

Daniela  
Santos

2016

Pressão plantar máxima de idosos em posição ortostática: análise sob condições de  
tarefa única e dupla

ESTSP  
POLITÉCNICO  
DO PORTO

ESTSP | POLITÉCNICO  
DO PORTO

Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto  
Instituto Politécnico do Porto

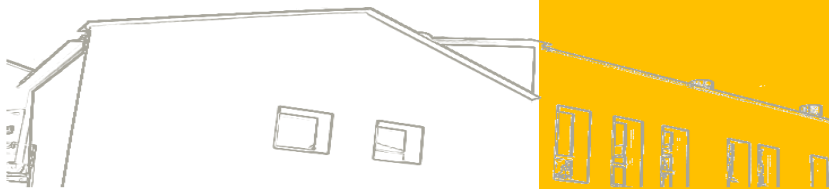
Daniela Neves Santos

---

# Pressão plantar máxima de idosos em posição ortostática: análise sob condições de tarefa única e dupla

Mestrado em  
Terapia Ocupacional

Setembro de 2016





ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA SAÚDE  
DO PORTO  
INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

---

Daniela Neves Santos

---

PRESSÃO PLANTAR MÁXIMA DE IDOSOS EM POSIÇÃO  
ORTOSTÁTICA: ANÁLISE SOB CONDIÇÕES DE TAREFA  
ÚNICA E DUPLA

---

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia a Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Terapia Ocupacional, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Helena Sousa, Professora Adjunta da Escola Superior de Saúde, Área Técnico-Científica de Terapia Ocupacional e coorientação do Professor Doutor Tiago Coelho, Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde, Área Técnico-Científica de Terapia Ocupacional.

S e t e m b r o , 2 0 1 6

## RESUMO

**Objetivos:** Este estudo teve como objetivo principal analisar a pressão plantar máxima registada em cada região da planta do pé de idosos, em posição ortostática, sob condições de tarefa única e dupla. Pretendeu-se igualmente estudar a relação entre a pressão plantar máxima registada em cada região do pé e as variáveis idade, género e índice de massa corporal.

**Métodos:** A amostra é não probabilística e constituída por 110 idosos residentes na comunidade com idade igual ou superior a 65 anos. Para a obtenção da pressão plantar máxima (PPM) utilizou-se uma plataforma de pressão e as medições foram realizadas em condição de tarefa única (permanecer na posição de pé com os olhos abertos e com os olhos fechados) e condição de dupla tarefa (permanecer na posição de pé e realizar uma tarefa de fluência verbal em simultâneo). O pé foi dividido em três regiões: retro-pé; médio-pé e ante-pé para analisar a PPM.

**Resultados:** A média de idades dos participantes foi de 78 anos ( $\pm 7.14$ ) e 80% eram mulheres. Foram verificadas diferenças significativas ( $p < 0.05$ ) entre a PPM registada em condição de tarefa única e a PPM em dupla tarefa, particularmente ao nível do retro-pé (inferior na dupla tarefa) e ante-pé (superior na dupla tarefa). Por sua vez não foram encontradas diferenças significativas entre os pés ( $p > 0.05$ ) com a exceção da região medial. As diferenças entre os géneros também não foram significativas ( $p < 0.05$ ), no entanto verificou-se que com o aumento do índice de massa corporal ocorre um aumento da PPM sob a superfície plantar e que com o aumento da idade a PPM no retro-pé tem tendência a diminuir.

**Conclusão:** Este estudo permitiu verificar um aumento da PPM na região do ante-pé e uma redução da PPM no retro-pé sob condição de dupla tarefa, comparativamente à condição de tarefa única. Esta anteriorização da pressão plantar parece resultar de uma estratégia de estabilização para manter o equilíbrio face ao aumento da complexidade da tarefa (dupla tarefa). As diferenças encontradas na distribuição da pressão plantar podem ter implicações ao nível do desempenho dos idosos nas suas ocupações.

**Palavras-chave:** Pressão plantar, idosos, género, IMC, dupla tarefa

## ABSTRACT

**Aims:** This study aimed to analyze the maximum plantar pressure recorded in each region of the sole of the foot of the elderly in orthostatic position, under conditions of single and dual task. It was intended to also study the relationship between maximum plantar pressure recorded on each foot region and the variables age, gender and body mass index.

**Methods:** The sample is non-probabilistic and consists of 110 community-dwellers elderly aged  $\geq 65$  years. To obtain the maximum plantar pressure (MPP) a pressure platform was used and the measurements were carried out on a single task condition (remain in a standing position with eyes open and eyes closed) and dual task condition (stay in the standing position and perform a verbal fluency task simultaneously). The foot was divided into three regions: hindfoot; midfoot and forefoot to analyze the MPP.

**Results:** The mean age of the participants was 78 ( $\pm 7.14$ ) and 80% were women. There were significant differences ( $p < 0.05$ ) between the MPP registered in single task condition and the MPP registered in dual task condition, particularly at the level of the hindfoot (lower in the dual task) and forefoot (higher in the dual task). On the other hand there were no significant differences between feet ( $p > 0.05$ ) with the exception of the medial region. The gender differences were not significant ( $p < 0.05$ ), however it was found that with increased body mass index (BMI) there is an increase in the MPP under the plantar surface and with the increase of the age the MPP in hindfoot tends to decrease.

**Conclusion:** This study showed an increase of the MPP in the forefoot region and a reduction of the MPP in the hindfoot standing under dual task condition compared to single-task condition. This anteriorization of the plantar pressure appears to be a stabilization strategy to maintain balance against the increased complexity of the task (dual task). The differences in the distribution of plantar pressure may have implications on the performance level of the elderly in their occupations.

**Keywords:** Plantar pressure, elderly, gender, BMI, dual task

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO I. Revisão Bibliográfica .....	4
1. Anatomia e função do pé .....	5
2. A pressão plantar .....	8
3. Alterações inerentes ao envelhecimento .....	11
4. Condição de dupla tarefa e pressão plantar.....	12
CAPÍTULO II. Métodos .....	14
1. Desenho de estudo.....	15
2. Amostra.....	15
3. Instrumentos.....	15
4. Procedimentos .....	17
CAPÍTULO III. Resultados.....	20
CAPÍTULO IV. Discussão.....	29
CONCLUSÃO .....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

## **ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

PPM - Pressão plantar máxima

IMC - Índice de massa corporal

COP - Centro de pressão

MMSE - *Mini Mental State Examination*

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*

kPa - Quilopascal

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I - Caracterização da amostra (n=110) .....	21
Tabela II- Associação entre as variáveis idade, IMC e pressão plantar máxima .....	22
Tabela III - Diferenças entre géneros relativamente à pressão plantar máxima.....	23
Tabela IV - Comparação da pressão plantar máxima registada em cada pé .....	24
Tabela V - Diferenças entre condições (tarefa única e dupla) quanto à pressão plantar máxima .....	25
Tabela VI - Diferenças das médias da pressão plantar máxima entre condições (tarefa única e dupla).....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I - Arco longitudinal do pé (parte lateral) .....	6
Figura II - Arco longitudinal do pé (parte medial) .....	6
Figura III - Arco transversal do pé.....	6
Figura IV - <i>Frame</i> ilustrativa da distribuição da pressão plantar .....	17
Figura V - Divisão do pé em retro-pé, médio-pé e ante-pé.....	18
Figura VI - Distribuição da pressão plantar máxima nas regiões do pé nas condições de tarefa única (olhos abertos e olhos fechados) e dupla.....	28

## INTRODUÇÃO

O envelhecimento encontra-se associado a um conjunto de alterações a nível cognitivo, motor e sensorial que estão intimamente relacionadas com uma diminuição da autonomia e funcionalidade da pessoa idosa (F. Oliveira et al., 2015). Uma das áreas afetadas pelo processo de envelhecimento mais evidente está relacionada com os défices na mobilidade que por sua vez está associada com os problemas do pé (H. B. Menz & Lord, 2001). O pé é uma estrutura complexa constituída por um conjunto de componentes estruturais e funcionais, tais como músculos, ossos e articulações, que interagem entre si (Abboud, 2002) e proporciona ao corpo uma base estável que permite o suporte e o equilíbrio quando o indivíduo se encontra numa posição estática ou durante o processo de marcha (Abboud, 2002; Teh et al., 2006).

O pé representa uma interface entre o meio externo, mantendo ou mudando o centro de gravidade da pessoa e adaptando-se a superfícies irregulares (Chiu, Wu, & Chang, 2013; Imaizumi, Iwakami, Yamashita, & Hiejima, 2012). Esta estrutura está constantemente predisposta à atuação de diferentes forças que com o passar do tempo podem induzir a alterações na distribuição da pressão na superfície plantar, dando origem ao aparecimento gradual de deformidades plantares ou ainda ser a causa de diversas patologias e conseqüentemente comprometer a funcionalidade neste caso do idoso (Abboud, 2002).

A distribuição da pressão plantar está associada a diversos fatores tais como a idade, o índice de massa corporal (IMC) e o género (Hessert et al., 2005; Periyasamy, Mishra, Anand, & Ammini, 2011; Teh et al., 2006). Segundo alguns estudos realizados, foi possível verificar diferenças na distribuição da pressão plantar entre jovens e idosos, sendo que a idade está associada com uma redução da pressão plantar máxima sob a região do calcanhar, médio-pé e hálux em indivíduos idosos (Hessert et al., 2005).

A obesidade é outro fator significativo que está associado à distribuição da pressão plantar. Estudos relataram que pessoas com maior índice de massa corporal apresentam um aumento da área de contato total do pé quando comparados com indivíduos não-obesos (Teh et al., 2006), bem como um aumento significativo da pressão plantar máxima na zona do ante-pé em indivíduos obesos. Hills e colaboradores (2001) investigaram as diferenças de pressão plantar entre indivíduos obesos e não obesos e relataram um aumento dos valores da pressão plantar máxima durante a posição estática.

O tamanho e características da forma do pé diferem entre os homens e as mulheres e parecem causar uma variação na distribuição da pressão plantar entre os gêneros na posição estática. Segundo alguns autores os homens apresentam uma área de contato do pé mais elevada bem como maior distribuição da pressão plantar do que as mulheres (Periyasamy et al., 2011), no entanto outros investigadores não encontraram diferenças na pressão plantar máxima entre os gêneros nos seus estudos em qualquer uma das regiões do pé (Putti, Arnold, & Abboud, 2010). Assim, há uma opinião mista que requer pesquisas adicionais para perceber melhor a associação do gênero e distribuição da pressão plantar.

As diversas técnicas e sistemas de medição plantar foram desenvolvidos tendo como objetivo analisar a distribuição da pressão ao nível da superfície do pé sob a influência de diferentes fatores (Orlin & McPoil, 2000), permitindo verificar por exemplo as alterações na distribuição da pressão plantar quando os indivíduos executam uma ou mais tarefas em simultâneo (condição de dupla tarefa). O conceito de dupla tarefa consiste em realizar uma tarefa principal, para a qual é destinada um maior foco de atenção, associada a uma ou a várias tarefas secundárias, realizadas em simultâneo (Coelho, Fernandes, Santos, Paul, & Fernandes, 2016; Fatori, Leite, Souza, & Patrizzi, 2015).

O idoso quando está perante uma condição de dupla tarefa necessita de recorrer a um maior número de recursos motores e cognitivos o que vai exigir um esforço acrescido da sua parte e um maior dispêndio de energia consoante a complexidade de cada tarefa (Fatori et al., 2015). No caso de o idoso não conseguir distribuir a atenção de forma eficaz, pode ocorrer uma diminuição do desempenho em ambas as tarefas que se pode refletir numa dificuldade na realização da maior parte das atividades da vida diária, uma vez que estas exigem o recrutamento de um maior número de recursos derivado às tarefas múltiplas que se têm de realizar em simultâneo (Oh-Park et al., 2013).

Estudos revelam que a distribuição da pressão se encontra menos uniformemente distribuída ao longo do pé dos idosos do que em pessoas mais jovens, e essa distribuição assimétrica da pressão inibe as funções normais do pé de absorção do choque e apoio do peso do corpo (Kim & Park, 2015). As condições de dupla tarefa apresentam um efeito desestabilizador com aumento da variabilidade do equilíbrio especialmente nos idosos com antecedentes de quedas. Estas alterações provocam mudanças adicionais na distribuição da pressão plantar de forma a que os idosos consigam manter a estabilidade contra as perturbações a que são sujeitos (Wollesen, Voelcker-Rehage, Willer, Zech, & Mattes,

2015). Estas mudanças podem levar a um aumento da pressão plantar máxima em determinadas regiões do pé do idoso e consequentemente provocar dor ou evoluir para o aparecimento de lesões (Wafai, Zayegh, Woulfe, Aziz, & Begg, 2015).

O interesse relacionado com a análise da pressão plantar tem vindo a aumentar tanto na área clínica como na área de investigação. A investigação relacionada com esta temática tem vindo a crescer ao longo do tempo e permite obter informações mais precisas sobre as deformidades plantares e no desenvolvimento e aperfeiçoamento de formas de prevenção e tratamento de diversas patologias.

Atualmente existem vários estudos que analisam os padrões de distribuição da pressão plantar durante a marcha tanto em indivíduos idosos como em indivíduos mais jovens, no entanto são poucos os estudos que se focam apenas na distribuição da pressão plantar da população idosa durante a posição ortostática. Desta forma pretende-se com este estudo aprofundar a investigação nesta área, tendo como objetivo principal analisar a pressão plantar máxima registada em cada região da planta do pé de idosos, em posição ortostática, sob condições de tarefa única e dupla. Pretendeu-se igualmente descrever a pressão plantar máxima registada em cada região do pé nas diferentes condições; verificar se existem diferenças entre condições (tarefa única e tarefa dupla) quanto à pressão plantar máxima; comparar a pressão plantar máxima registada em cada pé; examinar a associação entre idade e pressão plantar máxima; analisar a associação entre IMC e pressão plantar máxima e verificar se existem diferenças entre géneros ao nível da pressão plantar máxima.

## **CAPÍTULO I. Revisão Bibliográfica**

## **1. Anatomia e função do pé**

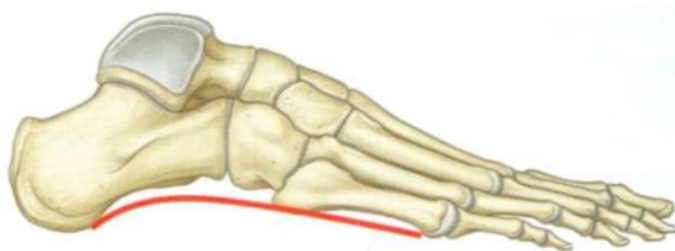
O pé, o segmento mais distal da extremidade inferior, é uma das estruturas mais importantes ao nível do suporte peso e absorção de choque e que permite ao ser humano realizar várias atividades ao longo de diferentes superfícies de suporte (Kandil, Aboelazm, & Mabrouk, 2014). Não só mantém enormes pressões geradas pelas atividades dinâmicas como também fornece informações sensoriais em relação ao contato com o solo (Periyasamy & Anand, 2013). Esta estrutura é o único contato direto com a superfície de apoio e por conseguinte, desempenha um papel importante nas tarefas de carga de peso, sendo também a interface entre a manutenção e deslocação do centro de gravidade (Imaizumi, Iwakami, & Yamashita, 2011; Kirby, 2000; Scott, Menz, & Newcombe, 2007).

O pé é uma estrutura complexa constituída por vinte e seis ossos e mais de trinta articulações, vinte músculos intrínsecos e cento e catorze ligamentos (Wozniacka, Bac, Matusik, Szczygiel, & Ciszek, 2013). Todos estes elementos estão interligados através de tecidos conjuntivos, vasos sanguíneos e nervos, sendo todo o complexo revestido por camadas de pele (Abboud, 2002).

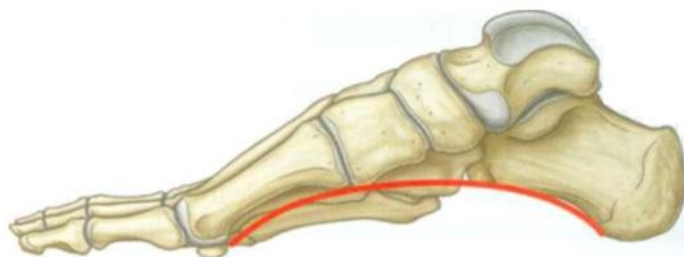
É possível distinguir três segmentos funcionais no pé nomeadamente o ante-pé, o médio-pé e o retro-pé, cada um com as suas funções específicas (Ombregt, 2013). O retro-pé representa a parte posterior do pé e consiste no osso astrágalo e o calcâneo. O astrágalo é o osso mais superior do pé é suportado pelo calcâneo. O calcâneo é o maior dos ossos tarsais, projetando-se posteriormente para trás da articulação talocrural formando a estrutura esquelética do calcanhar (Drake et al., 2005). O segmento médio (médio-pé) contém os cinco ossos do tarso, o osso escafoide, o osso cubóide e três ossos cuneiformes. A parte central do pé é responsável pela formação dos arcos dos pés e age como um amortecedor de choque (Ombregt, 2013). O ante-pé é composto por cinco dedos (chamados falanges) e os ossos longos de ligação (metatarsos). Cada dedo dispõe de três falanges com a exceção do primeiro dedo (hálux) que apresenta apenas duas (Drake et al., 2005).

O pé deve possuir a capacidade de se adaptar às diferentes superfícies de apoio com que estabelece contato e adotar uma configuração que mantenha a sua integridade, impedindo-o que entre em colapso sob a ação acrescida do peso corporal (Abboud, 2002). Os ossos do pé não se orientam num plano horizontal, em vez disso formam arcos longitudinais e transversais em relação ao chão que absorvem e distribuem as forças do

corpo enquanto o indivíduo se encontra na posição ortostática ou a deambular sobre diferentes superfícies (Drake et al., 2005). Os arcos plantares classificam-se em arcos transversais e arcos longitudinais. O arco longitudinal é formado entre a extremidade posterior do calcâneo e as cabeças dos metatarsos. É mais baixo na face lateral (Figura I) e mais alto na face medial onde forma a parte medial do arco longitudinal (Figura II).



**Figura I** - Arco longitudinal do pé (parte lateral)  
(retirado de: (Drake et al., 2005))



**Figura II** - Arco longitudinal do pé (parte medial)  
(retirado de: (Drake et al., 2005))

Por sua vez o arco transversal é o mais alto em plano frontal que corta através da cabeça do tálus e desaparece próximo às cabeças dos metatarsos.



**Figura III** - Arco transversal do pé  
(retirado de: (Drake, Vogl, & Mitchell, 2005))

Apesar de ter muitas características anatómicas em comum, a forma e a biomecânica do pé diferem muito entre os indivíduos (Razeghi & Batt, 2002). Uma das características estruturais e funcionais do pé humano mais importantes e altamente variável é a altura do seu arco longitudinal medial (McCrary, Young, Boulton, & Cavanagh, 1997; Xiong, Goonetilleke, Witana, Weerasinghe, & Au, 2010). De uma forma geral os arcos plantares conseguem adaptar-se à influência de diferentes fatores, no entanto podem ocorrer modificações nas estruturas relacionadas com o arco longitudinal medial que podem levar ao aparecimento de deformidades plantares, nomeadamente:

- Pé plano que pode resultar do alongamento da fâscia plantar e do enfraquecimento da musculatura que a sustenta, sendo que os ossos do tarso assumem a forma de uma linha reta, o que resulta na diminuição ao nível das funções de amortecimento (Santos, 2008);
- Pé cavo no qual ocorre um encurtamento da fâscia plantar, aumentando desta forma a curvatura do arco plantar (Cailliet, 2005).

Tradicionalmente os pés são então classificados como tendo um arco normal, arco alto (pé cavo) ou arco baixo (pé plano) (O'Brien & Tyndyk, 2014; Xiong et al., 2010). Como observado por Periyasamy e Anand (2013), o tipo de arco do pé pode influenciar a distribuição da pressão plantar e pode ter um impacto sobre a biomecânica da postura (Periyasamy & Anand, 2013). A pressão plantar num pé com um arco classificado como normal é geralmente distribuído uniformemente, sem grandes regiões de picos de pressão, resultando num movimento estável e suave. Por sua vez um arco do pé elevado é suposto ser de maior risco de lesão das estruturas ósseas na face lateral do pé, enquanto um pé de arco baixo pode apresentar um risco maior de dano dos tecidos moles no lado medial (Xiong et al., 2010).

Considera-se relevante o facto do arco do pé desempenhar um papel importante na distribuição do peso do corpo, neutralizando impactos e dando conformidade aos pés quando se encontram sobre diferentes superfícies (Hedayati et al., 2014). Com o avançar da idade, há uma tendência para uma diminuição gradual do arco, como evidenciado por um maior contato medial da parte central do pé, observado a partir de pegadas (H. B. Menz, 2015).

## 2. A pressão plantar

O pé humano desempenha um papel importante na manutenção da função biomecânica dos membros inferiores que inclui a provisão de equilíbrio e estabilização do corpo (Deepashini et al., 2014). Esta estrutura proporciona uma base relativamente pequena de apoio para as reações de equilíbrio e por este motivo, muitas estratégias de controlo posturais são sensíveis a alterações mecânicas na superfície de suporte que pode afetar a área de contato com a superfície ou alterar estratégias musculares, com o objetivo de manter uma base de suporte estável. O processo de controlo postural faz com que a superfície plantar do pé transfira apropriadamente o peso do corpo para o chão e a partir das medidas de força e área de contato do pé com a superfície é possível quantificar a pressão plantar (Angin, Ilcin, Yesilyaprak, & Simsek, 2013).

A magnitude de medições de pressão plantar varia dependendo da região da superfície plantar do qual a medição é feita e é influenciada principalmente pela postura do pé e a posição instantânea do centro de gravidade sobre a superfície de suporte (Angin et al., 2013). Alguns estudos mencionam que fatores como idade, género e peso corporal estão associados a alterações na distribuição de pressão plantar do pé (Hessert et al., 2005; Periyasamy et al., 2011; Teh et al., 2006). Em algumas investigações, foram verificadas diferenças na distribuição da pressão plantar entre jovens e idosos, sendo que a idade está associada com uma redução da pressão plantar máxima sob a região do calcanhar, médio-pé e hálux em indivíduos idosos (Hessert et al., 2005). Em geral nos estudos efetuados, os idosos, demonstraram uma diminuição da pressão plantar máxima e força sob as regiões do retro-pé e ante-pé e, tempos de contato mais longos na região do médio-pé quando comparados com os indivíduos mais jovens (Deepashini et al., 2014).

A obesidade é outro fator significativo que está associado à distribuição da pressão plantar. Estudos relatam que pessoas com maior índice de massa corporal apresentam um aumento da área de contato total do pé (Teh et al., 2006) bem como um aumento dos valores da pressão plantar máxima durante a posição estática (Hills, Hennig, McDonald, & Bar-Or, 2001) e conseqüentemente parece também existir uma associação entre o índice de massa corporal e dor no pé (Arnold, Causby, Pod, & Jones, 2010; Butterworth et al., 2015; Hills et al., 2001; Teh et al., 2006). Uma explicação plausível para a relação entre a obesidade e problemas associados ao pé pode ser evidenciada a partir dos estudos de pressão plantar que avaliam os padrões de carga em indivíduos não obesos e obesos em

que estes últimos têm demonstrado aumentos significativos na força e pressão sob o pé. Ao longo do tempo, é provável que estas forças elevadas sobrecarreguem os tecidos plantares e levem ao desenvolvimento de condições, tais como a talalgia e a metatarsalgia (Hills et al., 2001; Hylton B. Menz, 2008).

Relativamente ao género, um estudo realizado por Fukano e Fukubayashi (2012) demonstrou que as mulheres apresentam menos rigidez no arco plantar do que os homens e têm pés mais flexíveis em ambas as condições de suporte de peso estáticas e dinâmicas (Fukano & Fukubayashi, 2012; Periyasamy & Anand, 2013). Estas diferenças entre os géneros podem causar uma variação na distribuição da pressão plantar. Segundo Periyasamy e colaboradores (2011) os homens apresentam uma área de contato do pé mais elevada, bem como maior distribuição da pressão plantar do que as mulheres. Por sua vez Putti e colaboradores (2010) verificaram que os homens apresentaram maior área de contato em todas as regiões estudadas quando comparadas às mulheres, no entanto não existiram diferenças na pressão plantar máxima entre os géneros em qualquer uma das regiões. A disparidade de resultados encontrados na bibliografia requer pesquisas adicionais para perceber melhor a associação do género e a distribuição da pressão plantar.

De forma a aumentar a exatidão e viabilidade das investigações acerca da distribuição da pressão plantar, é necessário dar relevância à escolha do sistema de medição. Um dos métodos mais utilizados para avaliar a pressão plantar é a plataforma de pressão. Através deste método, é possível obter informações a nível das componentes da força de reação do solo como a nível da carga plantar, sendo uma das variáveis mais utilizadas e de maior interesse a pressão plantar máxima ou pico de pressão plantar (Orlin & McPoil, 2000).

Nos últimos anos, a medição da distribuição da pressão plantar tem sido amplamente aceite como um parâmetro biomecânico vital e uma das mais importantes ferramentas clínicas que fornece esclarecimentos adicionais sobre a etiologia de vários problemas músculo-esqueléticos do membro inferior (Deepashini et al., 2014; Orlin & McPoil, 2000; Putti et al., 2010). Permite também ter acesso a informações importantes para a investigação do *stress* criado nas diferentes regiões plantares (Franco, Silva, Rocha, & Carpes, 2015; Rosebaum & Becker, 1997) devido ao aumento da pressão sob o pé (Wafai et al., 2015) e que levam ao aumento de perturbações da marcha (Rai & Aggarwal, 2006) e a um maior risco de quedas (Kandil et al., 2014).

No caso da marcha não corresponder aos padrões normais, a força e a pressão plantar são distribuídas inadequadamente no pé (Deepashini et al., 2014) e conseqüentemente inibem as funções normais deste que absorvem o choque e que suportam o peso do corpo (Kim & Park, 2015). Foram realizadas investigações que efetuaram a medição da pressão plantar e analisaram a marcha de idosos saudáveis, estas revelaram uma diminuição do comprimento e força do passo e variabilidade nos parâmetros da marcha. Para além disso também verificaram que a instabilidade durante a marcha se encontra aumentada em idosos (Kanimozhi & N.K.Multani, 2014). A estabilidade dinâmica é uma propriedade de um corpo que faz com que ele quando perturbado a partir de uma condição de equilíbrio ou de movimento constante desenvolva forças ou momentos que restauram as condições originais. O indivíduo deve controlar os deslocamentos do centro de pressão (COP) em relação a uma mudança de base de suporte (Priest, Salamon, & Hollman, 2008), utilizando processos sensório-motores e cognitivos particularmente a função executiva e atenção (Howcroft, Kofman, Lemaire, & McIlroy, 2016).

Geralmente o peso do corpo desloca-se para a parte central do pé e calcanhar através do arco longitudinal, porém transferências assimétricas repetidas do peso do corpo para a região medial e calcanhar causam uma diminuição da propriocepção e deformidade estrutural do pé (Shin & An, 2014). A alteração da função normal do pé pode conduzir a uma cadeia de resultados desfavoráveis que variam de infligir maior pressão para um novo local do pé, a colocar as pessoas em maior risco de desequilíbrio. Estes resultados podem também levar a mudanças excessivas no grau de assimetria entre a pressão plantar do pé esquerdo e direito, aumentando ainda mais o risco de lesão plantar (Wafai et al., 2015).

Uma das mais comuns e debilitantes condições clínicas que podem afetar a função do pé durante o ciclo da marcha é a dor. Esta dor é frequentemente associada com maior pressão plantar do que o normal e pode acarretar várias lesões durante as atividades da vida diária (Wafai et al., 2015). No caso de uma distribuição da pressão plantar anormal, as áreas de pressão plantar máxima nem sempre correspondem àquelas em que o indivíduo sente a dor, ou porque este alterou o padrão de marcha para proteger a área de dor, ou porque está relacionado com problemas funcionais. Estas constatações indicam aparentemente que a causa do aumento da pressão sob o pé é multifatorial e é consequência de qualquer perturbação anatômica ou funcional ou mais provavelmente uma combinação de ambos (Kandil et al., 2014).

### **3. Alterações inerentes ao envelhecimento**

O envelhecimento pode ser considerado como uma das transições demográficas mais importantes (F. Oliveira et al., 2015), desta forma a crescente preocupação com a qualidade da saúde das pessoas idosas abrange o conhecimento sobre os diversos problemas que podem afetar esta população. Torna-se fundamental dar ênfase aos problemas que afetam a capacidade funcional, como por exemplo as mudanças nas estruturas anatômicas e fisiológicas dos pés. Estas alterações originadas por doenças sistêmicas, distúrbios da marcha e fraturas do pé, comprometem a integridade da pele, unhas, nervos, vasos e estruturas ósseas (Ferrari, Santos, Araújo, Cendoroglo, & Trevisani, 2009) e podem originar consequências na vida dos idosos tais como: diminuição do equilíbrio e mobilidade; aumento do risco de quedas e de instabilidade postural resultando na diminuição da capacidade de realizar as atividades da vida diária e diminuição da autonomia do idoso (Dunn et al., 2004; Hiramatsu & Izumi, 2010; H. B. Menz & Lord, 2001; F. Oliveira et al., 2015).

Alguns estudos realizados afirmam que com o avançar da idade ocorre uma redução na amplitude do movimento e na força, uma diminuição da sensação plantar tátil, uma maior prevalência de deformidades no pé (Kwan, Zheng, & Cheing, 2010; H. B. Menz & Lord, 2001; Scott et al., 2007) e uma modificação na sua estrutura, verificando-se também um aumento da pronação do pé e alterações na mobilidade e na postura na posição estática (Scott et al., 2007).

Ao longo do tempo, essas alterações são suscetíveis de contribuir para o desenvolvimento de sintomas no pé do idoso, uma vez que a carga que é criada durante as atividades de suporte de peso não é efetivamente dissipada e faz com que esta seja transferida para os tecidos mais profundos (H. B. Menz, 2015). Esse aumento da carga sobre os tecidos moles plantares, que apresentam uma perda de elasticidade devido ao envelhecimento, frequentemente evolui para a metatarsalgia em idosos. Adicionalmente, a exposição excessiva a cargas sob os tecidos moles dos pés pode levar a problemas comumente conhecidos como úlceras de pressão (Franco et al., 2015; Kwan et al., 2010).

Outro fator associado com o avançar da idade é, como foi referido anteriormente, a degeneração músculo-esquelética que pode influenciar a estrutura medial longitudinal do arco. Segundo estudos realizados que avaliaram a pressão plantar em jovens e idosos, estes últimos apresentaram pés mais planos e com elevada pronação, bem como tempo de

contato mais longo sob a parte central do pé durante a marcha (Chiu et al., 2013). Pressão é uma função da força e da área de contato, portanto, qualquer aumento observado deve ser devido ao aumento da força, diminuição da área de contato, ou uma combinação dos dois (H. B. Menz & Morris, 2006).

#### **4. Condição de dupla tarefa e pressão plantar**

Os idosos experienciam uma alteração funcional nos pés devido ao envelhecimento causando uma diminuição da estabilidade postural mas para além disso também apresentam problemas ao nível das funções cognitivas que controlam o movimento, causando um maior risco de quedas (Kim & Park, 2015).

A condição de dupla tarefa é a principal abordagem usada para investigar as interações entre o processamento cognitivo e o desempenho motor e é definida como a capacidade de realizar duas ou mais atividades cognitivas e motoras, simultaneamente, mantendo o controlo postural. A capacidade de se dividir a atenção entre duas ou mais tarefas em simultâneo é um aspeto importante do movimento funcional durante a realização das atividades da vida diária (Shin & An, 2014).

Estudos realizados com idosos saudáveis mostraram que a capacidade funcional das pessoas idosas fica comprometida ao executar várias tarefas simultaneamente comparativamente com adultos jovens, devido à sua capacidade limitada para desempenhar as tarefas, seja porque estas exigem mais recursos de atenção, ou devido a limitações na sua capacidade de processamento de informações (Shin & An, 2014; Targino, Freire, Sousa, Maciel, & Guerra, 2012). O equilíbrio é sustentado por uma integração de informações sensoriais do *input* visual, vestibular e somatossensorial, e subsequente *output* motor. A manutenção do equilíbrio engloba a capacidade de ficar imóvel e de reagir aos desafios posturais, controlando adequadamente o centro de massa em relação à base de suporte (Hashish, Samarawickrame, Wang, Yu, & Salem, 2015). O défice na capacidade de realizar uma tarefa motora e tarefas cognitivas em simultâneo que está associado ao envelhecimento tem sido atribuído à redução da área pré-frontal do cérebro (Ansai, Aurichio, & Rebelatto, 2016), uma vez que esta área está fortemente relacionada com as funções executivas, tais como a gestão de múltiplas tarefas (Targino et al., 2012).

Os idosos apresentam um maior aumento da oscilação postural ao executar tarefas únicas ou duplas comparativamente a adultos jovens (Melzer, Benjuya, & Kaplanski, 2001; Woollacott & Shumway-Cook, 2002). A oscilação postural durante a posição estática

reflete a interação entre forças desestabilizadoras que atuam sobre o corpo e as ações assumidas pelo sistema de controlo postural para evitar uma perda de equilíbrio (Pavol, 2005). O aumento da oscilação postural pode provocar mudanças adicionais na distribuição da pressão plantar de forma a que os idosos consigam manter a estabilidade contra as perturbações a que são sujeitos (Wollesen et al., 2015). Estas mudanças podem levar a um aumento da pressão plantar máxima em determinadas regiões do pé e consequentemente provocar dor e evoluir para o aparecimento de lesões (Wafai et al., 2015).

Em contraste com a informação que está disponível acerca dos padrões de distribuição de pressão plantar durante a marcha, existem poucos estudos que analisam os padrões de distribuição da pressão plantar durante a posição ortostática. Desta forma o presente estudo teve então como objetivo principal analisar a pressão plantar máxima registada em cada região da planta do pé de idosos, em posição ortostática, sob condições de tarefa única e dupla. Pretendeu-se igualmente descrever a pressão plantar máxima registada em cada região do pé nas diferentes condições; verificar se existem diferenças entre condições (tarefa única e tarefa dupla) quanto à pressão plantar máxima; comparar a pressão plantar máxima registada em cada pé; examinar a associação entre idade e pressão plantar máxima; analisar a associação entre IMC e pressão plantar máxima e verificar se existem diferenças entre géneros ao nível da pressão plantar máxima.

## **CAPÍTULO II. Métodos**

## **1. Desenho de estudo**

O presente trabalho baseia-se, de acordo com os objetivos propostos, num estudo de natureza quantitativa, isto é, uma abordagem que testa teorias objetivas e que utiliza dados numéricos para obter informações, descrever e testar relações entre variáveis (Creswell, 2003). Estas variáveis por sua vez podem ser medidas, através de instrumentos, de modo que os dados recolhidos possam ser analisados com recurso a procedimentos estatísticos (Creswell, 2003; Fortin, Coté, & Filion, 2009).

Este estudo classifica-se como observacional (Rosenbaum, 2013), uma vez que explora associações entre as variáveis em estudo, não sendo realizada qualquer intervenção nos indivíduos estudados, ou seja, o investigador apenas observa os fatores que ocorrem nos indivíduos sem interferir na ocorrência dos mesmos (A. G. Oliveira, 2009).

Considera-se analítico uma vez que se avalia a existência de relação entre as variáveis dependentes e independentes, não se procedendo apenas à descrição das mesmas (Monsen & Horn, 2007). A recolha de dados foi momentânea e única para cada participante, sendo este tipo de estudo designado por estudo transversal (Babbie, 2015).

## **2. Amostra**

A amostra do presente estudo é constituída por 110 idosos (88 do sexo feminino e 22 do sexo masculino) residentes na comunidade do distrito do Porto, Portugal com idade igual ou superior a 65 anos.

O método de amostragem é não probabilístico por conveniência (A. G. Oliveira, 2009) uma vez que a amostra é constituída por indivíduos selecionados de acordo com a facilidade de acesso e segundo a sua disponibilidade e/ou características.

Os critérios de exclusão consistiram na presença de défices físicos graves que impossibilitassem que o idoso permanecesse na posição de pé, défices cognitivos severos ((obter uma pontuação menor do que 10 na escala de Avaliação Breve do Estado Mental (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975; Galasko, 1998) de acordo com as *guidelines* do *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE, 2011)) e não falar português.

## **3. Instrumentos**

Foram selecionados para este trabalho de investigação alguns instrumentos que permitiram realizar a recolha dos dados necessários no sentido de melhor concretizar os

objetivos de estudo nomeadamente a Avaliação Breve do Estado Mental (MMSE), a plataforma de pressão (Emed-AT25 D, Novel Inc., Munique, Alemanha) e um questionário sociodemográfico que permitiu aceder a informação como a idade, o estado civil e o grau de escolaridade. O peso e altura foram também medidos com a finalidade de calcular o IMC dos participantes.

Os instrumentos mencionados serão descritos de seguida:

- **Avaliação Breve do Estado Mental (MMSE)**

A Avaliação Breve do Estado Mental (MMSE) (Folstein et al., 1975) foi traduzida e validada para a população portuguesa por Guerreiro e colaboradores (1994). É frequentemente utilizada tanto na prática clínica como em investigação como forma de despiste da incapacidade cognitiva e de possíveis alterações do estado mental dos indivíduos (Guerreiro et al., 1994; Herndon, 2006).

É constituída por 11 itens e fornece informações acerca da orientação temporal e espacial, retenção (memória a curto prazo e consolidação de informações novas), atenção e cálculo, evocação, linguagem e capacidade construtiva visual (Ridha & Rossor, 2005). A sua pontuação varia de um mínimo de 0 pontos até um total máximo de 30 pontos (Ridha & Rossor, 2005; Tombaugh & McIntyre, 1992). Segundo os pontos de corte estabelecidos para a população portuguesa, consideram-se com “défice cognitivo” indivíduos com: pontuação igual ou inferior a 22 com 0 a 2 anos de escolaridade; pontuação igual ou inferior a 24 com 3 a 6 anos de escolaridade e pontuação igual ou inferior a 27 para 7 ou mais anos de escolaridade (Morgado, Rocha, Maruta, Guerreiro, & Martins, 2009).

Este instrumento apresenta também uma ampla difusão na literatura e elevada sensibilidade bem como uma boa confiabilidade no teste-reteste sendo o valor do coeficiente de correlação 0,79 e do alfa de *Cronbach* 0,91 (Ridha & Rossor, 2005).

- A pressão plantar foi avaliada através da utilização de uma plataforma de pressão (Emed-AT25 D, Novel Inc., Munique, Alemanha) que consiste numa superfície de sensores capazes de adquirir a distribuição plantar estática e dinâmica (Orlin & McPoil, 2000; Rosebaum & Becker, 1997). Esta contém 4000 sensores capacitivos dentro de uma área de deteção de 380 x 240 mm<sup>2</sup> (resolução do sensor de dois sensores/cm<sup>2</sup>) e uma frequência de gravação de 25Hz. Encontra-se normalmente conectada a um computador que efetua a aquisição e armazenamento dos dados obtidos (Orlin & McPoil, 2000). Os

dados recolhidos pela plataforma resultaram numa representação visual da distribuição da pressão plantar ao longo do período de recolha. As cores vermelha e roxa indicam zonas de pressão mais elevadas, enquanto que, as cores verde, azul e preto representam valores mais baixos de pressão (Orlin & McPoil, 2000).

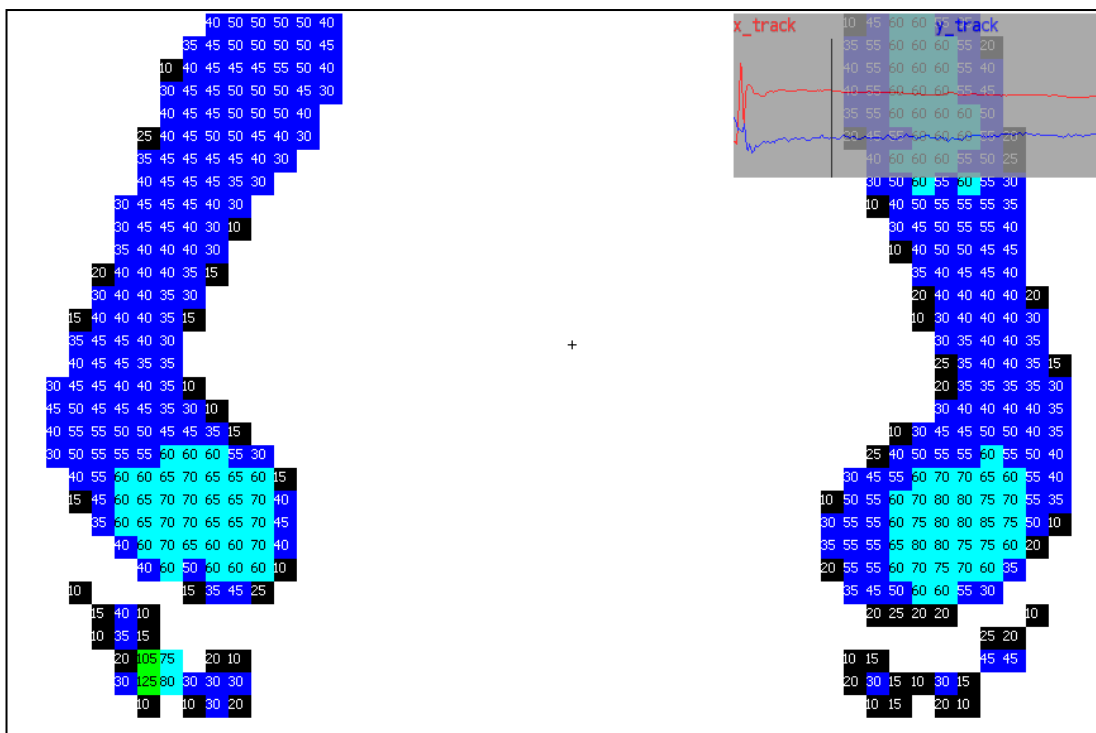


Figura IV - Frame ilustrativa da distribuição da pressão plantar

#### 4. Procedimentos

Os dados usados neste estudo foram recolhidos no âmbito do projeto de investigação “Modelo Integral de Fragilidade do Idoso”, aprovado pelas direções das instituições e pela comissão de ética do programa doutoral do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar (ICBAS).

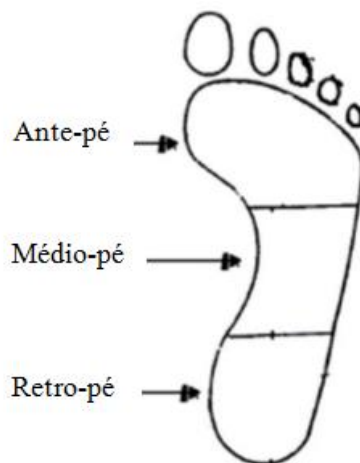
O estudo foi divulgado em instituições em que são prestados serviços específicos para pessoas idosas (centros de dia, centros de convívio, universidades de terceira idade). Numa segunda fase foram selecionados idosos que se voluntariaram para participar avaliando-se a adequabilidade destes de acordo com os critérios de seleção definidos e todos os participantes deram o seu consentimento informado por escrito. A confidencialidade de todos os dados foi mantida ao longo do estudo, sendo que os dados recolhidos foram apenas utilizados no âmbito deste trabalho de investigação.

Posteriormente procedeu-se ao preenchimento dos questionários sociodemográficos aplicados por investigadores treinados que utilizaram protocolos de avaliação estruturados que incluíam o instrumento de avaliação MMSE.

A medição da PPM foi realizada em condições de tarefa única em que foi pedido aos participantes que mantivessem a posição ortostática na plataforma de pressões durante 60 segundos com os olhos abertos. O mesmo procedimento foi repetido mas desta vez os participantes teriam de manter a posição durante 60 segundos de olhos fechados. Para avaliar a PPM sob condições de dupla tarefa, os participantes foram orientados a manter uma posição ortostática para o mesmo período de tempo durante a execução de uma tarefa de fluência verbal que consistia em enunciar o maior número de animais possível. Todos os indivíduos foram solicitados a realizar a tarefa descalços e a olhar em frente para um alvo colocado a dois metros na altura dos seus olhos. A ordem de cada condição foi randomizada para evitar possíveis sinais de fadiga e efeito de aprendizagem.

Os dados recolhidos pela plataforma de pressão foram analisados através de *frames* (figura IV) do período em que o indivíduo permaneceu em cima da plataforma. Foi selecionado o intervalo de tempo de 30 segundos em que indivíduo apresentou uma maior estabilidade, ou seja, onde existiu uma menor variação da posição do COP.

Para efetuar a análise das *frames* de forma a retirar os valores da pressão plantar máxima, dividiu-se o pé em três regiões (figura V) nomeadamente: retro-pé; médio-pé e ante-pé.



**Figura V** - Divisão do pé em retro-pé, médio-pé e ante-pé  
(adaptado de (Periyasamy & Anand, 2013))

Foi selecionada uma *frame* do início do período mais estável, uma a meio e uma do final. De cada uma das *frames* foram retirados três valores correspondentes à pressão plantar máxima de cada região do pé, de forma a obter o valor médio da pressão plantar máxima das respetivas regiões.

A análise estatística dos dados foi efetuada utilizando o SPSS versão 23.0 para *Windows*. Inicialmente foi criada uma base de dados para introdução dos resultados obtidos. Posteriormente realizou-se uma análise descritiva dos dados sociodemográficos para caracterização da amostra (idade, género, estado civil, anos de escolaridade e IMC). Os dados nominais foram apresentados através de frequências absolutas (n) e relativas (%) e nos dados escalares utilizou-se a média e desvio padrão (Marôco, 2011).

Foi utilizado o coeficiente de correlação de *Pearson* (Marôco, 2011) de forma a obter a associação entre as variáveis idade e pressão plantar máxima, assim como a associação entre o IMC e a PPM. As correlações encontradas foram classificadas de acordo com os seguintes critérios: correlação fraca até 0.25; correlação moderada de 0.25 a 0.50; correlação forte de 0.50 a 0.75 e correlação muito forte superior a 0.75 (Marôco, 2011).

De forma a averiguar as diferenças entre géneros ao nível da pressão plantar máxima utilizou-se o Teste t de *student* para amostras independentes (Marôco, 2011). Foi também realizado o Teste t para amostras emparelhadas (Marôco, 2011) com a finalidade de comparar a pressão plantar máxima registada em cada pé. Por último foi realizado o teste ANOVA para medidas repetidas e posteriormente utilizou-se correção de *Bonferroni* (Marôco, 2011) de forma a verificar as diferenças entre condições (tarefa única e dupla) quanto à pressão plantar máxima.

Todos os valores foram analisados para um nível de significância de 0.05 (Marôco, 2011).

## **CAPÍTULO III. Resultados**

A amostra em estudo é constituída por 110 indivíduos idosos, sendo 88 do sexo feminino, com média de idade de 78 ( $\pm 7.14$ ). No que diz respeito à antropometria, a média de altura dos participantes é de 1.55 metros ( $\pm 0.09$ ) e apresentam um peso médio de 68.95 kg ( $\pm 12.73$ ). Por sua vez a média de IMC dos participantes de acordo com a sua altura e peso é de 28.64 ( $\pm 4.95$ ).

Por último a pontuação média do instrumento MMSE é de 23.75 ( $\pm 4.95$ ), sendo que 63 (57.3%) dos 110 idosos apresentam défice cognitivo. Ver tabela I para mais detalhes sobre as características dos participantes.

**Tabela I** - Caracterização da amostra (n=110)

Características	n (%)
<b>Características sociodemográficas</b>	
Idade (anos), M $\pm$ DP	78 $\pm$ 7.14
Género (feminino)	88 (80)
Escolaridade (anos), M $\pm$ DP	4.55 $\pm$ 3.58
Estado civil	
Solteiro	7 (6.4)
Casado/vive com um parceiro	25 (22.7)
Viúvo	59 (53.6)
Separado/divorciado	19 (17.3)
<b>Antropometria</b>	
Altura (metros), M $\pm$ DP	1.55 $\pm$ 0.09
Peso (kg), M $\pm$ DP	68.95 $\pm$ 12.73
IMC (kg/m <sup>2</sup> ), M $\pm$ DP	28.64 $\pm$ 4.74
<b>Características psicológicas</b>	
MMSE (pontuação), M $\pm$ DP	23.75 $\pm$ 4.95
Défice cognitivo <sup>a</sup>	63 (57.3)

<sup>a</sup> Déficit Cognitivo: Pontuação do MMSE  $\leq 22$  para 0 a 2 anos de escolaridade:  $\leq 24$  para 3 a 6 anos e  $\leq 27$  para  $\geq 7$  anos de escolaridade

### Associação entre a idade, IMC e pressão plantar máxima

A tabela II permite analisar os resultados relativos à associação entre as variáveis idade, IMC e pressão plantar máxima nas diferentes regiões do pé em estudo. É possível verificar que as associações entre o IMC e a pressão plantar máxima nas diferentes regiões do pé são maioritariamente significativas. A variável IMC apresenta correlações consideradas fortes com a PPM da região medial de ambos os pés. Por sua vez verifica-se uma correlação moderada entre o IMC e a PPM da região do retro-pé esquerdo na tarefa

única de olhos abertos e a PPM da região do retro-pé direito na tarefa única de olhos abertos e fechados. Existe também uma correlação fraca entre a variável IMC e a PPM da região do ante-pé esquerdo e retro-pé esquerdo na tarefa única de olhos fechados e a PPM da região do ante-pé esquerdo na dupla tarefa.

Relativamente à variável idade, esta também revela algumas correlações significativas com a PPM de determinadas regiões do pé, nomeadamente retro-pé direito e esquerdo na tarefa única de olhos abertos; retro-pé direito na tarefa única de olhos fechados e na dupla tarefa. Verifica-se também uma correlação fraca entre a idade e a PPM no retro-pé esquerdo na dupla tarefa.

**Tabela II-** Associação entre as variáveis idade, IMC e pressão plantar máxima

Pressão Plantar	Idade		IMC	
	r <sup>a</sup>	Valor de p	r <sup>a</sup>	Valor de p
<b>Tarefa única</b>				
Olhos Abertos				
Pé direito				
Ante-pé	0.103	0.285	0.014	0.882
Médio-pé	0.038	0.691	0.534	0.000
Retro-pé	-0.298	0.000	0.276	0.003
Pé esquerdo				
Ante-pé	-0.070	0.468	0.137	0.155
Médio-pé	-0.020	0.837	0.522	0.000
Retro-pé	-0.262	0.006	0.261	0.006
Olhos Fechados				
Pé direito				
Ante-pé	0.028	0.773	0.031	0.744
Médio-pé	0.043	0.658	0.502	0.000
Retro-pé	-0.294	0.002	0.291	0.002
Pé esquerdo				
Ante-pé	-0.153	0.111	0.195	0.041
Médio-pé	0.000	0.999	0.581	0.000
Retro-pé	-0.173	0.071	0.205	0.032
<b>Dupla tarefa</b>				
Pé direito				
Ante-pé	0.088	0.361	0.025	0.799
Médio-pé	0.018	0.853	0.588	0.000
Retro-pé	-0.293	0.002	0.181	0.059
Pé esquerdo				
Ante-pé	-0.133	0.165	0.218	0.022
Médio-pé	-0.010	0.914	0.509	0.000
Retro-pé	-0.204	0.033	0.166	0.083

<sup>a</sup> Coeficiente de Correlação de *Pearson*

**Diferenças entre os géneros relativamente à pressão plantar máxima**

A tabela III expõe os resultados relativos à análise da diferença entre os géneros relativamente à pressão plantar máxima nas regiões do pé. Através da análise dos valores apresentados nesta tabela verifica-se que apesar de existirem algumas diferenças entre o sexo masculino e o sexo feminino relativamente à PPM nas diferentes regiões do pé, estas não são estatisticamente significativas.

Os idosos do sexo masculino apresentam valores de PPM maioritariamente superiores comparativamente às mulheres. É possível verificar algumas exceções nomeadamente: na região do médio-pé direito na tarefa única de olhos abertos; médio-pé esquerdo na tarefa única de olhos fechados e médio-pé direito e esquerdo na dupla tarefa.

**Tabela III** - Diferenças entre géneros relativamente à pressão plantar máxima

Tarefas	Feminino	Masculino	Valor de p <sup>a</sup>
	PPM (kPa) Média (dp)	PPM (kPa) Média (dp)	
<b>Tarefa única</b>			
Olhos Abertos			
Pé direito			
Ante-pé	60.88 (19.52)	64.80 (19.78)	0.403
Médio-pé	31.96 (14.07)	29.27 (12.04)	0.411
Retro-pé	76.42 (23.10)	79.72 (23.02)	0.550
Pé esquerdo			
Ante-pé	59.08 (19.05)	66.89 (19.15)	0.089
Médio-pé	29.07 (14.84)	29.22 (15.74)	0.968
Retro-pé	76.57 (23.57)	83.18 (18.46)	0.224
Olhos Fechados			
Pé direito			
Ante-pé	61.72 (18.02)	65.35 (19.05)	0.404
Médio-pé	30.81 (12.79)	30.81 (12.37)	1.000
Retro-pé	73.71 (20.20)	80.28 (22.68)	0.186
Pé esquerdo			
Ante-pé	59.20 (18.71)	67.20 (17.21)	0.071
Médio-pé	28.59 (14.50)	27.05 (15.07)	0.658
Retro-pé	74.19 (19.85)	80.35 (19.27)	0.193
<b>Dupla tarefa</b>			
Pé direito			
Ante-pé	67.53 (20.50)	71.94 (18.76)	0.361
Médio-pé	31.18 (13.16)	29.85 (10.91)	0.662
Retro-pé	67.53 (21.04)	70.88 (24.40)	0.518
Pé esquerdo			
Ante-pé	67.49 (22.77)	76.36 (20.85)	0.100
Médio-pé	31.13 (15.05)	31.06 (16.14)	0.985
Retro-pé	70.29 (22.65)	78.11 (17.53)	0.135

<sup>a</sup> teste t de *student* para amostras independentes

### Comparação da pressão plantar máxima registada em cada pé

Os resultados da tabela IV demonstram que as diferenças entre o pé direito e o pé esquerdo não são estatisticamente significativas à exceção da região do médio-pé na tarefa única de olhos fechados. Neste último caso verifica-se uma diferença estatisticamente significativa entre os dois pés, sendo que os idosos em estudo apresentam valores de PPM superiores na zona medial do pé direito.

**Tabela IV** - Comparação da pressão plantar máxima registada em cada pé

Tarefas	PPM (kPa) Média (dp)	t <sup>a</sup>	Valor de p
<b>Tarefa única</b>			
Olhos Abertos			
Ante-pé direito	61.67 (19.55)	0.49	0.623
Ante-pé esquerdo	60.65 (19.24)		
Médio-pé direito	31.42 (13.68)	1.95	0.054
Médio-pé esquerdo	29.10 (14.95)		
Retro-pé direito	77.09 (23.02)	-0.34	0.737
Retro-pé esquerdo	77.89 (22.72)		
Olhos Fechados			
Ante-pé direito	62.44 (18.20)	0.90	0.368
Ante-pé esquerdo	60.80 (18.62)		
Médio-pé direito	30.81 (12.65)	2.04	<b>0.044</b>
Médio-pé esquerdo	28.28 (14.56)		
Retro-pé direito	75.03 (20.78)	-0.18	0.858
Retro-pé esquerdo	75.42 (19.81)		
<b>Dupla tarefa</b>			
Ante-pé direito	68.41 (20.15)	-0.33	0.743
Ante-pé esquerdo	69.27 (22.59)		
Médio-pé direito	30.91 (12.71)	-0.16	0.877
Médio-pé esquerdo	31.12 (15.20)		
Retro-pé direito	68.20 (21.68)	-1.44	0.154
Retro-pé esquerdo	71.85 (21.87)		

<sup>a</sup> teste t para amostras emparelhadas

### Diferenças entre condições (tarefa única e dupla) quanto à pressão plantar máxima

Na tabela V é possível observar que as diferenças entre as tarefas única e dupla relativamente à PPM de cada região do pé são estatisticamente significativas, existindo porém uma exceção na região medial do pé direito em que os valores de pressão plantar

máxima nesta zona não apresentam uma diferença estatisticamente significativa entre as tarefas. Analisando os resultados obtidos verifica-se que em relação ao ante-pé direito e ante-pé esquerdo e médio-pé esquerdo, a PPM é mais elevada na dupla tarefa. Por sua vez o retro-pé esquerdo e retro-pé direito revelam valores de PPM mais elevados na tarefa única de olhos abertos.

**Tabela V** - Diferenças entre condições (tarefa única e dupla) quanto à pressão plantar máxima

Tarefas	Valor de p <sup>a</sup>
Ante-pé direito	
Tarefa única olhos abertos	
Tarefa única olhos fechados	<0.001
Dupla tarefa	
Ante-pé esquerdo	
Tarefa única olhos abertos	
Tarefa única olhos fechados	<0.001
Dupla tarefa	
Médio-pé direito	
Tarefa única olhos abertos	
Tarefa única olhos fechados	0.641
Dupla tarefa	
Médio-pé esquerdo	
Tarefa única olhos abertos	
Tarefa única olhos fechados	<0.001
Dupla tarefa	
Retro-pé direito	
Tarefa única olhos abertos	
Tarefa única olhos fechados	<0.001
Dupla tarefa	
Retro-pé esquerdo	
Tarefa única olhos abertos	
Tarefa única olhos fechados	<0.001
Dupla tarefa	

<sup>a</sup> teste ANOVA para medidas repetidas

Foi utilizada a correção de *Bonferroni* para verificar de uma forma mais específica as diferenças existentes entre as tarefas em estudo em relação à pressão plantar máxima. De acordo com os resultados apresentados na tabela VI é possível afirmar que existem diferenças estatisticamente significativas entre a tarefa única de olhos abertos e a dupla tarefa. Para além disso existem também diferenças estatisticamente significativas entre a tarefa única de olhos fechados e a dupla tarefa.

No que diz respeito à região do ante-pé em ambos os pés e à região medial do pé esquerdo verifica-se que a PPM na dupla tarefa é superior à PPM na tarefa única de olhos abertos e à PPM na tarefa única de olhos fechados. Por sua vez na zona do retro-pé em ambos os pés verifica-se que a PPM na tarefa única de olhos abertos e na tarefa única de olhos fechados é mais elevada do que PPM na dupla tarefa.

Apenas a região medial do pé direito não apresentou nenhuma diferença estatisticamente significativa entre as respetivas tarefas como já tinha sido verificado na tabela anterior.

**Tabela VI** - Diferenças das médias da pressão plantar máxima entre condições (tarefa única e dupla)

<b>Tarefas</b>	<b>Média da diferença</b>	<b>Valor de p<sup>a</sup></b>
<b>Ante-pé direito</b>		
Tarefa única olhos abertos	-0.778	1.000
Tarefa única olhos fechados		
Tarefa única olhos abertos	-6.747	<0.001
Dupla tarefa		
Tarefa única olhos fechados	-5.970	0.002
Dupla tarefa		
<b>Ante-pé esquerdo</b>		
Tarefa única olhos abertos	-0.157	1.000
Tarefa única olhos fechados		
Tarefa única olhos abertos	-8.621	<0.001
Dupla tarefa		
Tarefa única olhos fechados	-8.465	<0.001
Dupla tarefa		
<b>Médio pé direito</b>		
Tarefa única olhos abertos	0.616	1.000
Tarefa única olhos fechados		
Tarefa única olhos abertos	0.510	1.000
Dupla tarefa		
Tarefa única olhos fechados	-0.106	1.000
Dupla tarefa		
<b>Médio-pé esquerdo</b>		
Tarefa única olhos abertos	0.818	0.687
Tarefa única olhos fechados		
Tarefa única olhos abertos	-2.015	0.021
Dupla tarefa		
Tarefa única olhos fechados	-2.833	<0.001
Dupla tarefa		
<b>Retro-pé direito</b>		
Tarefa única olhos abertos	2.056	0.332
Tarefa única olhos fechados		
Tarefa única olhos abertos	8.883	<0.001
Dupla tarefa		
Tarefa única olhos fechados	6.827	<0.001
Dupla tarefa		
<b>Retro-pé esquerdo</b>		
Tarefa única olhos abertos	2.470	0.371
Tarefa única olhos fechados		
Tarefa única olhos abertos	6.040	<0.001
Dupla tarefa		
Tarefa única olhos fechados	3.571	0.046
Dupla tarefa		

<sup>a</sup> Correção de *Bonferroni*

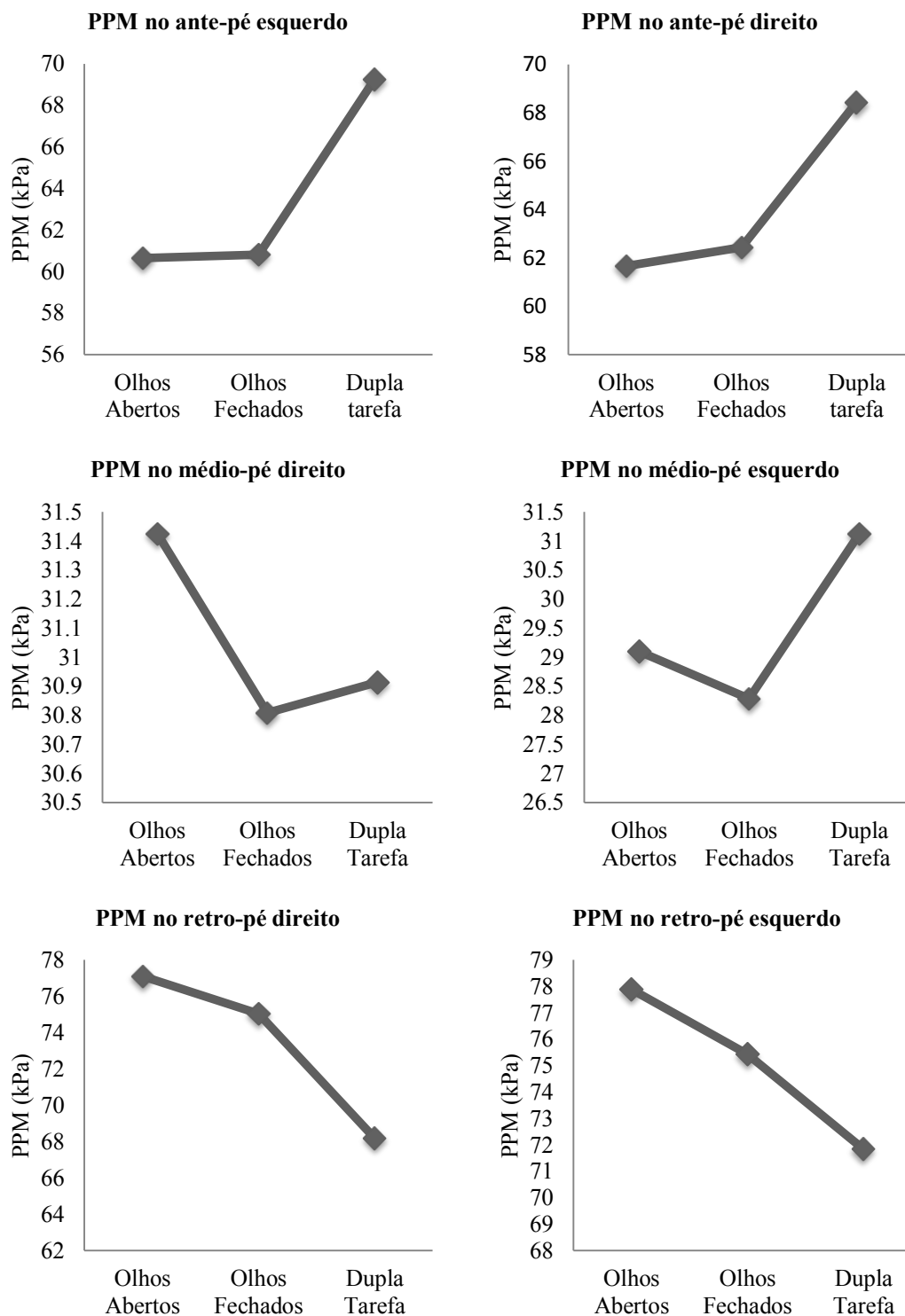


Figura VI - Distribuição da pressão plantar máxima nas regiões do pé nas condições de tarefa única (olhos abertos e olhos fechados) e dupla

## **CAPÍTULO IV. Discussão**

O presente estudo analisa a pressão plantar máxima registada em cada região da planta do pé de idosos, em posição ortostática, sob condições de tarefa única e dupla. Para além disso verifica também a relação entre a pressão plantar máxima registada em cada região do pé e as variáveis idade, género e índice de massa corporal.

Após a análise dos resultados obtidos no que se refere à associação da pressão plantar máxima com a variável idade, foi possível verificar uma associação significativa entre esta variável e a PPM na região do retro-pé em condição de tarefa única e dupla. Neste caso foi verificado que com o aumento da idade a PPM no retro-pé tem tendência a diminuir, ou seja os idosos mais velhos apresentam uma PPM inferior nesta zona comparativamente aos idosos mais novos. Estes resultados vão de encontro a algumas investigações realizadas nomeadamente um estudo efetuado por Scott e colaboradores (2007) que compararam a força plantar e a distribuição da pressão em idosos e jovens durante a marcha. Neste estudo participaram 50 jovens com uma média de idade de 20.9 anos e 50 idosos com uma média de idade de 80.2 anos. Comparando os dois grupos foram encontradas diferenças significativas na distribuição da pressão, sendo que os idosos exibiram uma pressão plantar reduzida nas zonas do calcanhar, na zona lateral do ante-pé e hálux.

Noutro estudo realizado por Machado e colaboradores (2015) a distribuição da pressão plantar nos idosos quando estes permaneciam na posição ortostática com os olhos abertos e fechados aumentava para as zonas mais distais, ou seja da zona medial até ao ante-pé quando comparados com os adultos mais jovens. Hessert e colaboradores (2005) também reportaram no seu estudo que os idosos exibiram força e pressão plantar significativamente reduzida na zona do calcanhar e zona medial do pé em comparação com um grupo de indivíduos mais jovens.

Os resultados obtidos nestes estudos referidos anteriormente tal como o presente estudo corroboram a hipótese de ocorrerem mudanças significativas na estrutura e função do pé com o avançar da idade e que estas alterações podem influenciar a distribuição de pressão plantar (Hessert et al., 2005; Kwan et al., 2010; Machado, Bombach, Duysens, & Carpes, 2016). Em particular, as alterações músculo-esqueléticas e características neurológicas do pé associadas com o avançar da idade, tais como: a diminuição da sensibilidade tátil plantar; a redução de força e amplitude de movimento; bem como as deformidades do pé podem alterar os padrões de carga plantares (Kernozek & LaMott, 1995; Scott et al., 2007).

A região do retro-pé proporciona amortecimento e absorção de choque durante as tarefas de suporte de carga (Scott et al., 2007). A espessura dos tecidos moles é um importante preditor da pressão plantar máxima e segundo um estudo realizado por Kwan e colaboradores (2010), a espessura do tecido mole plantar sob o calcanhar aumenta linearmente com a idade e pode reduzir a capacidade de adaptação do tecido para responder ao stress aquando do contato do pé com o solo (Ozdemir, Soyuncu, Ozgorgen, & Dabak, 2004). O aumento da espessura do tecido mole plantar pode levar a uma diminuição da sensibilidade tátil plantar e dificultar o feedback sensorial aferente.

Estas alterações em combinação com as mudanças na função motora decorrentes do envelhecimento podem influenciar a instabilidade do pé e explicar em parte a dificuldade das pessoas idosas em manter o controlo postural (Kwan et al., 2010). Os resultados obtidos no presente estudo que revelaram uma diminuição da PPM na região do retro-pé consoante o aumento da idade podem ser explicados pelo que foi referido anteriormente e podem também estar relacionados com a oscilação do COP que demonstra uma tendência em mover-se anteriormente quando os idosos permanecem na mesma posição durante um determinado período de tempo (Machado et al., 2016; Termoz et al., 2008), desta forma os idosos realizam mais pressão nas regiões mais distais do pé numa tentativa de manterem a estabilidade postural (Wollesen et al., 2015).

Relativamente à associação entre a PPM nas diferentes regiões do pé e a variável IMC, verificaram-se associações estatisticamente significativas excetuando por algumas regiões do pé, nomeadamente: ante-pé direito e esquerdo na tarefa única de olhos abertos; ante-pé direito na tarefa única de olhos fechados e dupla tarefa e na região do retro-pé direito e esquerdo na dupla tarefa.

Alguns autores nos seus estudos encontraram resultados que estão em consonância com os resultados obtidos neste estudo no que diz respeito à associação entre o IMC e pressão plantar em idosos. A obesidade é um problema de saúde fortemente associado a doenças músculo-esqueléticas do membro inferior e verifica-se um aumento do interesse por parte dos investigadores acerca desta temática. A maioria dos estudos realizados que relacionaram o IMC com a pressão plantar revelaram um aumento da pressão plantar máxima sob algumas regiões da superfície plantar nomeadamente nas zonas do calcanhar, médio-pé e regiões dos metatarsos na posição estática (Birtane & Tuna, 2004; Butterworth et al., 2015; Hills et al., 2001).

Um desses estudos foi realizado por Hills e colaboradores (2001) que tinham como objetivo analisar as diferenças da pressão plantar entre indivíduos com e sem obesidade. Nesse estudo participaram trinta e cinco homens e trinta e cinco mulheres divididos em dois grupos, o grupo designado por "obesos" (média de IMC 38.75 kg/m<sup>2</sup>) e "não obesos" (média de IMC 24.28 kg/m<sup>2</sup>). Foram encontrados aumentos significativos na média da pressão plantar nos indivíduos idosos com obesidade sob as zonas do calcanhar, médio-pé e cabeças dos metatarsos. A investigação realizada por Birtane & Tuna 2004 também revelou um aumento dos valores de pressão plantar em indivíduos obesos. Nesse estudo participaram cinquenta indivíduos que foram distribuídos por dois grupos de acordo com o valor do seu IMC. Os resultados demonstraram que na posição estática, o IMC dos indivíduos apresentou uma associação com a pressão plantar e com a área de contato total do pé. Para além disso revelaram valores significativamente mais elevados em termos de pressão plantar máxima, força plantar total e área de contato total na zona do ante-pé nos indivíduos obesos (Birtane & Tuna, 2004).

Tal como nos estudos descritos anteriormente Butterworth e colaboradores (2014) também realizaram um estudo que tinha como objetivo avaliar padrões de carga plantar em indivíduos obesos e não-obesos. Da mesma forma que no presente estudo, os investigadores verificaram uma associação entre o IMC e a pressão plantar, sendo que os indivíduos obesos apresentaram pressões plantares máximas mais elevadas ao caminhar e o peso corporal demonstrou estar significativamente associado com carga elevada exercida no pé, especialmente na região do ante-pé e médio-pé (Butterworth et al., 2015).

Os resultados obtidos nos diversos estudos tal como no presente estudo sugerem que a obesidade aumenta as tensões aplicadas no pé diretamente, através do aumento do peso corporal e indiretamente através de alterações na estrutura do pé. Uma possível explicação para os resultados obtidos nestes estudos que demonstraram uma relação entre a obesidade e o aumento da força e pressão sob o pé é que o excesso de peso corporal conduz a uma maior carga mecânica no pé (Teh et al., 2006). Nyska e colaboradores (1997) verificaram que o pé adapta-se à sustentação de peso excessiva mantida no arco longitudinal medial e consideraram que o excesso de peso devido à obesidade pode causar uma disfunção na estrutura do pé tal como o colapso do arco longitudinal, que leva ao aumento da área de contato do pé (Birtane & Tuna, 2004; Nyska, Linge, McCabe, & Klenerman, 1997). A pressão plantar e área de contato do pé aumentam ao mesmo tempo que o IMC aumenta devido à exposição a cargas mais elevadas (Butterworth et al., 2015;

Teh et al., 2006). Este aumento excessivo e repetitivo nas forças de suporte de peso provocado pela obesidade, pode originar grandes sobrecargas nas articulações dos membros inferiores e pés (Hills et al., 2001), bem como prejudicar o desempenho nas atividades diárias, afetando assim o desempenho ocupacional dos indivíduos idosos com excesso de peso.

Em relação aos resultados obtidos das diferenças entre os géneros relativamente à pressão plantar máxima nas diferentes regiões do pé, verificou-se que apesar de existirem algumas diferenças entre o sexo masculino e o sexo feminino estas não são estatisticamente significativas. Tal como os resultados desta investigação, Putti e colaboradores (2010) também não encontraram diferenças entre os géneros relativamente à PPM. Os investigadores analisaram a pressão plantar, a área e tempo de contato, tempo e força de pressão integral e pressão plantar máxima em dezasseis mulheres e doze homens adultos. Os resultados obtidos pelos investigadores demonstraram que a área de contato do pé foi significativamente maior nos homens, no entanto as diferenças entre os géneros relativamente à PPM não foi significativa. Murphy e colaboradores (2005) também compararam as diferenças de pressão plantar entre homens e mulheres e também não encontraram diferenças entre os géneros (Murphy, Beynnon, Michelson, & Vacek, 2005).

Parece existir uma discordância em relação às diferenças entre os géneros relativamente à pressão plantar máxima, uma vez que tanto é possível encontrar estudos que não verificam qualquer diferença entre os géneros tal como a presente investigação, como se encontra outros que verificam algumas diferenças na pressão plantar entre os homens e as mulheres. Um desses estudos realizado por Periyasamy e colaboradores (2011) verificou a diferença na distribuição da pressão plantar entre 14 homens e 14 mulheres com idades compreendidas entre os 20 e os 45 anos. Os homens demonstraram uma área de contato do pé significativamente maior do que as mulheres e foram encontradas diferenças significativas entre a distribuição da pressão plantar nos dois grupos. Kandil e colaboradores (2014) também encontraram diferenças significativas entre os géneros relativamente à distribuição da pressão plantar. Os valores da pressão plantar máxima foram distintos ao nível das seguintes regiões: calcanhar, hálux e cabeça do primeiro metatarso.

A disparidade que se verifica nos resultados dos diferentes estudos pode-se dever a determinados fatores. Segundo Smith (1997) as mulheres e os homens são anatómica e

fisiologicamente diferentes, tanto na forma como no tamanho (Smith, 1997). Os homens têm pés mais amplos e longos do que as mulheres para qualquer estatura e diferem dos pés das mulheres num número de características estruturais, particularmente no arco, no lado lateral do pé e no hálux (Wunderlich & Cavanagh, 2001). Estas diferenças podem potencialmente originar uma variação na distribuição de pressão plantar sob o pé (Periyasamy et al., 2011; Smith, 1997).

No caso do estudo realizado as diferenças entre os géneros podem não ter sido significativas uma vez que o número de homens da amostra é bastante menor do que o número de mulheres. Para além disso os estudos supracitados utilizaram amostras com indivíduos da faixa etária adulta e no caso deste estudo os participantes são todos idosos. Como já foi referido anteriormente o pé sofre alterações na sua estrutura com o envelhecimento, existindo uma tendência para uma diminuição gradual do arco longitudinal medial (H. B. Menz, 2015) de tal forma que as diferenças na estrutura do pé do idoso podem não ser tão evidentes quando se compara os géneros, e consequentemente a PPM registada nas diferentes regiões será semelhante entre o sexo masculino e o sexo feminino.

Em relação à diferença entre os pés relativamente à pressão plantar máxima, verificou-se que as diferenças não são estatisticamente significativas exceto pela região medial do pé direito na tarefa única de olhos fechados em que os idosos apresentaram valores de pressão plantar máxima superiores.

Através da análise de estudos que exploraram as diferenças entre os pés na posição estática relativamente à pressão plantar é possível verificar alguma disparidade nos resultados. Grieve e Hashdi (1984) examinaram a pressão plantar sob cento e dezasseis pés (58 participantes) e selecionaram dez áreas para as medições de pressão. Os investigadores não encontraram diferença na pressão entre o pé direito e o pé esquerdo (Grieve & Rashdi, 1984). Por sua vez Periyasamy e Anand (2013) realizaram um estudo onde investigaram a distribuição da pressão plantar na posição estática em trinta e dois indivíduos saudáveis. Os resultados deste estudo indicaram que a maioria dos participantes demonstrou pressões plantares distintas relativamente ao pé direito e pé esquerdo. Este estudo demonstrou também que os pés com arco baixo demonstram valores de pressão plantar mais elevados na região medial do pé.

Como já foi referido, os idosos do presente estudo demonstraram apenas uma diferença significativa na região medial do pé entre os dois pés na tarefa única de olhos fechados. Os indivíduos não foram avaliados quanto ao tipo de arco do pé, no entanto é do conhecimento que o pé do idoso tem tendência a tornar-se progressivamente plano (H. B. Menz, 2015). Tal como no estudo de Periyasamy e Anand (2013) referido anteriormente onde se verificou que os pés com arco baixo demonstraram valores de pressão plantar mais elevados na região medial do pé também foi constatado neste estudo a pressão mais elevada nessa região do pé, com valores ligeiramente superiores no lado direito.

As alterações das funções fisiológicas relacionadas ao envelhecimento causam maior dificuldade em produzir respostas posturais adequadas, e os idosos têm tendência a oscilar e confiar mais em informações visuais para manter o equilíbrio (Aoki et al., 2012; Prado, Stoffregen, & Duarte, 2007). A diferença na pressão plantar entre os pés na tarefa única de olhos fechados pode dever-se a esta instabilidade postural demonstrada pelos idosos sendo que o facto de estarem de olhos fechados enquanto mantêm a posição estática agrava essa instabilidade aumentando neste caso a pressão plantar máxima na zona medial do pé direito.

Por último foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre as condições de tarefa única e dupla, verificando-se apenas uma exceção na região medial do pé direito. A região do ante-pé direito e esquerdo bem como a região medial do pé esquerdo apresentaram valores de PPM mais elevados na dupla tarefa. Por sua vez a região do retro-pé tanto do pé esquerdo como do pé direito revelaram valores de PPM mais elevados na tarefa única de olhos abertos. Estes resultados podem ser explicados pelas mudanças na estrutura do pé devido ao envelhecimento, que no caso da distribuição da pressão plantar, verifica-se uma assimetria mais acentuada nos idosos comparativamente a indivíduos mais jovens, que inibe as funções normais do pé na absorção do choque e apoio do peso do corpo (Kim & Park, 2015). O aumento da frequência respiratória cria também um aumento da área do COP e conseqüentemente uma maior perturbação na oscilação postural durante uma tarefa verbal secundária, pode provavelmente ser atribuída à atividade respiratória muscular relacionada com a vocalização (Bergamin et al., 2014).

O equilíbrio é uma componente importante para o envelhecimento bem sucedido e ainda que os índices de equilíbrio possam ser adequados ao avaliar tarefas únicas (por exemplo, em pé na posição vertical), estes por vezes são modificados ao executar múltiplas tarefas (Brown, Shumway-Cook, & Woollacott, 1999; Gobbo, Bergamin, Sieverdes,

Ermolao, & Zaccaria, 2014; Lajoie, Teasdale, Bard, & Fleury, 1993). A capacidade de dividir a atenção entre duas ou mais tarefas em simultâneo é um aspeto importante do movimento funcional durante a realização de várias atividades da vida diária. No caso dos idosos esta capacidade diminui ao realizar várias tarefas ao mesmo tempo, uma vez que requerem mais recursos de atenção, ou devido a limitações na sua capacidade de processamento de informação (Bergamin et al., 2014; Shin & An, 2014). Em situações de dupla tarefa, um aumento da oscilação postural é esperado, especialmente em indivíduos com possíveis défices posturais, como os idosos. Na verdade, vários estudos relataram um aumento na oscilação postural em idosos durante situações de dupla tarefa (Prado et al., 2007). Desta forma os resultados obtidos neste estudo podem também estar relacionados com as oscilações posturais nos idosos procedentes do envelhecimento. De acordo com alguns estudos realizados os idosos demonstram uma oscilação do COP tanto na direção médio-lateral como na direção ântero-posterior. Num estudo realizado por Laughton e colaboradores (2003) idosos com maior tendência de queda demonstraram maior oscilação na direção ântero-posterior e maior atividade muscular durante a posição estática quando comparados com indivíduos mais jovens (Laughton et al., 2003).

Melzer e colaboradores (2001) também verificaram um aumento da oscilação postural em idosos em comparação com indivíduos jovens quando realizavam tarefas individuais e testes de dupla tarefa. Os resultados do estudo demonstraram também um aumento significativo da oscilação médio-lateral na realização da dupla tarefa em ambos os grupos etários em comparação com a tarefa única. Para além disso houve também um aumento significativo na oscilação ântero-posterior mas apenas nos indivíduos mais velhos (Melzer et al., 2001).

No caso do estudo realizado verificou-se um aumento da pressão plantar máxima na região do ante-pé e médio-pé esquerdo na dupla tarefa, bem como um aumento da PPM na região do retro-pé na tarefa única de olhos abertos. Uma vez que ocorre uma oscilação na direção ântero-posterior decorrente do envelhecimento como referido anteriormente, é possível supor que o aumento verificado na PPM na região do ante-pé e médio-pé esquerdo na dupla tarefa se deve a este fator em que os idosos ao realizarem a dupla tarefa de permanecer na posição estática enquanto realizavam uma tarefa de fluência verbal evidenciaram uma tendência para realizar mais carga sob estas regiões do pé. Esta tendência está relacionada com o facto dos idosos em estudo terem que dividir a sua atenção por duas tarefas em simultâneo e neste caso tenderam a oscilar mais anteriormente

(Melzer et al., 2001). Na tarefa única de olhos fechados verificou-se também um aumento da PPM nas mesmas regiões no entanto não tão evidente como na dupla tarefa, denotando-se também pelos resultados encontrados uma tendência em oscilar anteriormente. Por sua vez quando executavam apenas a tarefa única de olhos abertos os idosos apresentaram mais carga na região posterior do pé, esta evidência pode ser explicada pelo facto dos indivíduos não realizarem nenhuma outra tarefa em simultâneo, desta forma a oscilação postural poderá não ser tão evidente uma vez que não é influenciada por mais do que um fator ou tarefa (Bergamin et al., 2014).

Com base nestas evidências denota-se que os idosos quando estão sujeitos a uma dupla tarefa demonstram valores de pressão plantar máxima na regiões mais anteriores do pé, todavia quando realizam uma única tarefa a PPM é mais elevada nas regiões posteriores do pé. Esta alternância de distribuição da pressão plantar é relevante e pode influenciar o desempenho dos idosos nas atividades da vida diária. Como foi referido anteriormente um aumento mais elevado da pressão plantar numa determinada região do pé pode provocar dor (Wafai et al., 2015) e conseqüentemente provocar uma oscilação postural uma vez que o idoso procura uma posição mais confortável e que diminua a sensação de dor (Wollesen et al., 2015). Esta oscilação postural por sua vez vai ser mais acentuada durante a realização de alguma atividade e vai aumentar a possibilidade de queda, desta forma torna-se essencial ter em consideração este fator durante a intervenção com esta população, quando solicitamos que realizem uma determinada tarefa na posição ortostática. Pode ser necessário adaptar essa tarefa diminuindo o tempo que têm de permanecer na posição de pé ou então solicitar ao idoso que realize a tarefa na posição de sentado, desta forma a pressão plantar não será tão elevada e por sua vez o desempenho será melhor.

Tal como vários estudos realizados a presente investigação apresentou algumas limitações, nomeadamente o tamanho da amostra que pode ter condicionado a generalização dos resultados, sendo que um aumento do número de participantes permitiria obter resultados mais precisos. Para além disso outra limitação está relacionada com a precisão das medições da pressão plantar de acordo com o equipamento utilizado, uma vez que entre medições podem ocorrer alterações nas condições de aquisição entre os participantes ou até posições e orientações posturais diferentes que podem comprometer a veracidade dos resultados.

A avaliação da estrutura do pé não foi realizada neste estudo o que também poderá ter comprometido os resultados obtidos, bem como a verificação da existência de deformidades que influenciam a distribuição da pressão plantar. Por último é importante referir também que o facto de existirem poucos estudos que analisam a distribuição da pressão plantar em condições de tarefa única e dupla condicionou um pouco as conclusões retiradas desta investigação.

## CONCLUSÃO

A realização deste estudo permitiu analisar a pressão plantar máxima registada em cada região da planta do pé de idosos, em posição ortostática, sob condições de tarefa única e dupla e verificar associações entre a pressão plantar máxima em diferentes regiões do pé, idade e índice de massa corporal bem como investigar diferenças entre os géneros.

Relativamente à associação da pressão plantar máxima com a variável idade, foi possível verificar que com o aumento da idade a PPM na região do retro-pé tem tendência a diminuir, ou seja os idosos mais velhos apresentam uma pressão plantar máxima inferior nesta região comparativamente aos idosos mais novos.

No que respeita à associação entre a pressão plantar máxima e o IMC, esta revelou ser significativa na maioria das regiões dos pés, sendo possível verificar que com o aumento do IMC ocorre de uma forma geral um aumento PPM sob a superfície plantar. Neste estudo a associação entre a PPM e o IMC foi mais evidente em determinadas regiões do pé consoante a tarefa que o idoso estava a desempenhar, sendo que a PPM na região medial do pé apresentou uma associação estatisticamente significativa com o IMC em ambas as condições (tarefa única e dupla).

Aferiu-se também que as diferenças entre os géneros no que diz respeito à pressão plantar máxima não são estatisticamente significativas. Neste caso existe uma disparidade entre os resultados obtidos e a bibliografia encontrada, uma vez que tanto é possível encontrar estudos onde existem diferenças entre os géneros, como outros que vão de encontro a este estudo em que a diferença não é significativa.

Em relação à diferença da pressão plantar máxima entre os pés, verificou-se apenas um aumento da PPM na região medial do pé direito na tarefa única de olhos fechados que pode estar relacionada com a instabilidade postural resultante do envelhecimento que se agrava neste caso pelo facto dos idosos estarem de olhos fechados, e que faz com que realizem ligeiramente mais pressão numa determinada região do pé de forma a manterem uma postura mais estável.

Por último foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre as tarefas relativamente à PPM registada nas regiões dos pés em estudo, verificando-se apenas uma exceção na região medial do pé direito. Com base nos resultados obtidos denotou-se que os idosos quando estão sujeitos a uma dupla tarefa demonstram valores de pressão plantar máxima mais elevados nas regiões mais anteriores do pé, todavia quando

realizam uma única tarefa a pressão plantar máxima é mais elevada nas regiões posteriores do pé. Estes resultados podem também estar relacionados com as oscilações posturais nos idosos procedentes do envelhecimento.

A análise da distribuição da pressão plantar tem ganho cada vez maior importância visto que fornece informações de relevância sobre os possíveis mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento de distúrbios do pé nos idosos. O estudo da pressão plantar máxima tem requerido maior atenção, uma vez que valores de PPM demasiado elevados apresentam grande potencial para causar danos no tecido plantar e provocar dor e conseqüentemente diminuir o desempenho dos idosos nas suas ocupações. A dor no pé é comum e incapacitante em pessoas idosas, por isso existe uma necessidade de melhorar as abordagens de tratamento com a finalidade de aumentar a mobilidade e melhorar a qualidade de vida desta população.

Em suma, mais estudos deverão ser realizados no futuro, com amostras de maiores dimensões e seria relevante avaliar também o tipo de estrutura plantar que permitirá compreender melhor o processo de envelhecimento do pé e verificar potenciais fatores de risco para a ocorrência de lesão. Também uma comparação entre a posição estática e dinâmica poderá fornecer uma visão mais ampla das alterações da distribuição da pressão plantar que ocorrem nos idosos uma vez que é possível que as alterações detetadas na posição estática sejam ainda mais significativas por exemplo na realização das atividades da vida diária. Considerando que a maioria das atividades diárias incluem tarefas posturais e cognitivas em simultâneo, a pesquisa nesta área é de extrema importância.

De qualquer forma, e a partir dos resultados aqui obtidos, verifica-se a necessidade de adaptar a intervenção às necessidades de cada indivíduo tornando o idoso mais independente e autónomo, na busca constante de uma melhor qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abboud, R. J. (2002). Relevant foot biomechanics. *Current Orthopaedics*, 16, 165-179.
- Angin, S., Ilcin, N., Yesilyaprak, S. S., & Simsek, I. E. (2013). Prediction of postural sway velocity by foot posture index, foot size and plantar pressure values in unilateral stance. *Ekleml Hastalik Cerrahisi*, 24(3), 144-148. doi: 10.5606/ehc.2013.32
- Ansai, J. H., Aurichio, T. R., & Rebelatto, J. R. (2016). Relationship between balance and dual task walking in the very elderly. *Geriatrics & Gerontology International*, 16, 89-94.
- Aoki, H., Demura, S., Kawabata, H., Sugiura, H., Uchida, Y., Xu, N., & Murase, H. (2012). Evaluating the effects of open/closed eyes and age-related differences on center of foot pressure sway during stepping at a set tempo. *Advances in Aging Research*, 1(3), 72-77.
- Arnold, J. B., Causby, R., Pod, G. D., & Jones, S. (2010). The impact of increasing body mass on peak and mean plantar pressure in asymptomatic adult subjects during walking. *Diabet Foot Ankle*, 1. doi: 10.3402/dfa.v1i0.5518
- Babbie, E. R. (2015). *The Practice of Social Research* (14 ed.): Cengage Learning.
- Bergamin, M., Gobbo, S., Zanotto, T., Sieverdes, J. C., Alberton, C. L., Zaccaria, M., & Ermolao, A. (2014). Influence of age on postural sway during different dual-task conditions. *Front Aging Neurosci*, 6, 271. doi: 10.3389/fnagi.2014.00271
- Birtane, M., & Tuna, H. (2004). The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 19(10), 1055-1059. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2004.07.008
- Brown, L. A., Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (1999). Attentional demands and postural recovery: the effects of aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 54(4), M165-171.
- Butterworth, P. A., Urquhart, D. M., Landorf, K. B., Wluka, A. E., Cicuttini, F. M., & Menz, H. B. (2015). Foot posture, range of motion and plantar pressure characteristics in obese and non-obese individuals. *Gait Posture*, 41(2), 465-469. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.11.010
- Cailliet, R. (2005). *Dor no pé e no tornozelo* (3 ed.): Artmed.
- Chiu, M. C., Wu, H. C., & Chang, L. Y. (2013). Gait speed and gender effects on center of pressure progression during normal walking. *Gait Posture*, 37(1), 43-48. doi: 10.1016/j.gaitpost.2012.05.030
- Coelho, T., Fernandes, A., Santos, R., Paul, C., & Fernandes, L. (2016). Quality of standing balance in community-dwelling elderly: Age-related differences in single and dual task conditions. *Arch Gerontol Geriatr*, 67, 34-39. doi: 10.1016/j.archger.2016.06.010
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed method approaches* (2 ed.): Sage Publications.
- Deepashini, H., Omar, B., Paungmali, A., Amaramalar, N., Ohnmar, H., & Leonard, J. (2014). An insight into the plantar pressure distribution of the foot in clinical practice: Narrative review. *Polish Annals of Medicine*, 21, 51-56.
- Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchell, A. W. M. (2005). *Gray's Anatomy for Students*: Elsevier/Churchill Livingstone.
- Dunn, J. E., Link, C. L., Felson, D. T., Crincoli, M. G., Keysor, J. J., & McKinlay, J. B. (2004). Prevalence of foot and ankle conditions in a multiethnic community sample of older adults. *Am J Epidemiol*, 159(5), 491-498.
- Fatori, C. d. O., Leite, C. F., Souza, L. A. P. S. d., & Patrizzi, L. J. (2015). Dupla tarefa e mobilidade funcional de idosos ativos. *Revista Brasileira Geriátrica*, 18(1), 29-37.
- Ferrari, S. C., Santos, F. C., Araújo, M. S. L., Cendoroglo, M. S., & Trevisani, V. F. M. (2009). Patologias no pé do idoso. *Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano*, 6(1), 106-118.

- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*, 12(3), 189-198.
- Fortin, M. F., Coté, J., & Filion, F. (2009). *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. Loures: Lusodidacta.
- Franco, P. S., Silva, C. B. P. d., Rocha, E. S. d., & Carpes, F. P. (2015). Análise da variabilidade e repetibilidade da pressão plantar durante a marcha de idosos. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 55(5), 427-433.
- Fukano, M., & Fukubayashi, T. (2012). Gender-based differences in the functional deformation of the foot longitudinal arch. *Foot (Edinb)*, 22(1), 6-9. doi: 10.1016/j.foot.2011.08.002
- Galasko, D. (1998). An integrated approach to the management of Alzheimer's disease: assessing cognition, function and behaviour. *European Journal Of Neurology*, 5(4), 9-17.
- Gobbo, S., Bergamin, M., Sieverdes, J. C., Ermolao, A., & Zaccaria, M. (2014). Effects of exercise on dual-task ability and balance in older adults: a systematic review. *Arch Gerontol Geriatr*, 58(2), 177-187. doi: 10.1016/j.archger.2013.10.001
- Grieve, D. W., & Rashdi, T. (1984). Pressures under normal feet in standing and walking as measured by foil pedobarography. *Ann Rheum Dis*, 43(6), 816-818.
- Guerreiro, M., Silva, A., Botelho, M., Leitão, O., Castro-Caldas, A., & Garcia, C. (1994). Adaptação à população portuguesa da tradução do Mini Mental State Examination. *Revista Portuguesa de Neurologia*, 1(9).
- Hashish, R., Samarawickrame, S. D., Wang, M.-Y., Yu, S. S.-Y., & Salem, G. J. (2015). The Association between Unilateral Heel-Rise Performance with Static and Dynamic Balance in Community Dwelling Older Adults. *Geriatric Nursing*, 36(1), 30-34.
- Hedayati, R., Shargh, M. H., Soltani, T., Saeb, M., Ghorbani, R., & Hajihassani, A. (2014). The Relation Between Clinical Measurements of Plantar Characteristics and Static and Dynamic Balance Indices. *Middle East J Rehabil Health*, 1(2).
- Herndon, R. M. (2006). *Handbook of Neurologic Rating Scales* (2 ed.): Demos Medical Publishing.
- Hessert, M. J., Vyas, M., Leach, J., Hu, K., Lipsitz, L. A., & Novak, V. (2005). Foot pressure distribution during walking in young and old adults. *BMC Geriatr*, 5, 8. doi: 10.1186/1471-2318-5-8
- Hills, A., Hennig, E., McDonald, M., & Bar-Or, O. (2001). Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *International Journal of Obesity*, 25, 1674-1679.
- Hiramatsu, T., & Izumi, K. (2010). Relationship between characteristics of plantar pressure distribution while standing and falls in community-dwelling elderly. *Journal of the Tsuruma Health Science Society*, 34(2), 51-63.
- Howeroft, J., Kofman, J., Lemaire, E. D., & McIlroy, W. E. (2016). Analysis of dual-task elderly gait in fallers and non-fallers using wearable sensors. *J Biomech*, 49(7), 992-1001. doi: 10.1016/j.jbiomech.2016.01.015
- Imaizumi, K., Iwakami, Y., & Yamashita, K. (2011). Analysis of foot pressure distribution data for the evaluation of foot arch type. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2011, 7388-7392. doi: 10.1109/IEMBS.2011.6091720
- Imaizumi, K., Iwakami, Y., Yamashita, K., & Hiejima, Y. (2012). Development of an evaluation system for foot arch types in the elderly using foot pressure distribution data. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2012, 4859-4862. doi: 10.1109/EMBC.2012.6347082
- Kandil, O. D., Aboelazm, S. N., & Mabrouk, M. S. (2014). Foot Biometrics: Gender Differences in Plantar Pressure Distribution in Standing Position. *American Journal of Biomedical Engineering*, 4(1), 1-9.
- Kanimozhi, & N.K.Multani. (2014). Observational study on foot pressure distribution in young and adults. *International Journal of Physiotherapy and Research*, 2(4), 648-652.

- Kernozek, T. W., & LaMott, E. E. (1995). Comparison of plantar pressure between elderly and young adults. *Gait & Posture*, 3(3), 143-148.
- Kim, S. G., & Park, J. H. (2015). The effects of dual-task gait training on foot pressure in elderly women. *J Phys Ther Sci*, 27(1), 143-144. doi: 10.1589/jpts.27.143
- Kirby, K. A. (2000). Biomechanics of the normal and abnormal foot. *J Am Podiatr Med Assoc*, 90(1), 30-34. doi: 10.7547/87507315-90-1-30
- Kwan, R. L., Zheng, Y. P., & Cheing, G. L. (2010). The effect of aging on the biomechanical properties of plantar soft tissues. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 25(6), 601-605. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2010.04.003
- Lajoie, Y., Teasdale, N., Bard, C., & Fleury, M. (1993). Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Exp Brain Res*, 97(1), 139-144.
- Laughton, C. A., Slavin, M., Katdare, K., Nolan, L., Bean, J. F., Kerrigan, D. C., . . . Collins, J. J. (2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture*, 18(2), 101-108.
- Machado, A. S., Bombach, G. D., Duysens, J., & Carpes, F. P. (2016). Differences in foot sensitivity and plantar pressure between young adults and elderly. *Arch Gerontol Geriatr*, 63, 67-71. doi: 10.1016/j.archger.2015.11.005
- Marôco, J. (2011). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (5 ed.): ReportNumber, Lda.
- McCrary, J. L., Young, M. J., Boulton, A. J. M., & Cavanagh, P. R. (1997). Arch index as a predictor of arch height *The Foot*, 7(2), 79-81.
- Melzer, I., Benjuya, N., & Kaplanski, J. (2001). Age-related changes of postural control: effect of cognitive tasks. *Gerontology*, 47(4), 189-194. doi: 52797
- Menz, H. B. (2008). *Foot Problems in Older People: Assessment and Management*: Elsevier Health Sciences.
- Menz, H. B. (2015). Biomechanics of the Ageing Foot and Ankle: A Mini-Review. *Gerontology*, 61(4), 381-388. doi: 10.1159/000368357
- Menz, H. B., & Lord, S. R. (2001). The contribution of foot problems to mobility impairment and falls in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc*, 49(12), 1651-1656.
- Menz, H. B., & Morris, M. E. (2006). Clinical determinants of plantar forces and pressures during walking in older people. *Gait Posture*, 24(2), 229-236. doi: 10.1016/j.gaitpost.2005.09.002
- Monsen, E. R., & Horn, L. V. (2007). *Research: Successful Approaches*: American Dietetic Association.
- Morgado, J., Rocha, C. S., Maruta, C., Guerreiro, M., & Martins, I. P. (2009). Novos valores normativos do Mini-Mental State Examination. *Sinapse*, 9(2), 10-16.
- Murphy, D. F., Beynon, B. D., Michelson, J. D., & Vacek, P. M. (2005). Efficacy of plantar loading parameters during gait in terms of reliability, variability, effect of gender and relationship between contact area and plantar pressure. *Foot Ankle Int*, 26(2), 171-179.
- NICE. (2011). Donepezil, galantamine, rivastigmine and memantine for the treatment of Alzheimer's disease. from <http://www.nice.org.uk/>
- Nyska, M., Linge, K., McCabe, C., & Klenerman, L. (1997). The adaptation of the foot to heavy loads: plantar foot pressures study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 12(3), S8.
- O'Brien, D. L., & Tyndyk, M. (2014). Effect of arch type and Body Mass Index on plantar pressure distribution during stance phase of gait. *Acta Bioeng Biomech*, 16(2), 131-135.
- Oh-Park, M., Holtzer, R., Mahoney, J., Wang, C., Raghavan, P., & Verghese, J. (2013). Motor dual-task effect on gait and task of upper limbs in older adults under specific task prioritization: pilot study. *Aging Clin Exp Res*, 25(1), 99-106. doi: 10.1007/s40520-013-0014-0
- Oliveira, A. G. (2009). *Bioestatística, Epidemiologia e Investigação - Teoria e Aplicações*: LIDEL.

- Oliveira, F., Fernandes, B., Estrela, A., Dias, R., Santos, K., & Fernandes, M. (2015). Functional limitations related to foot pain in the elderly. *Rev Rene*, 16(4), 586-592.
- Ombregt, L. (2013). *A System of Orthopaedic Medicine* (3 ed.): Elsevier Health Sciences.
- Orlin, M. N., & McPoil, T. G. (2000). Plantar pressure assessment. *Phys Ther*, 80(4), 399-409.
- Ozdemir, H., Soyuncu, Y., Ozgorgen, M., & Dabak, K. (2004). Effects of changes in heel fat pad thickness and elasticity on heel pain. *J Am Podiatr Med Assoc*, 94(1), 47-52.
- Pavol, M. J. (2005). Detecting and understanding differences in postural sway. Focus on "A new interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control". *J Neurophysiol*, 93(1), 20-21. doi: 10.1152/jn.00864.2004
- Periyasamy, R., & Anand, S. (2013). The effect of foot arch on plantar pressure distribution during standing. *J Med Eng Technol*, 37(5), 342-347. doi: 10.3109/03091902.2013.810788
- Periyasamy, R., Mishra, A., Anand, S., & Ammini, A. C. (2011). Preliminary investigation of foot pressure distribution variation in men and women adults while standing. *Foot (Edinb)*, 21(3), 142-148. doi: 10.1016/j.foot.2011.03.001
- Prado, J. M., Stoffregen, T. A., & Duarte, M. (2007). Postural sway during dual tasks in young and elderly adults. *Gerontology*, 53(5), 274-281. doi: 10.1159/000102938
- Priest, A. W., Salamon, K. B., & Hollman, J. H. (2008). Age-related differences in dual task walking: a cross sectional study. *J Neuroeng Rehabil*, 5, 29. doi: 10.1186/1743-0003-5-29
- Putti, A. B., Arnold, G. P., & Abboud, R. J. (2010). Foot pressure differences in men and women. *Foot Ankle Surg*, 16(1), 21-24. doi: 10.1016/j.fas.2009.03.005
- Rai, D. V., & Aggarwal, L. M. (2006). The study of plantar pressure distribution in normal and pathological foot. *Polish Journal of Medical Physics And Engineering*, 12(1), 25-34.
- Razeghi, M., & Batt, M. E. (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture*, 15(3), 282-291.
- Ridha, B., & Rossor, M. (2005). The Mini Mental State Examination. *Practical Neurology*, 5, 298-303.
- Rosebaum, D., & Becker, H. P. (1997). Plantar pressure distribution measurements: Technical background and clinical applications. *Foot and Ankle Surgery*, 3, 1-14.
- Rosenbaum, P. R. (2013). *Observational Studies* (2 ed.): Springer Science & Business Media.
- Santos, J. O. L. D. (2008). *Aspectos cinemáticos e cinéticos do movimento de eversão do calcânhar durante a marcha*. Universidade de Estado de Santa Catarina, Florianópolis.
- Scott, G., Menz, H. B., & Newcombe, L. (2007). Age-related differences in foot structure and function. *Gait Posture*, 26(1), 68-75. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.07.009
- Shin, S. S., & An, D. H. (2014). The Effect of Motor Dual-task Balance Training on Balance and Gait of Elderly Women. *J Phys Ther Sci*, 26(3), 359-361. doi: 10.1589/jpts.26.359
- Smith, S. L. (1997). Attribution of foot bones to sex and population groups. *J Forensic Sci*, 42(2), 186-195.
- Targino, V. R., Freire, A. d. N. F., Sousa, A. C. P. d. A., Maciel, N. F. B., & Guerra, R. O. (2012). Effects of a dual-task training on dynamic and static balance control of pre-frail elderly: a pilot study. *Fisioterapia em Movimento*, 25(2), 351-360.
- Teh, E., Teng, L. F., U, R. A., Ha, T. P., Goh, E., & Min, L. C. (2006). Static and frequency domain analysis of plantar pressure distribution in obese and non-obese subjects. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(2), 127-133.
- Termoz, N., Halliday, S. E., Winter, D. A., Frank, J. S., Patla, A. E., & Prince, F. (2008). The control of upright stance in young, elderly and persons with Parkinson's disease. *Gait Posture*, 27(3), 463-470. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.05.015

- Tombaugh, T. N., & McIntyre, N. J. (1992). The mini-mental state examination: a comprehensive review. *J Am Geriatr Soc*, *40*(9), 922-935.
- Wafai, L., Zayegh, A., Woulfe, J., Aziz, S. M., & Begg, R. (2015). Identification of Foot Pathologies Based on Plantar Pressure Asymmetry. *Sensors (Basel)*, *15*(8), 20392-20408. doi: 10.3390/s150820392
- Wollesen, B., Voelcker-Rehage, C., Willer, J., Zech, A., & Mattes, K. (2015). Feasibility study of dual-task-managing training to improve gait performance of older adults. *Aging Clin Exp Res*, *27*(4), 447-455. doi: 10.1007/s40520-014-0301-4
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*, *16*(1), 1-14.
- Wozniacka, R., Bac, A., Matusik, S., Szczygiel, E., & Ciszek, E. (2013). Body weight and the medial longitudinal foot arch: high-arched foot, a hidden problem? *Eur J Pediatr*, *172*(5), 683-691. doi: 10.1007/s00431-013-1943-5
- Wunderlich, R. E., & Cavanagh, P. R. (2001). Gender differences in adult foot shape: implications for shoe design. *Med Sci Sports Exerc*, *33*(4), 605-611.
- Xiong, S., Goonetilleke, R. S., Witana, C. P., Weerasinghe, T. W., & Au, E. Y. (2010). Foot arch characterization: a review, a new metric, and a comparison. *J Am Podiatr Med Assoc*, *100*(1), 14-24.