estes testes sejam corretamente realizados e produzam resultados de acordo com o que se procura obter, é necessário definir à partida quais as medições a fazer e compreender a influência de cada uma e respetivas especificidades.

Assim, foram recolhidas 6 medidas diferentes:

- 1) Comprimento do pé (Figura 30**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**a) – distância paralela ao eixo longo do pé, do ponto mais extremo do calcanhar até a ponta do dedo mais longo (medida obtida recorrendo às linhas auxiliares ilustradas) (Pheasant & Haslegrave, 2006);
- 2) Largura do pé (Figura 30**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**b) – largura horizontal máxima, ao longo do pé, perpendicular ao eixo longo (Pheasant & Haslegrave, 2006);
- 3) Perímetro na cabeça dos metatarsos (Figura 30c) – distância entre a lateral da cabeça do primeiro metatarso e o quinto metatarso;



- 4) Largura do calcanhar (Figura 30d) – distância entre a extremidade lateral esquerda do calcanhar à extremidade lateral direita;
- 5) Altura do peito do pé (Figura 31e) – distância desde o ponto mais elevado do peito do pé ao chão;
- 6) Perímetro do tornozelo (Figura 31f) – perímetro da secção transversal do tornozelo, passando pela região da face superior da tróclea do tálus e pelos pontos mais proeminentes dos maléolos medial e lateral (Menin, 2009);

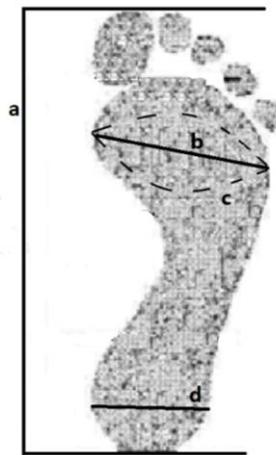


Figura 30 - Ilustração das medidas a), b), c) e d) pretendidos

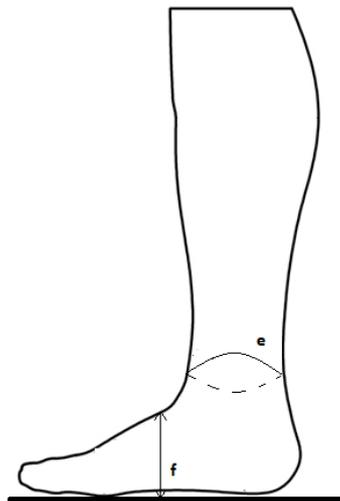


Figura 31- Ilustração das medidas e) e f).

#### 5.2.4 Protocolo experimental

A obtenção das medidas antropométricas foi feita recorrendo ao método direto - também conhecido por método manual - sendo que para tal foi necessária uma régua, fita métrica, marcador e folhas de papel A4.



Após todo o material estar preparado deu-se início aos procedimentos para a realização do teste. Primeiro foi explicado o que iria ser feito e foi pedido ao participante para preencher o termo de consentimento livre e um formulário com as informações pessoais.

Pedi-se ao participante para retirar o seu calçado - se possível apresentar-se sem meias - e colocar o pé direito em cima da folha de papel branca. Contornou-se o pé com um marcador sempre em posição perpendicular ao solo e de seguida com uma fita métrica mediu-se o perímetro do antepé e o perímetro da perna logo a seguir ao tornozelo e com uma régua mediu-se a altura no ponto mais elevado do peito do pé (Figura 32) . Pedi-se ao participante que retirasse o pé da folha de papel branca e com uma régua mediu-se o comprimento do pé (a). De seguida traçou-se uma linha reta (b) desde a lateral da cabeça do primeiro metatarso ao quinto metatarso e mediu-se assim a largura do pé. Por fim traçou-se uma linha reta (d) desde uma lateral do calcanhar à outra lateral e obteve-se a largura do calcanhar.

Repetiu-se o procedimento para o pé esquerdo.



*Figura 32- Procedimento experimental para determinação de medidas antropométricas do pé.*

#### 5.2.5 Metodologia para análise de dados

Cada medição contribuiu para a construção de uma tabela de dados com a qual foi possível fazer uma análise recorrendo ao StatView 5.0 (SAS Institute Inc., US).

### 5.3 Análise estatística

A preparação das matrizes de dados foi feita usando o programa Microsoft Excel. Estas foram depois exportadas para o programa StatView 5.0 (SAS Institute Inc., US), onde foi feito o tratamento estatístico. Este consistiu na realização de uma análise estatística descritiva, modelos de regressão polinomial e matrizes de correlação



O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) é utilizado para exprimir a associação linear existente entre variáveis diferentes, sendo possível categorizar de acordo com o seu valor. Se  $r > 0.9$  indica uma correlação muito forte, se  $0.7 < r < 0.9$  indica uma correlação forte, se  $0.5 < r < 0.7$  indica uma correlação moderada, se  $0.3 < r < 0.5$  indica uma correlação fraca, se  $0 < r < 0.3$  indica uma correlação desprezível, sendo isto válido para valores positivos e negativos. Se o valor igualar 1 então a relação entre as variáveis em estudo é excelente (Mukaka, 2012).



## 6. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Testes de pressão plantar

O índice de massa corporal (IMC) é uma medida internacional utilizada para calcular o peso ideal de uma pessoa, uma vez que permite avaliar do nível de gordura de cada pessoa.

Desta forma concluiu-se que 56,7 % da amostra se encontra num intervalo saudável de peso, enquanto que por sua vez 43% não se encontra dentro do intervalo de peso recomendado, sendo que destes, 3% encontra-se abaixo e 40% acima do peso recomendado (Tabela 3).

*Tabela 3 - Caracterização do Índice de Massa Corporal da amostra estudada.*

	IMC
Média	24,58
Mínimo	17,48
Máximo	32,28

#### 6.1.1 Pico de pressão

O pico de pressão é o valor máximo medido pelo sensor de pressão. Foi associado a este valor o local onde é exercido este pico de pressão (antepé, mediopé ou retropé) para o caso da posição ortostática. Constatou-se que os valores de pressão são naturalmente maiores para o antepé e o retropé, sendo que para o mediopé se verificou a existência de valores consideravelmente mais baixos.

Para os valores de pico de pressão (PP) para a posição ortostática simples constatou-se que o valor médio do PP foi de 809,3 g/cm<sup>2</sup>, o mínimo foi 561,3 g/cm<sup>2</sup> e o valor máximo obtido foi de 993 g/cm<sup>2</sup> tendo sido também possível confirmar a inexistência de relação entre o peso e o valor do PP, dado terem sido obtidos valores de PP em alguns casos superiores para pessoas com menor peso (Tabela 4). Relativamente à localização do valor de PP, constatou-se que em 74,2% dos casos este se situava no retropé, ao passo que apenas em 25,8% dos casos este se localizava no antepé.

Para a posição ortostática com flexão plantar, obteve-se conforme o esperado, valores consideravelmente mais elevados para o PP uma vez que o peso se encontrava todo



concentrado no antepé. Como tal obteve-se um valor máximo de PP para a amostra em estudo de 1969,3 g/cm<sup>2</sup>, um valor mínimo de 913 g/cm<sup>2</sup> e um valor médio de 1308,2 g/cm<sup>2</sup>.

Tabela 4- Valores de Pico de Pressão e respetiva localização para as posições ortostática e ortostática simples.

Ensaio	Posição ortostática				
	Simples			Com flexão plantar	
	PP (g/cm <sup>2</sup> )	Erro padrão	Localização	PP (g/cm <sup>2</sup> )	Erro padrão
Média	809,3	21,4		1308,2	49,8
Mínimo	561,3			913	
Máximo	993			1969,3	
Localização - Retropé (%)			74,2		
Localização - Antepé (%)			25,8		

Para as posições agachamento com apoio duplo e agachamento com apoio simples (Tabela 5) obtiveram-se valores superiores de PP relativamente à posição ortostática. Para o agachamento com apoio duplo o valor médio foi de 1179,7 g/cm<sup>2</sup>, o mínimo foi 557,3g/cm<sup>2</sup> e o valor máximo obtido foi de 2021,5 g/cm<sup>2</sup>. No caso do agachamento com apoio simples obtivemos um valor médio de 1447,4 g/cm<sup>2</sup> para o pé esquerdo e de 1416,4 g/cm<sup>2</sup> para o pé direito. Foram ainda encontrados, os valores máximos de 2048 g/cm<sup>2</sup> para o pé esquerdo e 2061 g/cm<sup>2</sup> para o pé direito e valores mínimos de 1447,4 g/cm<sup>2</sup> para o pé esquerdo e 1416,4 g/cm<sup>2</sup> para o pé direito.

Tabela 5 - Valores de Pico de Pressão para as posições agachamento simples e agachamento duplo

Ensaio	Agachamento apoio duplo		Pé esquerdo	Pé direito
	PP (g/cm <sup>2</sup> )	Erro padrão	PP (g/cm <sup>2</sup> )	PP (g/cm <sup>2</sup> )
Média	1179,7	69,1	1447,4	1416,4
Mínimo	557,3		1098,5	952
Máximo	2021,5		2048	2061

Para a marcha foram obtidos os valores de pico de pressão plantar mais elevados de todo o teste e por isso superiores aos obtidos na posição ortostática, podendo isto ser justificado com o facto de ao ser um movimento dinâmico a marcha ter outras forças associadas para além do peso do participante. Assim, o valor médio, mínimo e máximo de PP para o pé esquerdo foi de 2117,6 g/cm<sup>2</sup>, 1323 g/cm<sup>2</sup>, 2919,5 g/cm<sup>2</sup> respetivamente, enquanto



que para o pé direito foram 2076,2 g/cm<sup>2</sup>, 1583,5 g/cm<sup>2</sup>, 2972,5 g/cm<sup>2</sup> respetivamente (Tabela 6).

Tabela 6- Valores de Pico de Pressão para a marcha

Ensaio	Pé esquerdo	Pé direito
	PP (g/cm <sup>2</sup> )	PP (g/cm <sup>2</sup> )
Média	2117,6	2076,2
Mínimo	1323	1583,5
Máximo	2919,5	2972,5

### *Coeficiente de correlação de Pearson*

O coeficiente de correlação de Pearson permite aferir o nível de associação entre diferentes variáveis. Conforme é possível verificar na Tabela 7, apenas entre o IMC e o PP na posição ortostática com flexão plantar existe um valor de correlação ( $r$ ) considerado moderado, sendo que para todos os restantes,  $r$  assume valores considerados fracos ou desprezíveis.

Tabela 7-Grau de correlação obtido através da Matriz do Coeficiente de Pearson, representado pelo valor de  $\rho$  e respetiva direção (positiva ou negativa), verificado entre os valores do pico de pressão.

Matriz de correlação de Pearson							
	Posição ortostática		Com agachamento apoio duplo	Agachamento apoio simples		Marcha	
	Simples	Com flexão plantar		Pé esquerdo	Pé direito	Pé esquerdo	Pé direito
	PP	PP		PP	PP	PP	PP
Idade	0,02	-0,03	-0,11	0,05	0,04	-0,13	-0,05
Tamanho calçado	0,31	0,5	0,16	0,02	-0,03	0,21	0,15
Altura	0,36	0,44	-0,02	0,04	0,02	0,21	-0,08
Peso	0,36	0,44	-0,02	0,04	0,02	0,24	0,23
IMC	0,05	0,59	0,14	-0,34	-0,36	0,35	0,18

Dada a inexistência de uma base de dados que servisse de comparação aos valores obtidos, optou-se por utilizar a posição ortostática como modelo de referência para os valores obtidos nos restantes parâmetros. Desta forma, verificou-se que os valores de pico de pressão



na posição ortostática são consideravelmente menores do que nas restantes posições, fruto da melhor distribuição de pressão que existe na mesma (Tabela 8).

Tabela 8- Matriz variação do Pico de Pressão entre a Posição Ortostática Simples e as restantes posições. Legenda: POS – Posição Ortostática Simples; POFP – Posição Ortostática com Flexão Plantar; PAAD – Posição Agachamento com apoio duplo; PAAS – Posição agachamento com apoio simples.

Matriz Variação Pico de Pressão						
	POS vs POFP	POS vs PAAD	POS vs PAAS - Pé Esquerdo	POS vs PAAS - Pé Direito	POS vs Marcha - Pé Esquerdo	POS vs Marcha - Pé Direito
Varição Média	-498,9	-370,4	-638,1	-607,1	-1308,3	-1266,9

Recorrendo aos resultados obtidos na Tabela 9 é possível concluir que a localização do PP não está relacionado com os valores obtidos, isto é, o facto de o PP se localizar no antepé não significa que os valores serão necessariamente superiores ou inferiores relativamente às situações em que este se localiza no retropé.

Tabela 9 - Matriz relação entre Pico de Pressão e a respetiva localização na posição ortostática

Matriz relação PP vs Localização		
	Localização	
	Antepé (A)	Retropé (R)
Média PP (g/cm <sup>2</sup> )	807,839	809,764
Erro padrão	24,836	12,995

### 6.1.2 Pressão média

A pressão média é o valor médio de pressão, tendo em conta os valores obtidos para todos os pontos e momentos. A área de contacto representa a superfície total utilizada pelo pé aquando o contacto com o solo, sendo por isso um parâmetro com influência direta nos valores de pressão média.

Para os valores de pressão média (PM) para a posição ortostática simples constatou-se que o valor médio da PM foi de 370,0 g/cm<sup>2</sup>, o mínimo foi 298,2 g/cm<sup>2</sup> e o valor máximo obtido foi de 458,5 g/cm<sup>2</sup>. No que toca à área de contacto (AC) o valor médio fixou-se nos 193,5 cm<sup>2</sup>, o valor mínimo nos 129,8 cm<sup>2</sup> e valor máximo nos 254,0 cm<sup>2</sup>.

Para a posição ortostática com flexão plantar o valor médio foi 500,3 g/cm<sup>2</sup>, o valor mínimo foi 401,5 g/cm<sup>2</sup> e o valor máximo foi 670,8 g/cm<sup>2</sup>, sendo que para esta obtiveram-se valores de área de contacto menores tal como esperado. Assim, o valor médio da área de



contacto (AC) foi 145,0 cm<sup>2</sup>, o valor mínimo foi 113,5 cm<sup>2</sup> e o valor máximo obtido foi 206,5 cm<sup>2</sup> (Tabela 10).

Tabela 10 - Valores de Pressão média e área de contacto para as posições ortostática e ortostática simples

Ensaio	Posição ortostática							
	Simples				Com flexão plantar			
	PM (g/cm <sup>2</sup> )	Erro padrão	área contacto (cm <sup>2</sup> )	Erro padrão	PM (g/cm <sup>2</sup> )	Erro padrão	área contacto (cm <sup>2</sup> )	Erro padrão
Média	370,0	7,5	193,5	5,6	500,3	11,8	145,0	3,6
Mínimo	298,2		129,8		401,5		113,5	
Máximo	458,5		254,0		670,8		206,5	

As posições de agachamento com apoio simples e com apoio duplo obtiveram valores de PM superiores à posição ortostática. Para o agachamento com apoio duplo o valor médio foi 481,2 g/cm<sup>2</sup>, o valor mínimo foi 284,5 g/cm<sup>2</sup> e o valor máximo foi 678,8 g/cm<sup>2</sup>. Relativamente aos valores de AC para esta posição, a média foi 158,3 cm<sup>2</sup>, o mínimo foi 92,0 cm<sup>2</sup> e o máximo foi 295,75 cm<sup>2</sup>. Para o agachamento com apoio simples, no caso do pé esquerdo, o valor médio foi 667,4 g/cm<sup>2</sup>, o valor mínimo foi 507,5 g/cm<sup>2</sup> e o valor máximo foi 831,0 g/cm<sup>2</sup>, por sua vez no caso do pé direito o valor médio foi 653,2 g/cm<sup>2</sup>, o valor mínimo foi 500,5 g/cm<sup>2</sup> e o valor máximo foi 869,0 g/cm<sup>2</sup>. A área de contacto para o agachamento com apoio simples para o pé direito teve um valor médio de 108,6 cm<sup>2</sup>, um mínimo de 68 cm<sup>2</sup> e um máximo de 144,0 cm<sup>2</sup>, enquanto para o pé esquerdo teve um valor médio de 111,0 cm<sup>2</sup>, um mínimo de 62,0 cm<sup>2</sup> e um máximo de 168,0 cm<sup>2</sup>.

Verificou-se desta forma não existirem diferenças relevantes no que ao valor de PM diz respeito entre ambos os pés de cada participante. No que toca à AC o valor médio fixou-se nos 145,0 cm<sup>2</sup>, o valor mínimo nos 113,5 cm<sup>2</sup> e valor máximo nos 206,5 cm<sup>2</sup> (Tabela 11).



Tabela 11 - Valores de Pressão média e área de contacto para o agachamento com apoio duplo e para o agachamento com apoio simples.

Ensaio	Agachamento apoio duplo			Agachamento apoio simples			
				Pé esquerdo		Pé direito	
	PM (g/cm <sup>2</sup> )	Erro padrão	área contacto (cm <sup>2</sup> )	PM (g/cm <sup>2</sup> )	área contacto (cm <sup>2</sup> )	PM (g/cm <sup>2</sup> )	área contacto (cm <sup>2</sup> )
Média	481,2	21,7	158,3	667,4	108,6	653,2	111,0
Mínimo	284,5		92,0	507,5	68,0	500,5	62,0
Máximo	678,8		295,8	831,0	144,0	869,0	168,0

Relativamente à marcha (Tabela 12), voltaram-se a obter os maiores valores, desta vez no caso da pressão média. Posto isto, para o pé esquerdo o valor médio de pressão foi 1113,1 g/cm<sup>2</sup>, o valor mínimo foi 802 g/cm<sup>2</sup> e o valor máximo foi 1415 g/cm<sup>2</sup>. Para o pé direito o valor médio foi 1119,4 g/cm<sup>2</sup>, o valor mínimo foi 541,5 g/cm<sup>2</sup> e o valor máximo foi 1794 g/cm<sup>2</sup>.

Tabela 12- Valores de Pressão média para a Marcha.

Ensaio	Pé esquerdo	Pé direito
	PM (g/ cm <sup>2</sup> )	PM (g/ cm <sup>2</sup> )
Média	1113,1	1119,4
Mínimo	802,0	541,5
Máximo	1415,0	1794,0

### *Coefficiente de correlação de Pearson*

Para a pressão média, a matriz de correlação de Pearson (Tabela 13) assume valores superiores relativamente ao Pico de Pressão, o que indica maior correlação entre variáveis. As variáveis Peso e IMC são as que globalmente apresentam correlações mais fortes com as áreas de contacto registadas para as diferentes posições, podendo constituir informação importante para a conceção de calçado, eventualmente por classes de peso. Existe também uma correlação moderada entre estes e a PM exercida pelo participante na posição ortostática simples e na posição ortostática com flexão plantar. A variável altura apresenta valores de correlação moderados com as áreas de contacto das diferentes posições. As variáveis Tamanho de calçado (nº) e Idade não apresentam valores de correlação com as restantes variáveis relevantes para o estudo.



Tabela 13- Matriz Coeficiente Correlação de Pearson para os valores de Pressão Média

Matriz de correlação de Pearson												
	Posição ortostática				Com agachamento apoio duplo		Agachamento apoio simples				Marcha	
	Simples		Com flexão plantar				Pé esquerdo		Pé direito		Pé esquerdo	Pé direito
	PM	área contacto	PM	área contacto	PM	área contacto	PM	área contacto	PM	área contacto	PM	PM
Idade	0,18	0,20	0,27	0,18	0,04	0,13	0,32	0,00	0,15	0,12	0,09	-0,18
Tamanho calçado	0,36	0,66	0,57	0,36	0,12	0,41	0,26	0,56	0,16	0,57	-0,08	-0,19
Altura	0,33	0,59	0,44	0,50	-0,05	0,48	0,35	0,43	0,22	0,45	-0,01	-0,09
Peso	0,50	0,79	0,71	0,66	0,11	0,54	0,14	0,79	0,03	0,82	0,10	-0,08
IMC	0,44	0,70	0,68	0,56	0,21	0,40	-0,03	0,79	-0,10	0,82	0,13	-0,06

A matriz de correlação de Pearson para as características dos participantes (Tabela 14) permite afirmar a existência de valores de correlação muito fortes entre a altura e o tamanho de calçado e valores de correlação fortes entre o tamanho de calçado e o peso e entre a altura e o peso.

Tabela 14- Matriz Coeficiente Correlação de Pearson para as características

Matriz de correlação de Pearson					
	Idade	Tamanho calçado (nº)	Altura (cm)	Peso (kg)	IMC
Idade		0,05	0,07	0,27	0,33
Tamanho calçado (nº)	0,05		0,90	0,78	0,49
Altura (cm)	0,07	0,90		0,71	0,32
Peso (kg)	0,27	0,78	0,71		0,89
IMC	0,33	0,49	0,32	0,89	



## 6.2 Testes Antropométricos

Tendo em conta os valores obtidos, obtiveram-se valores médios para as diferentes medidas iguais para ambos os pés (Tabela 15). Assim o valor médio do comprimento do pé foi 25,4 cm, da largura do pé foi 9,8 cm, do perímetro do antepé foi 23,3 cm, do perímetro do tornozelo foi 22,1 cm, da altura do peito do pé foi 7,0 cm e da largura do calcanhar foi 6,0 cm. Por fim, é necessário ressaltar que dado as reduzidas dimensões da amostra, não houve uma separação de valores por género, o que poderia resultar num menor coeficiente de variação o que por sua vez resultaria num número de observações necessárias para a amostra mais pequeno.

Tabela 15- Valores obtidos para as medições antropométricas

Ensaio	Parâmetros		
		Pé Esquerdo	Pé Direito
média	Comprimento do pé	25,4	25,4
	Largura do pé	9,8	9,8
	Perímetro do antepé	23,3	23,4
	Perímetro do tornozelo	22,1	22,0
	Altura do peito do pé	7,0	7,0
	Largura do calcanhar	6,0	6,0



## 7. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO

### 7.1 Conclusões

Com a realização da presente dissertação foi possível recolher para ambos os tipos de apoio - estático e dinâmico - e para dos diferentes parâmetros pretendidos – pico de pressão, média de pressões, pressão plantar total e área de contacto - os valores de pressão plantar para as diferentes posições previamente identificadas como relevantes para o estudo. Foi também possível concluir que para obter uma estimativa dos valores médios dos parâmetros plantares considerados é suficiente, quer para o apoio estático quer para o apoio dinâmico, extrair o seu valor a partir da imagem média alinhada e disponibilizada pelo software.

Verificou-se que apenas entre o IMC e o PP e o PM na posição ortostática com flexão plantar existe um valor de correlação considerado moderado, sendo que para todos os restantes o coeficiente de correlação assumiu valores considerados fracos ou desprezíveis. Este conhecimento poderá no futuro levar à conceção de calçado por classes de peso.

Dado a inexistência de uma base de dados que servisse de comparação aos valores obtidos e utilizando posição ortostática como referência concluiu-se que os valores de pico de pressão na posição ortostática são consideravelmente menores relativamente às restantes, fruto da melhor distribuição de pressão que existe na mesma. Concluiu-se ainda que os valores de pico de pressão obtidos não estão relacionados com a localização do mesmo.

No caso da pressão média verificou-se, que as variáveis Peso (kg) e IMC apresentam correlações fortes e correlações moderadas com as áreas de contacto para as diferentes posições.

Com esta dissertação foi ainda possível validar a metodologia inicialmente proposta para recolha de dados antropométricos relativos ao pé humano.

Como conclusão final, a metodologia utilizada permitiu caracterizar a dinâmica da pressão plantar durante o movimento do trabalhador. O plano traçado foi cumprido, sendo os objetivos estabelecidos alcançados.

Como limitações, esta dissertação apresenta, especialmente no caso da validação da metodologia de recolha de dados antropométricos, uma amostra de reduzidas dimensões e como tal deve ser aumentada para melhores e mais conclusões.



## 7.2 Perspetivas de trabalho futuro

Como perspetivas de trabalho futuro apresentam-se as seguintes sugestões:

- (1) Aumentar a amostra, se possível incluindo mais elementos do sexo feminino;
- (2) Alargar o estudo a outros parâmetros plantares, entre os quais o centro de pressão;
- (3) Com a metodologia desenvolvida nesta tese, estudar o efeito da introdução de pontos de apoio diferenciados nas palmilhas do calçado a desenvolver
- (4) Complementar este estudo com uma análise de marcha detalhada recorrendo ao sistema Vicon Motion Capture System.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bähler, A. (1986). The Biomechanics of the Foot CHARACTERISTICS OF THE FOOT. In *Clinical Prosthetics and Orthotics* (pp. 8–14). Retrieved from [http://www.oandplibrary.org/cpo/pdf/1986\\_01\\_008.pdf](http://www.oandplibrary.org/cpo/pdf/1986_01_008.pdf)
- Blogfisioterapia. (2018). Anatomia do Pé: Tudo que Você Precisa Saber Sobre Esta Região. Retrieved October 11, 2019, from <https://blogfisioterapia.com.br/anatomia-do-pe/>
- Brendler, C. F., & Teixeira, F. G. (2016). Método para obtenção de medidas antropométricas utilizando um digitalizador 3D de baixo custo. *Design e Tecnologia*, 6(11), 53. <https://doi.org/10.23972/det2016iss11pp53-67>
- Castro, F. M. (2007). *ESTUDO BAROPODOMÉTRICO DE PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2* (Universidade de Fortaleza). Retrieved from <https://uol.unifor.br/oul/conteudosite/F106634190/Dissertacao.pdf>
- Cavanagh, P. R., & Rodgers, M. M. (1987). The arch index: A useful measure from footprints. *Journal of Biomechanics*, 20(5), 547–551. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(87\)90255-7](https://doi.org/10.1016/0021-9290(87)90255-7)
- Chaitow, L., & DeLany, J. (2011). *Clinical application of neuromuscular techniques. Volume 2, The lower body*. Retrieved from [https://books.google.pt/books?id=AqTlaSzCbwkC&pg=PA83&lpg=PA83&dq=kapandji+human+walk&source=bl&ots=CqwUBrJy65&sig=ACfU3U2QFz21znZR9bTE7Rgk9TIBuYnjJw&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwiX1\\_H-gZzIAhX58eAKHc3wC7AQ6AEwCnoECACQAQ#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?id=AqTlaSzCbwkC&pg=PA83&lpg=PA83&dq=kapandji+human+walk&source=bl&ots=CqwUBrJy65&sig=ACfU3U2QFz21znZR9bTE7Rgk9TIBuYnjJw&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwiX1_H-gZzIAhX58eAKHc3wC7AQ6AEwCnoECACQAQ#v=onepage&q&f=false)
- Collado, S. (2002). *ANÁLISIS DE LA MARCHA HUMANA CON PLATAFORMAS DINAMOMÉTRICAS. INFLUENCIA DEL TRANSPORTE DE CARGA*. (UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID). Retrieved from <https://eprints.ucm.es/4401/1/T26266.pdf>
- Comité Europeu da normalização. (2012). 15535.
- Cotoros, D., Baritz, M., & Stanciu, A. (2011). Conceptual Analysis of Correspondence between Plantar Pressure and Corrective Insoles. *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*, 5. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/0681/09a214296a12fe9d6ed9edcdfdb0fbf01a8d.pdf>
- da Fonseca, D. B. (2017). *Registo e análise da distribuição plantar na identificação de parâmetros associados à biomecânica do pé* (Instituto Superior de Engenharia de Coimbra). Retrieved from <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/18999/1/Daniela-Bregas-Fonseca.pdf>
- Fregonesi, C. E., & Regina De Camargo, M. (2010). *Parâmetros da marcha em portadores de diabetes mellitus Gait parameters in patients with diabetes mellitus*. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/rbcdh/v12n2/a11v12n2.pdf>
- Hospital da Luz. (2019). Índice de massa corporal (IMC): como calcular? Retrieved October 7, 2019, from <https://www.hospitaldaluz.pt/pt/guia-de-saude/saude-e-bem-estar/53/indice-massa-corporal-imc-calcular>
- Hughes, J., Pratt, L., Linge, K., Clark, P., & Klenerman, L. (1991). Reliability of pressure measurements: the EM ED F system. *Clinical Biomechanics*, 6(1), 14–18. [https://doi.org/10.1016/0268-0033\(91\)90036-P](https://doi.org/10.1016/0268-0033(91)90036-P)
- Menin, M. (2009). *ANTROPOMETRIA DAS EXTREMIDADES DOS MEMBROS INFERIORES DE OBESOS: PARÂMETROS PARA O DESIGN ERGONÔMICO DE CALÇADOS*. Retrieved from [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/89694/menin\\_m\\_me\\_bauru.pdf](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/89694/menin_m_me_bauru.pdf)



?sequence=1

- Miguel, A. S., da Costa, L. F. G., Arezes, P., Barroso, M., & Cordeiro, P. (2002). *Estudo Antropométrico da População Portuguesa 3ª parte*. Guimarães.
- Moore, K. L., Dalley II, A. F., & Agur, A. M. R. (2012). *Anatomia orientada para a clínica*. Rio de Janeiro.
- Mukaka, M. M. (2012). Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal: The Journal of Medical Association of Malawi*, 24(3), 69–71. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23638278>
- Nigg, B. M., MacIntosh, B. R., & Mester, J. (Joachim). (2000). *Biomechanics and biology of movement*. Retrieved from [https://books.google.pt/books?id=1BG78utt6VUC&pg=PR15&lpg=PR15&dq=kapandji+human+walk&source=bl&ots=zUxuV9YOXB&sig=ACfU3U1Hj68XlrJSUvefl3Df6AUTYXJKng&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwiX1\\_H-gZzIAhX58eAKHc3wC7AQ6AEwF3oECAgQAQ#v=onepage&q=kapandji human walk&f=f](https://books.google.pt/books?id=1BG78utt6VUC&pg=PR15&lpg=PR15&dq=kapandji+human+walk&source=bl&ots=zUxuV9YOXB&sig=ACfU3U1Hj68XlrJSUvefl3Df6AUTYXJKng&hl=pt-PT&sa=X&ved=2ahUKEwiX1_H-gZzIAhX58eAKHc3wC7AQ6AEwF3oECAgQAQ#v=onepage&q=kapandji human walk&f=f)
- Norkin, C., & Levangie, P. (2005). *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis Fourth Edition*. Retrieved from <http://the-eye.eu/public/Books/BioMed/Joint Structure And Function - A Comprehensive Analysis 4th ed - P. Levangie%2C C. Norkin %28FA Davis%2C 2005%29 WW .pdf>
- Orlin, M., & McPoil, T. (2000). Plantar Pressure Assessment. *Physical Therapy*, 80. Retrieved from [https://watermark.silverchair.com/ptj0399.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW\\_Ercy7Dm3ZL\\_9Cf3qfKAc485ysgAAAkAwggI8BgkqhkiG9w0BBwaggItMIICkQIBADCCaiIGCSqGSIB3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQMLauDcjOrwR4TQC1NAgEQgIIB85rZdKTePbNrnogtx77YEomCc5KGpNZe5TGeRtau0LLEFQY](https://watermark.silverchair.com/ptj0399.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAkAwggI8BgkqhkiG9w0BBwaggItMIICkQIBADCCaiIGCSqGSIB3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQMLauDcjOrwR4TQC1NAgEQgIIB85rZdKTePbNrnogtx77YEomCc5KGpNZe5TGeRtau0LLEFQY)
- Perabo, C. (2016). How do force sensitive resistor (FSR sensor) work? | CAPLINQ Blog. Retrieved September 24, 2019, from [https://www.caplinq.com/blog/force-sensitive-resistor-fsr-sensor\\_1638/](https://www.caplinq.com/blog/force-sensitive-resistor-fsr-sensor_1638/)
- Pheasant, S., & Haslegrave, C. (2006). *Bodyspace: anthropometry, ergonomics and the design of work* (second). London: Taylor & Francis.
- Preedy, V. R. (Ed.). (2012). *Handbook of Anthropometry: Physical Measures of Human Form in Health and Disease* - Google Livros. Retrieved from <https://books.google.pt/books?id=DHVjQRuT4AEC&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>
- Putti, A. B., Arnold, G. P., Cochrane, L. A., & Abboud, R. J. (2008). Normal pressure values and repeatability of the Emed® ST4 system. *Gait & Posture*, 27(3), 501–505. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.06.009>
- Razak, A. H. A., Zayegh, A., Begg, R. K., & Wahab, Y. (2012). Foot Plantar Pressure Measurement System: A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 12(7), 9884. <https://doi.org/10.3390/S120709884>
- Rico, C. L. (2014). *MARCHA NORMAL E PATOLÓGICA: ESTUDO TEÓRICO E EXPERIMENTAL DE UMA ORTÓTESE DE TORNOZELO E PÉ* (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Retrieved from [https://web.fe.up.pt/~tavares/downloads/publications/teses/MSc\\_Cristian\\_Rico.pdf](https://web.fe.up.pt/~tavares/downloads/publications/teses/MSc_Cristian_Rico.pdf)
- Roebuck, J., & Kroemer, W. G. T. (1976). *Engineering anthropometry methods*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Rosário, J. L. P. (2014). A review of the utilization of baropodometry in postural assessment. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 18(2), 215–219.



- <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2013.05.016>
- Rosenbaum, D., & Becker, H.-P. (1997). Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. *Foot and Ankle Surgery*, 3(1), 1–14. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9584.1997.00043.x>
- Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1992). *Human Factors in Engineering and Design*. McGraw-Hill Publishing Co.
- Shimazaki, Y., & Murata, M. (2015). Effect of gait on formation of thermal environment inside footwear. *Applied Ergonomics*, 49, 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.01.007>
- SPODOS - Foot Science Center. (2017). *The foot in work context*. 23.
- Standring, S. (Ed.). (2016). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice* (41st ed.). Retrieved from file:///C:/Users/Afonso/Downloads/Gray's Anatomy 41 Ed 2016 (1).pdf
- T. Hansen, J. (2019). *Netter Anatomia Clínica* (4th ed.). Elsevier - Health Sciences Division.
- Tábuas, C. (2012). *Análise da Pressão Plantar para fins de Diagnóstico* (Faculdade de Engenharia do Porto). Retrieved from [https://web.fe.up.pt/~tavares/downloads/publications/teses/MSc\\_CarolinaTabuas.pdf](https://web.fe.up.pt/~tavares/downloads/publications/teses/MSc_CarolinaTabuas.pdf)
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2010). *Principles of anatomy and physiology*. Retrieved from [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=uNwfOPPYgKAC&oi=fnd&pg=PA922&dq=tortora,+G.+J.+%26+derrickson,+B.+H.+\(2008\).+Principles+of+anatomy&ots=8XD80HFXap&sig=ZEfdR-wWfKZmK-6MEDXcAtf\\_0cQ&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=uNwfOPPYgKAC&oi=fnd&pg=PA922&dq=tortora,+G.+J.+%26+derrickson,+B.+H.+(2008).+Principles+of+anatomy&ots=8XD80HFXap&sig=ZEfdR-wWfKZmK-6MEDXcAtf_0cQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Tsung, B. Y. S. (2004). Effectiveness of insoles on plantar pressure redistribution. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 41. Retrieved from [http://ira.lib.polyu.edu.hk/bitstream/10397/6814/1/Tsung\\_Insoles\\_Plantar\\_Pressure.pdf](http://ira.lib.polyu.edu.hk/bitstream/10397/6814/1/Tsung_Insoles_Plantar_Pressure.pdf)
- Urry, S. R., & Wearing, S. C. (2001). The accuracy of footprint contact area measurements: relevance to the design and performance of pressure platforms. *The Foot*, 11(3), 151–157. <https://doi.org/10.1054/foot.2001.0684>
- Waltrick, A. C. (1996). *Estudo das Características Antropométricas de i Escolares de 7 a 17 anos - Uma abordagem Longitudinal Mista e Transversal*. Retrieved from <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/76475/104549.pdf?sequence=1>





**ANEXO I – EXTRAÇÃO DOS PARÂMETROS PLANTARES DAS IMAGENS REPRESENTATIVAS OBTIDAS**

Nome	Idade	NºCalçado	Altura	Peso	Profissão	Ensaio	Parâmetros	Posição/Movimento							
								Pos. Ortostática		Pos. Ortostática c/ flex. Plantar	Ag. Apoio duplo	Ag. Apoio Simples		Marcha	
									R			PE	PD	PE	PD
Participante 1	32	41	170	72	Investigador	1º	P. Pressão (g/cm²)	558	R	1121	1223	1665	1238	2024	1806
							M. Pressão (g/cm²)	301		450	419	679	590	930	1082
							A. contacto (cm2)	239		160	172	106	122	151	157
							P.P. Total (g)	71939		72000	72068	71974	71980	140430	169874
						2º	P. Pressão (g/cm²)	562	R	1125	1072	1801	1216	1757	1836
							M. Pressão (g/cm²)	300		486	479	686	605	892	1027
							A. contacto (cm2)	240		148	168	105	119	159	153
							P.P. Total (g)	72000		71928	80472	72030	71995	141828	157131
						3º	P. Pressão (g/cm²)	556	R	1295	1192				
							M. Pressão (g/cm²)	296		477	483				
							A. contacto (cm2)	243		151	149				
							P.P. Total (g)	71928		72027	71967				
						4º	P. Pressão (g/cm²)	569	R	1094	1399				
							M. Pressão (g/cm²)	296		439	493				
							A. contacto (cm2)	243		164	146				
							P.P. Total (g)	71928		71996	71978				
Participante 2	23	41	179	56	Investigador	1º	P. Pressão (g/cm²)	950	R	1317	1349	1942	1561	2045	1973
							M. Pressão (g/cm²)	334		438	448	796	628	1092	1070
							A. contacto (cm2)	169		129	126	71	90	100	117
							P.P. Total (g)	56446		56502	56448	56516	56520	109200	125190
						2º	P. Pressão (g/cm²)	938	R	1178	1119	1651	1539	2232	3011
							M. Pressão (g/cm²)	355		398	459	698	681	1171	1178
							A. contacto (cm2)	159		142	123	81	83	114	105
							P.P. Total (g)	56445		56516	56457	56538	56523	133494	123690
						3º	P. Pressão (g/cm²)	954	R	883	1031				
							M. Pressão (g/cm²)	327		384	419				
							A. contacto (cm2)	173		147	135				
							P.P. Total (g)	56571		56448	56565				
						4º	P. Pressão (g/cm²)	885	R	1021	1018				
							M. Pressão (g/cm²)	345		395	412				
							A. contacto (cm2)	164		143	137				
							P.P. Total (g)	56580		56485	56444				
Participante 3	24	38	161	53	Investigador	1º	P. Pressão (g/cm²)	852	R	1061	1265	1926	2269	1639	1918
							M. Pressão (g/cm²)	402		427	525	768	981	1056	1140
							A. contacto (cm2)	132		124	101	69	54	98	104
							P.P. Total (g)	53064		52948	53025	52992	52974	103488	118560
						2º	P. Pressão (g/cm²)	951	R	1128	1349	2170	1853	1640	1685
							M. Pressão (g/cm²)	421		442	457	791	757	1029	1047
							A. contacto (cm2)	126		120	116	67	70	99	96
							P.P. Total (g)	53046		53040	53012	52997	52990	101871	100512
						3º	P. Pressão (g/cm²)	983	R	1171	1307				
							M. Pressão (g/cm²)	417		457	465				
							A. contacto (cm2)	127		116	114				
							P.P. Total (g)	52959		53012	53010				
						4º	P. Pressão (g/cm²)	961	R	1029	890				
							M. Pressão (g/cm²)	396		427	361				
							A. contacto (cm2)	134		124	147				
							P.P. Total (g)	53064		52948	53067				



Participante 4	25	43	181	80	Instrutor de ginásio	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	753	A	1581	982	1726	1406	2222	1978
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	2359		537	365	769	678	1110	1073
							A. contacto (cm2)	223		149	219	104	118	128	138
							P.P. Total (g)	526057		80013	79935	79976	80004	142080	148074
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	808	A	1294	731	1322	1635	2146	2510
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	372		497	340	620	721	1225	1385
							A. contacto (cm2)	215		161	235	129	111	132	137
							P.P. Total (g)	79980		80017	79900	79980	80031	161700	189745
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	734	A	1423	722				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	385		468	357				
							A. contacto (cm2)	208		171	224				
							P.P. Total (g)	80080		80028	79968				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	745	A	1709	859				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	364		541	359				
							A. contacto (cm2)	220		148	223				
							P.P. Total (g)	80080		80068	80057				
Participante 5	25	40	166	65	Estudante	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	765	R	1164	886	1461	1586	2080	1656
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	314		512	361	556	756	1019	1076
							A. contacto (cm2)	207		127	180	117	86	133	132
							P.P. Total (g)	64998		65024	64980	65052	65016	135527	142032
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	705	R	1264	807	1404	1310	1833	2035
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	314		520	328	560	607	994	914
							A. contacto (cm2)	207		125	198	116	107	134	139
							P.P. Total (g)	64998		65000	64944	64960	64949	133196	127046
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	613	R	1137	734				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	327		516	317				
							A. contacto (cm2)	199		126	205				
							P.P. Total (g)	65073		65016	64985				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	662	R	1204	771				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	317		524	305				
							A. contacto (cm2)	205		124	213				
							P.P. Total (g)	64985		64976	64965				
Participante 6	22	36	156	46	Lojista	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	848	R	992	1098	1483	1214	1806	1606
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	336		404	465	523	484	1043	1220
							A. contacto (cm2)	137		114	99	88	95	100	100
							P.P. Total (g)	46032		46056	46035	46024	45980	104300	122000
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	822	R	897	1195	1606	1212	1523	1781
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	333		411	500	657	517	958	1295
							A. contacto (cm2)	138		112	92	70	89	97	99
							P.P. Total (g)	45954		46032	46000	45990	46013	92926	128205
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	834	R	913	1036				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	338		393	484				
							A. contacto (cm2)	136		117	95				
							P.P. Total (g)	45968		45981	45980				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	759	R	992	1104				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	319		414	474				
							A. contacto (cm2)	144		111	97				
							P.P. Total (g)	45936		45954	45978				



Participante 7	28	42	180	85	Administrativo	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	1059	A	2030	922	1383	1605	2471	1808
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	443		620	403	654	697	985	949
							A. contacto (cm2)	192		137	211	130	122	127	132
							P.P. Total (g)	85056		84940	85033	85020	85034	125095	125268
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	995	A	1404	871	1383	1299	2026	1954
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	427		427	386	654	625	1025	967
							A. contacto (cm2)	199		199	220	136	136	121	129
							P.P. Total (g)	84973		84973	84920	88944	85000	124025	124743
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	978	A	1664	1177				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	431		535	421				
							A. contacto (cm2)	197		159	202				
							P.P. Total (g)	84907		85065	85042				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	843	A	1620	1157				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	401		503	470				
							A. contacto (cm2)	212		169	181				
							P.P. Total (g)	85012		85007	85070				
Participante 8	18	41	171	73	Trabalhador de fábrica	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	716	R	1053	667	1044	923	2618	1992
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	336		493	305	541	503	1041	1097
							A. contacto (cm2)	217		148	239	135	145	145	148
							P.P. Total (g)	72912		72964	72895	73035	72935	150945	162356
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	791	R	1219	631	1386	981	2187	2110
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	336		514	297	537	507	1093	1103
							A. contacto (cm2)	217		142	246	136	144	144	150
							P.P. Total (g)	72912		72988	73062	73032	73008	157392	165450
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	728	R	1147	682				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	338		490	298				
							A. contacto (cm2)	216		149	245				
							P.P. Total (g)	73008		73010	73010				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	833	R	1104	628				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	360		497	302				
							A. contacto (cm2)	203		147	242				
							P.P. Total (g)	73080		73059	73084				
Participante 9	27	40	165	70	Tecnico de laboratório	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	676	R	2050	1847	1046	1156	1890	1696
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	324		515	603	519	543	922	895
							A. contacto (cm2)	216		136	116	135	129	133	142
							P.P. Total (g)	69984		70040	69948	70065	70047	122626	127090
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	655	R	1823	2194	1151	1057	2064	2149
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	323		493	648	496	556	996	1013
							A. contacto (cm2)	217		142	108	141	126	130	138
							P.P. Total (g)	70091		70006	69984	69936	70056	129480	139794
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	675	R	1447	2137				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	324		458	609				
							A. contacto (cm2)	216		153	115				
							P.P. Total (g)	69984		70074	70035				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	702	R	1752	1908				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	329		496	560				
							A. contacto (cm2)	213		141	125				
							P.P. Total (g)	70077		69936	70000				



Participante 10	41	39	160	75	Tecnico de laboratório	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	810	R	1227	1183	1439	1234	2249	1642
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	391		497	540	595	595	1250	970
							A. contacto (cm2)	192		151	139	126	126	134	135
							P.P. Total (g)	75072		75047	75060	74970	74970	167500	130950
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	737	R	1162	1094	1943	1355	2249	1716
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	371		521	514	636	577	1268	920
							A. contacto (cm2)	202		144	146	118	130	128	137
							P.P. Total (g)	74942		75024	75044	75048	75010	162304	126040
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	717	R	1128	1153				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	383		521	528				
							A. contacto (cm2)	196		144	142				
							P.P. Total (g)	75068		75024	74976				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	730	R	1169	1302				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	371		521	517				
							A. contacto (cm2)	202		144	145				
							P.P. Total (g)	74942		75024	74965				
Participante 11	21	42	175	85	Tecnico de laboratório	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	891	R	1945	1535	1338	1175	2686	2715
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	407		578	625	590	545	1204	1307
							A. contacto (cm2)	209		147	136	144	156	154	135
							P.P. Total (g)	85063		84966	85000	84960	85020	185416	176445
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	976	R	1321	1978	1359	1610	2686	2619
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	409		491	675	669	714	1122	1298
							A. contacto (cm2)	208		173	126	127	119	141	160
							P.P. Total (g)	85072		84943	85050	84963	84966	158202	207680
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	894	R	1214	1829				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	411		480	685				
							A. contacto (cm2)	207		177	124				
							P.P. Total (g)	85077		84960	84940				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	913	R	1294	1709				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	381		489	697				
							A. contacto (cm2)	223		174	122				
							P.P. Total (g)	84963		85086	85034				
Participante 12	36	36	160	60	Administrativo	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	640	A	1279	1162	1185	1174	1204	1648
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	316		492	476	556	545	808	129
							A. contacto (cm2)	190		122	126	108	110	103	935
							P.P. Total (g)	60040		60024	59976	60048	59950	83224	120615
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	575	A	1106	1100	1094	975	1442	1616
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	288		492	500	517	504	796	954
							A. contacto (cm2)	208		122	126	116	119	120	130
							P.P. Total (g)	59904		60024	63000	59972	59976	95520	124020
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	598	A	1193	1161				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	330		411	480				
							A. contacto (cm2)	182		146	125				
							P.P. Total (g)	60060		60006	60000				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	620	A	780	1055				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	341		254	496				
							A. contacto (cm2)	176		236	121				
							P.P. Total (g)	60016		59944	60016				



Participante 13	37	38	164	68	Podologista	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	817	R	1562	1664	1293	1932	2548	2562
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	407		567	576	701	800	1165	1148
							A. contacto (cm2)	167		126	118	97	85	129	124
							P.P. Total (g)	67969		71442	67968	67997	68000	150285	142352
	2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	764	R		1453	1555	1335	1671	2850	3299				
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	376			571	581	694	687	1202	1198				
		A. contacto (cm2)	181			119	117	98	99	117	129				
		P.P. Total (g)	68056			67949	67977	68012	68013	140634	154542				
	3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	775	R		1402	1722								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	362			553	630								
		A. contacto (cm2)	188			123	108								
		P.P. Total (g)	68056			68019	68040								
	4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	696	R		1413	1500								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	364			531	642								
		A. contacto (cm2)	187			128	106								
		P.P. Total (g)	68068			67968	68052								
Participante 14	47	43	178	83	Administrativo	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	882	R	1565	1528	1490	1401	2086	1764
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	432		619	638	856	675	1128	1038
							A. contacto (cm2)	192		134	130	97	123	139	127
							P.P. Total (g)	82944		82946	82940	83032	83025	156792	131826
	2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	973	A		1371	1672	1555	1344	2136	2162				
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	456			606	675	806	697	1190	1079				
		A. contacto (cm2)	182			137	123	103	119	134	136				
		P.P. Total (g)	82992			83022	83025	83018	82943	159460	146744				
	3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	1006	A		1214	1500								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	439			525	593								
		A. contacto (cm2)	189			158	140								
		P.P. Total (g)	82971			82950	83020								
	4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	955	A		1439	1676								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	432			576	654								
		A. contacto (cm2)	192			141	127								
		P.P. Total (g)	82944			81216	83058								
Participante 15	37	41	167	84	Comercial	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	660	A	1455	1401	1179	1195	1857	2054
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	364		656	579	632	571	1071	1147
							A. contacto (cm2)	231		128	145	133	147	154	149
							P.P. Total (g)	84084		83968	83955	84056	83937	164934	170903
	2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	652	A		1764	1251	1214	1067	1678	2097				
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	368			656	564	613	571	1009	937				
		A. contacto (cm2)	228			128	149	137	147	146	155				
		P.P. Total (g)	83904			83968	84036	83981	83937	147314	145235				
	3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	668	A		1544	1307								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	365			613	583								
		A. contacto (cm2)	230			137	144								
		P.P. Total (g)	83950			83981	83952								
	4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	681	R		1314	1226								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	359			549	604								
		A. contacto (cm2)	234			153	139								
		P.P. Total (g)	84006			83997	83956								



Participante 16	45	42	182	86	Comercial	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	601	A	1269	655	1263	1263	2149	1862
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	352		570	322	647	711	1550	1091
							A. contacto (cm2)	249		151	267	133	121	149	149
							P.P. Total (g)	87648		86070	85974	86051	86031	230950	162559
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	645	R	1385	674	1468	1147	2306	2471
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	317		566	331	677	688	1145	1119
							A. contacto (cm2)	271		152	260	127	125	150	157
							P.P. Total (g)	85907		86032	86060	85979	86000	171750	175683
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	660	R	1561	664				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	340		606	327				
							A. contacto (cm2)	253		142	263				
							P.P. Total (g)	86020		86052	86001				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	746	R	1165	689				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	354		506	335				
							A. contacto (cm2)	243		170	257				
							P.P. Total (g)	86022		86020	86095				
Participante 17	46	42	177	74	Comercial	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	981	R	1111	861	1758	1835	1749	2094
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	420		468	402	755	685	957	1071
							A. contacto (cm2)	176		158	184	98	108	117	108
							P.P. Total (g)	73920		73944	73968	73990	73980	111969	115668
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	889	R	1036	892	2004	1759	1861	2194
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	351		457	402	813	685	1030	1078
							A. contacto (cm2)	211		162	184	91	108	124	120
							P.P. Total (g)	74061		74034	73968	73983	73980	127720	129360
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	724	R	1144	1015				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	349		392	443				
							A. contacto (cm2)	212		189	167				
							P.P. Total (g)	73988		74088	73981				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	825	A	1325	848				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	389		529	428				
							A. contacto (cm2)	190		140	173				
							P.P. Total (g)	73910		74060	74044				
Participante 18	40	40	170	73	Comercial	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	885	R	872	1510	1496	1750	2405	2405
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	409		429	575	760	830	1240	1312
							A. contacto (cm2)	182		170	127	96	88	120	110
							P.P. Total (g)	74438		72930	73025	72960	73040	148800	144320
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	945	R	964	1381	1762	1729	1972	1570
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	427		477	589	793	793	878	964
							A. contacto (cm2)	171		153	124	92	92	128	123
							P.P. Total (g)	73017		72981	73036	72956	72956	112384	118572
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	899	R	980	1308				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	417		503	619				
							A. contacto (cm2)	175		145	118				
							P.P. Total (g)	72975		72935	73042				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	1143	R	1079	1667				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	448		483	619				
							A. contacto (cm2)	163		151	118				
							P.P. Total (g)	73024		72933	73042				



Participante 19	34	42	177	73	Administrativo	1º	P. Pressão (g/cm²)	851	R	969	1230	1429	1700	2040	2037
							M. Pressão (g/cm²)	341		545	521	716	753	1122	1144
							A. contacto (cm2)	214		134	140	102	97	138	142
							P.P. Total (g)	72974		73030	72940	73032	73041	154836	162448
						2º	P. Pressão (g/cm²)	1055	R	1140	1201	1446	1231	2037	2037
							M. Pressão (g/cm²)	410		490	553	760	646	1203	1083
							A. contacto (cm2)	178		149	132	96	113	135	146
							P.P. Total (g)	72980		73010	72996	72960	72998	162405	158118
						3º	P. Pressão (g/cm²)	921	R	1089	1145				
							M. Pressão (g/cm²)	397		514	525				
							A. contacto (cm2)	184		142	139				
							P.P. Total (g)	73048		72988	72975				
						4º	P. Pressão (g/cm²)	820	R	1179	1290				
							M. Pressão (g/cm²)	332		525	545				
							A. contacto (cm2)	220		139	134				
							P.P. Total (g)	73040		72975	73030				
Participante 20	33	36	163	61	Administrativo	1º	P. Pressão (g/cm²)	862	R	1616	946	1172	1190	2468	1760
							M. Pressão (g/cm²)	421		535	377	581	635	1412	1385
							A. contacto (cm2)	145		114	162	105	96	105	114
							P.P. Total (g)	61045		60990	61074	61005	60960	148260	157890
						2º	P. Pressão (g/cm²)	944	R	1139	806	1493	1182	2467	3401
							M. Pressão (g/cm²)	399		477	365	709	629	1307	2203
							A. contacto (cm2)	153		128	167	86	97	106	104
							P.P. Total (g)	61047		61056	60955	60974	61013	138542	229112
						3º	P. Pressão (g/cm²)	880	R	1562	971				
							M. Pressão (g/cm²)	399		513	409				
							A. contacto (cm2)	153		119	149				
							P.P. Total (g)	61047		61047	60941				
						4º	P. Pressão (g/cm²)	868	R	1114	913				
							M. Pressão (g/cm²)	391		466	372				
							A. contacto (cm2)	156		131	164				
							P.P. Total (g)	60996		61046	61008				
Participante 21	34	42	172	83	Professor	1º	P. Pressão (g/cm²)	1108	R	1977	1952	1276	1492	3250	2919
							M. Pressão (g/cm²)	485		654	686	716	741	1214	1373
							A. contacto (cm2)	171		127	121	116	112	126	120
							P.P. Total (g)	82935		83058	83006	83056	82992	152964	164760
						2º	P. Pressão (g/cm²)	958	R	2298	1768	1443	1595	2589	3026
							M. Pressão (g/cm²)	474		669	669	728	675	1407	1364
							A. contacto (cm2)	175		124	124	114	123	123	123
							P.P. Total (g)	82950		82956	82956	82992	83025	173061	167772
						3º	P. Pressão (g/cm²)	977	R	1671	1671				
							M. Pressão (g/cm²)	409		619	619				
							A. contacto (cm2)	203		134	134				
							P.P. Total (g)	83027		82946	82946				
						4º	P. Pressão (g/cm²)	929	R	1931	1931				
							M. Pressão (g/cm²)	466		741	741				
							A. contacto (cm2)	178		112	112				
							P.P. Total (g)	82948		82992	82992				



Participante 22	33	41	176	100	Administrativo	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	880	R	1623	972	1320	1218	2811	2338
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	426		407	439	735	680	1318	1357
							A. contacto (cm2)	235		246	228	136	147	153	135
							P.P. Total (g)	100110		100122	100092	99960	99960	201654	183195
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	855	R	1979	781	1393	1257	2572	2256
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	422		629	397	741	671	1442	1544
							A. contacto (cm2)	237		159	252	135	149	144	134
							P.P. Total (g)	100014		100011	100044	100035	99979	207648	206896
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	861	R	1841	876				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	424		649	413				
							A. contacto (cm2)	236		154	242				
							P.P. Total (g)	100064		99946	99946				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	836	R	1135	749				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	426		375	412				
							A. contacto (cm2)	235		267	243				
							P.P. Total (g)	100110		100125	100116				
Participante 23	30	38	164	57	Administrativo	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	716	R	1555	1260	1843	1497	2804	2095
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	352		471	479	891	626	1251	1316
							A. contacto (cm2)	162		121	119	64	91	104	115
							P.P. Total (g)	57024		56991	57001	57024	56966	130104	151340
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	733	R	1667	1192	1340	1690	2495	1958
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	326		523	452	713	606	1134	1144
							A. contacto (cm2)	175		109	126	80	94	122	119
							P.P. Total (g)	57050		57007	56952	57040	56964	138348	136136
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	703	R	1500	1193				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	322		487	523				
							A. contacto (cm2)	177		117	109				
							P.P. Total (g)	56994		56979	57007				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	688	R	1304	1244				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	326		475	496				
							A. contacto (cm2)	175		120	115				
							P.P. Total (g)	57050		57000	57040				
Participante 24	34	37	160	53	Investigador	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	703	R	1027	827	1299	1857	2050	2071
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	363		384	358	558	716	1264	1499
							A. contacto (cm2)	146		138	148	95	74	410	99
							P.P. Total (g)	52998		52992	52984	53010	52984	518240	148401
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	769	R	962	725	1409	1740	2034	2001
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	340		424	294	546	688	1312	1246
							A. contacto (cm2)	156		125	180	97	77	98	113
							P.P. Total (g)	53040		53000	52920	52962	52976	128576	140798
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	731	R	777	677				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	349		381	329				
							A. contacto (cm2)	152		139	161				
							P.P. Total (g)	53048		52959	52969				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	803	R	886	1055				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	333		417	442				
							A. contacto (cm2)	159		127	120				
							P.P. Total (g)	52947		52959	53040				



Participante 25	31	39	162	60	Investigador	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	745	A	1036	1551	1470	1259	2355	2120
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	390		488	667	741	682	1409	1310
							A. contacto (cm2)	154		123	90	81	88	103	103
							P.P. Total (g)	60060		60024	60030	60021	60016	145127	134930
	2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	749	A		1093	1486	1263	1261	2198	2321				
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	375			480	674	645	674	1421	1400				
		A. contacto (cm2)	160			125	89	93	89	100	98				
		P.P. Total (g)	60000			60000	59986	59985	59986	142100	137200				
	3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	831	A		745	1326								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	375			308	619								
		A. contacto (cm2)	160			195	97								
		P.P. Total (g)	60000			60060	60043								
	4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	781	A		802	1416								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	385			333	652								
		A. contacto (cm2)	156			180	92								
		P.P. Total (g)	60060			59940	59984								
Participante 26	37	39	168	63	Administrativo	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	811	R	1170	1045	1155	1701	2053	1690
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	332		504	477	649	692	934	927
							A. contacto (cm2)	190		125	132	97	91	132	133
							P.P. Total (g)	63080		63000	62964	62953	62972	123288	123291
	2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	670	R		1312	1076	1497	1551	1817	2059				
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	328			496	447	724	685	806	840				
		A. contacto (cm2)	192			127	141	87	92	128	119				
		P.P. Total (g)	62976			62992	63027	62988	63020	103168	99960				
	3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	684	R		1320	982								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	323			485	444								
		A. contacto (cm2)	195			130	142								
		P.P. Total (g)	62985			63050	63048								
	4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	745	R		1012	1353								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	333			438	500								
		A. contacto (cm2)	189			144	126								
		P.P. Total (g)	62937			63072	63000								
Participante 27	38	36,5	162	57	Comercial	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	730	R	979	593	1373	1312	1550	1550
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	315		456	284	640	582	1258	1290
							A. contacto (cm2)	181		125	209	89	98	109	116
							P.P. Total (g)	57015		57000	59356	56960	57036	137122	149640
	2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	830	R		923	530	1368	1122	1632	1617				
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	331			412	274	606	570	1136	1048				
		A. contacto (cm2)	172			129	208	94	100	113	114				
		P.P. Total (g)	56932			53148	56992	56964	57000	128368	119472				
	3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	753	R		1298	559								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	308			479	294								
		A. contacto (cm2)	185			119	194								
		P.P. Total (g)	56980			57001	57036								
	4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	779	R		891	547								
		M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	331			471	286								
		A. contacto (cm2)	172			121	199								
		P.P. Total (g)	56932			56991	56914								



Participante 28	21	44	181	78	Trabalhador de fábrica	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	874	R	1735	1482	1298	1633	1934	1827
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	390		605	545	629	684	1009	987
							A. contacto (cm2)	200		129	143	124	114	130	127
							P.P. Total (g)	78000		78045	77935	77996	77976	131170	125349
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	800	R	1834	1798	1250	1500	2020	1703
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	371		534	609	600	722	932	883
							A. contacto (cm2)	210		146	128	136	108	131	125
							P.P. Total (g)	77910		77964	77952	81600	77976	122092	110375
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	770	R	1698	2073				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	379		561	605				
							A. contacto (cm2)	206		139	129				
							P.P. Total (g)	78074		77979	78045				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	873	R	1257	1736				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	406		538	639				
							A. contacto (cm2)	192		145	122				
							P.P. Total (g)	77952		78010	77958				
Participante 29	43	44	178	94	Trabalhador de fábrica	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	862	A	1647	720	1302	1144	1812	1981
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	385		588	310	631	570	916	891
							A. contacto (cm2)	244		160	303	149	165	168	133
							P.P. Total (g)	93940		94080	93930	94019	94050	153888	118503
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	936	A	1378	795	1475	1083	1870	1843
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	390		553	300	676	550	930	844
							A. contacto (cm2)	241		170	313	139	171	157	171
							P.P. Total (g)	93990		94010	93900	93964	94050	146010	144324
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	930	A	1351	795				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	362		563	333				
							A. contacto (cm2)	260		167	282				
							P.P. Total (g)	94120		94021	93906				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	996	R	1723	760				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	385		487	330				
							A. contacto (cm2)	244		193	285				
							P.P. Total (g)	93940		93991	94050				
Participante 30	45	40	170	72	Tecnico de laboratório	1º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	906	A	1306	1286	1386	1583	2103	1981
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	377		522	545	679	735	1107	891
							A. contacto (cm2)	191		138	132	106	98	129	133
							P.P. Total (g)	72007		72036	71940	71974	72030	142803	118503
						2º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	892	A	1354	1275	1421	1512	1776	1989
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	400		537	545	617	673	945	905
							A. contacto (cm2)	180		134	132	117	107	133	128
							P.P. Total (g)	72000		71958	71940	72189	72011	125685	115840
						3º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	795	A	1438	1354				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	364		558	571				
							A. contacto (cm2)	198		129	126				
							P.P. Total (g)	72072		71982	71946				
						4º	P. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	928	A	1226	1261				
							M. Pressão (g/cm <sup>2</sup> )	398		514	558				
							A. contacto (cm2)	181		140	129				
							P.P. Total (g)	72038		71960	71982				



## ANEXO II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS TESTES DE PRESSÃO PLANTAR

CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA PARTICIPAÇÃO EM ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO (de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo)

**Título do estudo:** Testes Biomecânicos – Pressão Plantar

**Enquadramento:** Universidade do Minho

**Explicação do estudo:** Este estudo tem dois objetivos principais: identificar a forma como a pressão é distribuída pelos pés e compreender qual o impacto que os diferentes tipos de movimentos/posições e morfologias do pé têm na pressão exercida. Para tal serão recolhidos valores obtidos através da Plataforma de Pressões resultantes de 6 posições/movimentos previamente executados pelo candidato.

A participação voluntária consiste em permitir a recolha de valores relativos à pressão plantar exercida aquando da realização de 6 tipos de movimentos previamente explicados. O tempo estimado para a realização destes testes rondará os 10 minutos por pessoa, sendo que os mesmos serão acompanhados pelo investigador responsável (que terá como tarefa a recolha de valores e ajudar o participante na execução dos movimentos) e pelo Professor Orientador que será responsável por supervisionar todo o processo. Os testes serão realizados num lugar cómodo e privado. Ser-lhe-á solicitado que responda a um breve questionário à cerca de lesões físicas associadas.

Esta investigação não expõe o participante a riscos, sendo que em caso de desconforto ou incómodo o participante pode abandonar os estudos em qualquer momento.

Por fim, relembramos que não haverá qualquer recompensa monetária pela sua colaboração neste projeto.

**Condições e financiamento:** O estudo enquadra-se no Projeto Shoe@Future, uma parceria entre a Universidade do Minho e a ICC Lavoro.

**Confidencialidade e anonimato:** Ao longo dos testes não serão registados dados de identificação e nunca em qualquer caso, a identificação dos participantes será tornada pública. Os testes serão feitos em ambiente de privacidade.

**Desde já agradecemos a sua colaboração.**

**Investigador responsável:** Afonso Ribeiro Gomes Laranjo **Contacto:**939304748

**Orientador:** Professor Pedro Arezes



Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

**Assinatura/s de quem pede consentimento:**

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela/s pessoa/s que acima assina/m. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo/a investigador/a.

**Nome:** ... ..

**Assinatura:** ... .. **Data:** ..... /..... /.....



## ANEXO III - EXTRAÇÃO DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Nome	Idade	Nº Calçado	Peso	Altura	Sexo	Profissão	Parâmetros		
								Pé Esquerdo	Pé Direito
Participante 1	25	38	51,6	161	F	Investigadora	Comprimento	23,6	23,8
							Largura	9,3	9,1
							P. antepé	21,1	21,8
							Perímetro do tornozelo	20,1	20,1
							Altura do peito do pé	6,6	6,8
							Largura do calcanhar	5,7	5,2
Participante 2	21	40	60	165	M	Estudante	Comprimento	24,6	25,5
							Largura	10,3	9,8
							P. antepé	23,5	23,1
							Perímetro do tornozelo	22,9	23,5
							Altura do peito do pé	7,2	7
							Largura do calcanhar	6	6,3
Participante 3	26	42	68	180	M	Estudante	Comprimento	26,8	26,6
							Largura	11	10,8
							P. antepé	25,6	25,5
							Perímetro do tornozelo	22	22
							Altura do peito do pé	7,3	6,9
							Largura do calcanhar	6,3	5,9
Participante 4	23	42	57	179	M	Investigador	Comprimento	26,3	25,9
							Largura	8,9	8,5
							P. antepé	21,6	21,5
							Perímetro do tornozelo	20,2	20
							Altura do peito do pé	7	6,9
							Largura do calcanhar	5,8	5,5
Participante 5	24	42	74,5	181	M	Atleta	Comprimento	26,1	26,8
							Largura	9,1	9,7
							P. antepé	24	24,8
							Perímetro do tornozelo	23,8	24
							Altura do peito do pé	7	7,9
							Largura do calcanhar	5,4	5,8



Participante 6	25	41	74	171	M	Atleta	Comprimento	26,4	26,4
							Largura	10,2	9,9
							P. antepé	25,1	25,5
							Perímetro do tornozelo	22,9	22,5
							Altura do peito do pé	7	7
							Largura do calcanhar	4,9	5,1
Participante 7	25	43	81	180	M	Instrutor Fitness	Comprimento	26,3	26,2
							Largura	9,7	10
							P. antepé	23	23,2
							Perímetro do tornozelo	22,3	23
							Altura do peito do pé	7	6,6
							Largura do calcanhar	6	6,5
Participante 8	19	42	68	180	M	Estudante	Comprimento	26	26,2
							Largura	9,4	9
							P. antepé	23,2	23,2
							Perímetro do tornozelo	21	21,5
							Altura do peito do pé	6,5	6,4
							Largura do calcanhar	5,6	5,5
Participante 9	57	37	75	162	F	Professora	Comprimento	23,4	22,5
							Largura	8,8	9,6
							P. antepé	23,4	23
							Perímetro do tornozelo	22	21,9
							Altura do peito do pé	6,9	7,1
							Largura do calcanhar	5,9	6,3
Participante 10	34	41	91,5	175	M	Administrativo	Comprimento	26,4	25,6
							Largura	10,7	10,4
							P. antepé	25	25
							Perímetro do tornozelo	25,6	25,5
							Altura do peito do pé	8,7	8,6
							Largura do calcanhar	6,6	6,9



Participante 11	30	38	53	164	F	Administrativo	Comprimento	23,8	24,1
							Largura	9	10,1
							P. antepé	22	22,5
							Perímetro do tornozelo	21	20,5
							Altura do peito do pé	7,1	6,4
							Largura do calcanhar	5,6	5,7
							Comprimento	28,3	27,5
Participante 12	56	43	89	180	M	Professor	Largura	11,2	11
							P. antepé	26,5	24,7
							Perímetro do tornozelo	24,7	24,5
							Altura do peito do pé	8	7,6
							Largura do calcanhar	7,6	7,5
							Comprimento	23,1	23,2
							Largura	9,3	9,3
Participante 13	42	37	66	160	F	Enfermeira	P. antepé	21,6	21,8
							Perímetro do tornozelo	20,6	19,6
							Altura do peito do pé	5,6	5,8
							Largura do calcanhar	6,2	6,3
							Comprimento	25,3	24,6
							Largura	9,1	10
							Participante 14	55	38
Perímetro do tornozelo	21,1	20,9							
Altura do peito do pé	5,4	5,9							
Largura do calcanhar	6	6							
Comprimento	25,2	25,5							
Largura	10,3	10,1							
Participante 15	27	39	60	162	F	Técnica de Análises			
							Perímetro do tornozelo	20,9	20,5
							Altura do peito do pé	7,5	7,5
							Largura do calcanhar	5,7	5,8



## ANEXO IV - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA A RECOLHA DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA PARTICIPAÇÃO EM ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO (de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo)

**Título do estudo:** Recolha de dados antropométricos do pé

**Enquadramento:** Este estudo insere-se no projeto de investigação Shoe@Future, desenvolvido por um consórcio que envolve empresas, um centro tecnológico e duas instituições de ensino superior, nomeadamente a Universidade do Minho, que em conjunto reúnem as competências multidisciplinares e complementares necessárias para o desenvolvimento deste projeto.

**Explicação do estudo:** Este estudo tem como objetivo caracterizar a diversidade do tamanho e da forma do pé de uma amostra de trabalhadores, permitindo assim fazer uma análise estatística dos dados recolhidos e criar diferentes categorias com base em percentis para agrupar os participantes com características semelhantes

Com este estudo pretende-se criar uma base de dados representativa e que permita tirar conclusões e relacionar conceitos de forma a perceber as dimensões e formatos do pé e a sua variabilidade dentro de uma população (que respeite os parâmetros pré-definidos), de forma a poder suportar o desenho de calçado com base nesses dados.

A participação voluntária consiste em permitir a recolha de valores relativos ao comprimento, largura, índice de arco plantar e perímetro do peito do pé. O tempo estimado para a realização destes testes rondará os 10 minutos por pessoa, sendo que os mesmos serão acompanhados pelo investigador responsável (que terá como tarefa a recolha de valores e ajudar o participante na execução dos movimentos) e pelo Professor Orientador que será responsável por supervisionar todo o processo. Os testes serão realizados num lugar cómodo e privado. Ser-lhe-á solicitado que responda a um breve questionário à cerca de lesões físicas associadas. Esta investigação não expõe o participante a riscos, sendo que em caso de desconforto ou incómodo o participante pode abandonar os estudos em qualquer momento.

Por fim, relembramos que não haverá qualquer recompensa monetária pela sua colaboração neste projeto.

**Condições e financiamento:** O estudo enquadra-se no Projeto Shoe@Future, nº 33835.



**Confidencialidade e anonimato:** Ao longo dos testes não serão registados dados de identificação e nunca em qualquer caso, a identificação dos participantes será tornada pública. Os testes serão feitos em ambiente de privacidade.

**Desde já agradecemos a sua colaboração.**

**Investigador responsável:** Afonso Ribeiro Gomes Laranjo **Contacto:**939304748

**Orientador:** Professor Pedro Arezes

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

**Assinatura/s de quem pede consentimento:**

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela/s pessoa/s que acima assina/m. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo/a investigador/a.

**Nome:** ... ..

**Assinatura:** ... .. **Data:** ..... /..... /.....



## ANEXO V - FICHA PARA A RECOLHA DO CONTORNO DO PÉ E RESTANTES VALORES DAS MEDIDAS

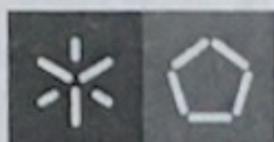
### ANTROPOMÉTRICAS

#### TESTES ANTROPOMÉTRICOS

Nome: \_\_\_\_\_ Nº Calçado: \_\_\_\_\_

**Pé direito** – Perímetro do Antepé: \_\_\_\_\_ Perímetro do tornozelo: \_\_\_\_\_ Altura Peito do Pé: \_\_\_\_\_

**Pé esquerdo** - Perímetro do Antepé: \_\_\_\_\_ Perímetro do tornozelo: \_\_\_\_\_ Altura Peito do Pé: \_\_\_\_\_



Anexo III

Universidade do Minho

Declaração RepositóriUM: Dissertação Mestrado

Nome: Afonso Ribeiro Gomes Avarajo  
Nº Cartão Cidadão /BI: 14920990 Tel./Telem.: 939304748  
Correio electrónico: alavarajo@hotmail.com  
Curso Engenharia Industrial Ano de conclusão da dissertação: 2019  
Área de Especialização: Gestão Industrial  
Escola de Engenharia, Departamento/Centro: Produção e Sistemas

TÍTULO DISSERTAÇÃO/TRABALHO DE PROJECTO:

Titulo em PT: Contributos da Ergonomia para o desenvolvimento de novas propostas de cálculo de segurança  
Titulo em EN: Ergonomic contributions to the development of new proposals for safety footwear  
Orientador Prof. Dr. Pedro Miguel Ferreira Martins Arezes  
Co-orientador Prof. Dr. Sara Bragança  
Nº ECTS da Dissertação \_\_\_\_\_ Classificação em valores (0-20) 18

Classificação ECTS com base no percentil (A a F) \_\_\_\_\_

Declaro sob compromisso de honra que a dissertação/trabalho de projecto agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Universidade do Minho.

Declaro que concedo à Universidade do Minho e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha dissertação/trabalho de projecto, em suporte digital.

Concordo que a minha dissertação/trabalho de projeto seja colocada no repositório da Universidade do Minho com o seguinte estatuto (assinale um):

- Disponibilização imediata do trabalho para acesso universal;
- Disponibilização do trabalho para acesso exclusivo na Universidade do Minho durante o período de  1 ano,  2 anos ou  3 anos, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso universal.
- Disponibilização do trabalho de acordo com o **Despacho RT-98/2010 c)** (embargo \_\_\_\_\_ anos)

Braga/Guimarães, 18 / 11 / 2019

Assinatura: Afonso Ribeiro Gomes Avarajo

**Despacho RT - 31 /2019 - Anexo 4**

**Declaração a incluir na Tese de Doutoramento (ou equivalente) ou no trabalho de Mestrado**

(Escolher uma das versões, consoante a língua de redação do trabalho)

**DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Afonso Ribeiro Gomes Laranje

**STATEMENT OF INTEGRITY**

I hereby declare having conducted this academic work with integrity. I confirm that I have not used plagiarism or any form of undue use of information or falsification of results along the process leading to its elaboration.

I further declare that I have fully acknowledged the Code of Ethical Conduct of the University of Minho.