ANA PAULA RIBEIRO

Padrão de apoio e impacto dos pés com o solo durante a corrida de corredores com história e sintoma de fasciite plantar e sua relação com o arco longitudinal medial e ângulo do retropé

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Programa de Fisiopatologia Experimental.

Orientadora: Profª. Drª. Sílvia Maria Amado João

Co-Orientadora: Profª. Drª. Isabel de Camargo Neves Sacco

São Paulo
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Ribeiro, Ana Paula
Padrão de apoio e impacto dos pés com o solo durante a corrida de corredores com história e sintoma de fasciite plantar e sua relação com o arco longitudinal medial e ângulo do retropé / Ana Paula Ribeiro. -- São Paulo, 2013.
Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Programa de Fisiopatologia Experimental.
Orientadora: Sílvia Maria Amado João.
Co-orientadora: Isabel de Camargo Neves Sacco.

Descritores: 1.Fasciite plantar 2.Pé 3.Biomecânica 4.Corrida 5.Dor 6.Suporte de carga

USP/FM/DBD-028/13

Dedico a Deus, meu pai, minha mãe, meus irmãos e às pessoas que amo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a DEUS, pela sua constante presença em minha vida, que em todas as imensas horas de aflição e angústias me deu sabedoria, paz, confiança, amor e força para continuar arriscando, lutando e persistindo e, ao final, chegar à vitória! Obrigada pai!

Aos meus amados pais. Mãe, te agradeço por todo carinho, paciência, dedicação e amor incondicional durante todo esse tempo. Com suas sábias palavras e conselhos, sempre me apoiou, incentivou e me deu confiança para seguir em frente e correr atrás dos meus ideais. Sempre acreditou em mim, mesmo nas horas em que achei que não conseguiria e tinha que desistir, palavra essa que nunca me deixou se quer verbalizar. Tenho o maior orgulho de ter você como mãe, parceira, companheira e grande amiga. Pai, a você meu amor imensurável. Ensinou-me os princípios mais lindos da vida. A sempre lutar com o esforço do trabalho e agir com honestidade, humildade e determinação em todos os momentos. O senhor é meu exemplo de uma pessoa íntegra, trabalhadora, responsável e com um coração gigante. Em fim, a vocês, obrigada pelos ensinamentos, virtudes, sabedoria, discernimento, grandeza e fortaleza. Se hoje completei mais este ciclo de minha carreira profissional, vocês foram fundamentais, imprescindíveis e preciosos! Obrigada e amo muito, mas muito vocês!

Aos meus queridos irmãos, André e Jarne, por todo carinho, apoio, companheirismo, amor e cuidado que sempre me ajudaram nas horas difíceis e alegres. Em especial a compreensão do meu irmão André que tanto me aguentou nas horas de aflição e nervosismo. É muito bom conviver perto desse coração maravilhoso, te admiro a cada dia. Ao querido irmão Jarne pelos grandes ensinamentos e conselhos que tanto me fortaleceram. Amo vocês!

As minhas avós Maria e Aparecida *(in memorian)* que sempre valorizaram meus estudos e acreditaram que um dia realizaria esse sonho. Estou certa, que com muita

felicidade, hoje vocês estão compartilhando comigo essa vitória! Em especial, a minha Tia Naza, que com muita alegria e espontaneidade me disponibilizava de total atenção e carinho minhas chegadas em Alfenas. Tia, obrigada por toda ajuda e confiança.

Ao Francis, por todos os anos vividos e compartilhados nessa longa trajetória acadêmica. Você foi, muitas vezes, meu principal porto seguro, que me acalmava e dava bateria para nunca desistir e sempre continuar! Em alguns momentos nos tornamos distantes, pois a vida nos proporcionou várias avalanches, mas que com muito discernimento conseguimos digerir e consolidar nosso grande respeito e carinho um com o outro. A você o meu sincero obrigado pelos ensinamentos, atenção, apoio e disponibilidade durante os extensíssimos anos de cumplicidade acadêmica. Tenho muita admiração por você!

Às minhas ilustríssimas orientadoras Sílvia e Isabel. A professora Sílvia M.A. João o meu sincero e humilde respeito, admiração, carinho e total agradecimento. A sua confiança e valorização durante toda a minha trajetória acadêmica e científica me fizeram acreditar que um dia chegaria onde almejava. Professora, além de ter me introduzido e conduzido no caminho científico com total mestria, sempre me apoiou, incentivou e me deu credibilidade em todas as minhas inspirações e liberdade para adquirir e aperfeiçoar meu conhecimento. Hoje, só tenho a lhe agradecer e congratulá-la pela excelente profissional. A professora Isabel CN Sacco o meu profundo carinho, respeito e admiração pela riqueza acadêmica que sempre me proporcionou e ofereceu. Permitiu-me conviver durante todos esses anos em seu laboratório para que de fato eu pudesse apreender a biomecânica com seu vasto conhecimento e mestria. Além de me conduzir, incentivar e cuidar de todo meu aprendizado, como pesquisadora e professora. Nunca esquecerei seus acolhimentos, atenção e carinho em diversos momentos. Ao cumprir essa etapa de minha vida só tenho que lhe agradecer,

cumprimentar e felicitar pela imensa professora e pesquisadora que é. Vocês foram fundamentais e especiais para meu crescimento profissional e científico. Muito obrigada!.

Aos meus amigos mais especiais, Vitor Tessutti, Adriana Hamamoto, Iyve, Beto, Kenji, Luciano e Fabiana. Nunca esquecerei suas disponibilidades, lealdades, dedicações, companheirismo e bondade. Amigos e amigas espero um dia retribuir tudo o que fizeram por mim. Vitor, Beto e Kenji obrigada pelas constantes ajudas e trocas de conhecimentos. Luciano, pela bondade e credibilidade, quando mais precisei. À Fabiana, Adriana e Iyve pela imensa torcida, apoio, conselhos e incentivo durante todo o tempo! Fico extremamente feliz de ter encontrado a amizade verdadeira de cada um(a) de vocês.

Aos companheiros de laboratório Cristina, Andreja, Franklin, Fuad, Silvia, Adriana Souza e Juliana obrigada por toda ajuda e troca de experiências dentro dos Laboratórios. E a todos os funcionários do CDP, em especial Sidney, Lúcia e a Rosi que sempre me ajudaram.

Aos professores e professoras Dr. Alexandre Lopes Dias, Dr. Leonardo César Carvalho, Dra. Isabel de Camargo Neves Sacco e Dra. Amélia Pasqual pelas preciosas contribuições feitas na fase de qualificação deste trabalho.

A Dr. Fernanda Rodrigues Lima pelo encaminhamento da amostra de corredores, sem a qual este estudo não seria viável. A todos os corredores que participaram voluntariamente da coleta de dados e, principalmente, à Corpore, Corredores Paulistas Reunidos, representada pelo Sr. Edgar, no auxílio na divulgação desse projeto junto aos corredores. Assim como, as várias assessorias esportivas que encaminharam seus corredores para realização do estudo.

À Companhia Alpargatas S.A. representada pelo Sr. Juliano Reghini pela doação dos caçados para desenvolvimento do estudo. À CAPES pela bolsa concedida possibilitando a minha realização e dedicação a este trabalho.

O Recomeçar,

Hoje é um novo dia, outros desafios, outras determinações, outras belezas,

Recomeçar sempre com sorrisos, diversões e positividade,

Energizar a vida com coisas boas e verdadeiras intenções. Agradecer sempre.

Estar em paz consigo, com todos e principalmente, com Deus.

Sentir a paz, o amor e a alegria para que cada dia seja vivido na sua felicidade plena.

Padre Marcelo Rossi

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta dissertação está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias.* Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª. Ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus.*

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS ix
LISTA DE FIGURAS x
RESUMO xii
SUMMARY xiii
1. INTRODUÇÃO 1
2. OBJETIVOS 9
2.1 Objetivo Geral 9
2.2 Objetivos Específicos 9
3. REVISÃO DE LITERATURA 10
3.1 Anatomia e função da fáscia plantar 10
3.2 Definição, incidência e diagnóstico da Fasciite plantar 14
3.3 Fatores etiológicos da fasciite plantar 17
3.3.1 Mudanças do arco longitudinal medial e ângulo do retropé na fasciite plantar 18
3.3.2 Medidas clínicas dos pés e a carga plantar na corrida e a fasciite plantar 22
3.3.3 Alterações de carga na superfície de apoio dos pés e a fasciite plantar 24
3.4 A corrida e o estresse sobre o sistema locomotor 28
3.5 Tratamento dos pés na fasciite plantar 35
4. CASUÍSTICA E MÉTODOS 38
4.1 Casuística dos dois experimentos 40
4.2 Avaliação inicial dos dois experimentos 41
5. Experimento 1 42
5.1 Objetivo 42
5.2 Contextualização do problema 42
5.3 Casuística e Métodos do Experimento 1 46

5.3.1 Casuística 46

5.3.2 Procedimentos para análise da carga plantar durante a corrida. 48

5.3.3 Análise Estatística 51

5.4 Resultados do Experimento 1 52

5.5 Discussão do Experimento 1 53

5.6 Considerações finais do Experimento 1 59

6 Experimento 2 60

6.1 Objetivo 60

6.2 Contextualização do problema 60

6.3 Casuística e Métodos do Experimento 2 65

6.3.1 Casuística 65

6.3.2 Material e Método 67

6.3.3 Mensurações clínicas estáticas das estruturas dos pés 67

6.3.4 Avaliação do arco longitudinal medial 67

6.3.5 Avaliação estática do alinhamento do retropé 68

6.3.6 Avaliação dinâmica da carga plantar 70

6.3.7 Análise estatísitca 73

6.4 Resultados do Experimento 2 73

6.5 Discussão do Experimento 2 77

6.6 Considerações finais do Experimento 2 82

7. CONCLUSÕES FINAIS 83

ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 84

ANEXO 2 – APROVAÇÃO DA CAPPESQ 85

ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO SOBRE FASCIITE PLANTAR 86

ANEXO 4 – ROTINA MATEMÁTICA 88

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média, desvio padrão e comparação entre os grupos: fasciite plantar (aguda - FPA e crônica - FPC) e controle (GC) dos dados antropométricas e características da corrida. ... 47

Tabela 2 - Média, desvio padrão e valor de p da comparação entre os grupos fasciite plantar aguda (FPA) e crônica (FPC) e controle (GC) das taxas de impacto normalizadas pelo peso corporal por segundos (PC/s) durante a corrida. ... 52

Tabela 3 - Média, desvio padrão e comparação entre os grupos com fasciite plantar aguda (FPA) e crônica (FPC) e o grupo controle (GC) das variáveis de pressão durante a corrida. 53

Tabela 4 - Média, desvio padrão e comparação entre os grupos: fasciite plantar (aguda - FPA e crônica -FPC) e controle (GC) dos dados antropométricas e das características da atividade de corrida. ... 66

Tabela 5 – Média e desvio padrão das taxas de carga dos grupos fasciite plantar aguda (FPA) e crônica (FPC) durante a corrida. ... 75

Tabela 6 – Média e desvio padrão das taxas de carga dos grupos fasciite plantar aguda (FPA) e crônica (FPC) durante a corrida. ... 75

Tabela 7 – Análise de regressão linear múltipla das mensurações estáticas do arco longitudinal medial elevado e o alinhamento valgo do retropé para predizer a dinâmica da pressão plantar de corredores com fasciite plantar em fase aguda e crônica. ... 76

Tabela 8 – Análise de regressão linear múltipla das mensurações estáticas do alinhamento valgo do retropé para predizer as variáveis de taxa de carga do pé em contato com o solo de corredores com fasciite plantar em fase aguda e crônica. ... 76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação do revestimento da fáscia plantar em toda superfície plantar do pé. (Adaptado por Aldridge 2004)..... 11

Figura 2- Representação dos três componentes da fáscia plantar. (Adaptado por Wearing et al. 2006)..... 12

Figura 3 – Anatomia da fáscia plantar. (Adaptado por Schepsis *et al.* 1991) 13

Figura 4 - A: Inserção da fáscia plantar sobre a base do calcâneo e sua extensão distal até as falanges. B: Demonstração do local de ocorrência da fasciite plantar. (Adaptado de Lori e Terry, 2004)..... 15

Figura 5 – Evolução do número de associados à CORPORE e número de inscritos em provas de corrida organizadas por essa associação..... 29

Figura 6 – Componente vertical e horizontal da força de reação do solo determinado experimentalmente durante a marcha (a) e a corrida (b) e os resultados dos momentos da articulação do tornozelo (c). Os dados da força foram normalizados pelo peso corporal e as distâncias mensuradas foram normalizadas pelo comprimento do pé (Adaptado por Giddings *et al.* 2000)..... 32

Figura 7 – Representação da força interna sobre o tendão de Aquiles, fáscia plantar e ligamentos plantares avaliadas por meio de um modelo experimental bidimensional do pé durante a marcha e a corrida (Adaptado por Giddings *et al.* 2000)..... 33

Figura 8 – Representação da força na articulação talocalcânea e calcaneocubóide por meio de um modelo experimental bidimensional do pé durante a marcha e a corrida (Adaptado por Giddings *et al.* 2000)..... 33

Figura 9 - Fluxograma do protocolo de avaliação das medidas realizadas para avaliação dos dados de cada um dos dois experimentos. 39

Figura 10 - Sistema de palmilhas do sistema Pedar X, bateria, amplificador com cabos para conexão nas palmilhas, fitas para fixação do equipamento no corredor e o dispositivo Bluetooth. 49

Figura 11 - Ilustração do sistema Pedar X para aquisição da distribuição a pressão plantar com o calçado esportivo e a mochila como compartimento dos equipamentos na pista de asfalto. 50

Figura 12 - Representação das variáveis da força vertical durante a fase de apoio da corrida. PI (Fz1) - primeiro pico de impacto da força; TC: Taxa de carga e TCM: Taxa de carga máxima. 51

Figura 13 – Ilustração dos parâmetros de fixação da câmera digital para registro da impressão plantar e posicionamento do corredor sobre o podoscópio. 67

Figura 14 – Ilustração das áreas dos pés para cálculo do índice do arco longitudinal medial plantar, onde L: reta vertical, A: região do retropé, B: região do mediopé e C: região do antepé. 68

Figura 15 – Ilustração da intersecção das linhas usadas paramensuração do ângulo do retropé por meio do software AutoCAD 2005®. 70

Figura 16 - Ilustração do sistema Pedar X para aquisição da distribuição a pressão plantar no calçado esportivoe a mochila como compartimento dos equipamentos. 71

Figura 17 - Ilustração do sistema Pedar X para aquisição da distribuição a pressão plantar no calçado esportivo e a mochila como compartimento dos equipamentos. 72

RESUMO

Ribeiro, AP. *Padrão de apoio e impacto dos pés com o solo durante a corrida de corredores com história e sintoma da fasciite plantar e sua associação com o arco longitudinal medial e ângulo do retropé* [TESE]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2013. 127p.

A fasciite plantar, terceira lesão mais comum em corredores, apresenta como principais fatores etiológicos o alinhamento do retropé, o arco longitudinal plantar e a carga mecânica dos pés. Os únicos dois estudos que investigaram estes fatores, durante a corrida, permanecem controversos e ainda não claros, principalmente, em relação ao efeito da dor. Outra questão importante é o suporte teórico da associação entre as medidas clinicas dos pés com a carga mecânica no calcâneo, porém sem evidência científica comprovada. A compreensão dos padrões dinâmicos da carga plantar e a sua associação com as medidas clínicas do pé poderão perpetuar uma maior efetividade de recursos terapêuticos como calçados e palmilhas direcionadas a essa população. Portanto, o objetivo geral desse estudo foi avaliar o padrão de carga plantar e impacto dos pés em contato com o solo durante a corrida de corredores com fasciite plantar aguda e crônica e sua associação com o arco longitudinal medial e ângulo do retropé. Foram estudados 75 corredores adultos de ambos os sexos entre 20 a 55 anos. Destes 45 apresentavam fasciite plantar (30 com dor - FPA e 15 sem dor - FPC) e 30 eram corredores controles - GC. Para responder a questões específicas foram realizados dois experimentos. O primeiro teve como objetivo analisar e comparar as taxas de impacto estimadas e as cargas em três regiões distintas dos pés de corredores com fasciite plantar na fase aguda e crônica e corredores controle. A pressão plantar foi avaliada por meio de palmilhas capacitivas (Pedar X System) durante uma corrida de 40m a uma velocidade de 12±5%km/h, utilizando um calçado esportivo padrão. A dor foi mensurada pela escala visual analógica. As taxas de impacto e a carga plantar em retropé, mediopé e antepé foram analisadas em série temporal. Os dados foram processados no Matlab e comparados por ANOVAs ($p<0,05$). Os principais resultados indicam que a força máxima e integral da força no retropé e as taxas de impacto (20-80%; 10-100%) apresentam-se maiores em corredores com fasciite plantar em relação aos corredores controle ($p<0,01$). Porém, corredores com fasciite plantar na fase aguda apresentaram menores taxas de impacto e cargas plantares no retropé em relação à fase crônica ($p<0,01$). O segundo experimento teve como objetivo investigar a relação entre o arco longitudinal medial, o alinhamento do retropé e a dinâmica da pressão plantar em corredores com fasciite plantar: aguda e crônica. O índice do arco plantar e o alinhamento do retropé foram calculados no AutoCAD por meio de imagem fotográfica digital. Para análise da pressão plantar foi utilizado os dados previamente coletados no experimento 1 pelo sistema de palmilhas capacitivas (Pedar X System) durante a corrida. Uma análise de regressão múltipla foi realizada ($p<0,05$). Os resultados indicam que o arco plantar elevado pode predizer a integral da força ($R=0,35$, $R^2=0,15$) e a força máxima ($R=0,59$, $R^2=0,35$) no antepé na fase aguda e crônica, respectivamente. O alinhamento valgo do retropé prediz a força máxima no retropé na fase aguda ($R=0,42$, $R^2=0,18$) e crônica ($R=0,67$, $R^2=0,45$), além de predizer o aumento das taxas de impacto do pé na fase crônica da fasciite plantar, 20-80% ($R=0,44$, $R^2=0,19$) e 10-100% ($R=0,63$, $R^2=0,40$). Conclui-se que corredores com fasciite plantar aguda e crônica apresentam maiores cargas plantares no retropé e aumento das taxas de impacto do pé no solo. No entanto, a condição fasciite plantar aguda mostrou-se com menores taxas e cargas plantares no retropé em relação à fase crônica, possivelmente, devido ao mecanismo de proteção a dor na região do calcâneo. Além disso, o arco plantar prediz as cargas plantares do antepé de corredores com fasciite plantar e o alinhamento em valgo do retropé demonstrou ser uma medida clínica de fundamental importância para avaliação de corredores com fasciite plantar, pois permitiu predizer tanto o aumento das cargas e taxas de impacto na região do calcâneo e com isso, prevenir os sintomas e a progressão da fasciite plantar.

Palavras- chave: fasciite plantar, pé, retropé, impacto, corrida, dor, sobrecarga

SUMMARY

Ribeiro, AP. Strikes patterns and impact of the foot whit the ground during running of the runners with history and symptom plantar fasciitis and relation with medial longitudinal arch and rearfoot angle [Tese]. São Paulo: School of Medicine, University of São Paulo, 2013. 127p.

The plantar fasciitis, the third most common injury in runners, presents as the main etiological factors rearfoot alignment, the longitudinal arch and mechanical load on the feet. The only two studies have investigated these factors during running and the results remain controversial and still not clear, specifically regarding the pain symptoms. Another important question is the theoretical support of the association between clinical measurements of the feet with the mechanical load on the heel, but without proven scientific evidence. Understanding the dynamic patterns of plant load and its association with clinical measures of foot may perpetuate more effective therapeutic resources, such as footwear and insoles that target this population. Therefore, the general objective of this study was to evaluate the load pattern and impact of plantar foot in contact with the ground during running in runners with acute and chronic plantar fasciitis and its association with the medial longitudinal arch and rearfoot angle. We studied 75 adult runners of both sexes between 20 and 55 years. Of these 45 had plantar fasciitis (pain-APF 30 with and 15 without pain - CPF) and 30 controls were runners - CG. To answer specific questions two experiments were conducted. The first aimed to analyze and compare the estimated impact rates and the plantar loads in runners with both acute and chronic PF, compared to controls. Seventy-five runners with heel contact running patterns were evaluated and divided into three groups: Acute PF (n=30); chronic PF (n=15); and controls (n=30). Pain was assessed by the Visual Analogue Scale. The plantar pressures was measured by X Pedar system during 40-meter running sessions at speeds of 12±5% Km/h with standard sport footwear. The impact rates and the loads over the rearfoot, midfoot, and forefoot were analyzed based upon temporal series. The data were processed in Matlab and compared by ANOVAs ($p < 0.05$). The main results indicate that the maximum force and integral force in the rearfoot and impact rates (20-80%, 10-100%) were higher in runners with plantar fasciitis when compared with control runners ($p < 0.01$). However, runners with plantar fasciitis in the acute phase showed lower impact rates and loads plantar on rearfoot in relation to chronic phase ($p < 0.01$). The second experiment aimed to investigate the relationship between the medial longitudinal arch, rearfoot alignment and dynamic plantar pressure in runners with plantar fasciitis: acute and chronic. The plantar arch index and rearfoot alignment were calculated in AutoCAD using digital photographic image. For analysis of plantar pressure was used previously collected data in experiment 1 by the system of capacitive insoles (Pedar X System) during the running. A multiple regression analysis was performed ($p < 0.05$). The results indicate that high plantar arch can predict the increase: integral force ($R = 0.35$, $R2 = 0.15$) and maximum force ($R = 0.59$, $R2 = 0.35$) in the forefoot in acute and chronic phase, respectively. The alignment of the rearfoot valgus predict the maximum force on rearfoot in the acute phase ($R = 0.42$, $R2 = 0.18$) and chronic ($R = 0.67$, $R2 = 0.45$), and predict increased rates impact of the foot during the chronic plantar fasciitis, 20-80% ($R = 0.44$, $R2 = 0.19$) and 10-100% ($R = 0.63$, $R2 = 0.40$). We conclude that runners with plantar fasciitis acute and chronic have higher plantar loads on rearfoot and increased rates of impact of the foot on the ground. However, the condition plantar fasciitis acute proved loads with lower impact rates and plantar load on rearfoot in relation to chronic phase, possibly due to the protective mechanism pain in calcaneal region. Moreover, the plantar arch predicts loads plantar in forefoot of the runners with plantar fasciitis and alignment in valgus rearfoot proved to be a measure of fundamental importance for clinical evaluation of runners with plantar fasciitis because it can predict the increase of the plantar loads and impact rates of calcaneal region and thus prevents the symptoms and progression of plantar fasciitis.

Key words: Plantar fasciitis, foot, rearfoot, force impacts, running, pain, overload

1. INTRODUÇÃO

Milhões de pessoas estão envolvidas em atividades esportivas que envolvem a corrida por ser uma atividade disponível a todas as idades, de baixo custo, versátil e que traz benefícios à saúde (Van Middelkoop *et al.*, 2008). Atualmente, é uma das modalidades esportivas mais populares no mundo, visto seu substancial crescimento em relação às décadas passadas (Van Gent *et al.*, 2007; Van Middelkoop *et al.*, 2008; Lopes *et al.*, 2012).

No final do século 20, o considerável aumento na prática da corrida (De Wit *et al.*, 2000; Tillman *et al.*, 2002; Chia *et al.*, 2009) resultou em maiores prevalências de lesões nos membros inferiores (Van Gent *et al.*, 2007), no qual um percentual de 5,7 a 39,3% são lesionados durante período de um ano de prática esportiva (Van Gent *et al.*, 2007; Van Middelkoop *et al.*, 2008)

Entre as mais ocorrentes, um estudo retrospectivo com 2002 corredores, revelou que a fasciite plantar é a terceira lesão musculoesquelética mais comum em atletas corredores (Taunton *et al.*, 2002b), podendo atingir cerca de 10% deles (Clement *et al.*, 1981). No estudo realizado por Tauton *et al.* (2002a) revelou-se que, de 267 casos de fasciite plantar analisados em várias modalidades esportivas, 160 casos envolviam somente a corrida. Além disso, é a causa mais comum de dor crônica no calcanhar (Irving *et al.*, 2006). Fatos esses que determinaram um crescente interesse em pesquisas referente aos fatores causais da fasciite plantar.

A fasciite plantar caracteriza-se por uma desordem musculoesquelética de origem inflamatória e degenerativa da fáscia plantar, cujo sintoma clínico mais comum é a típica dor na região ínfero-medial do calcâneo, mais comumente, próximo à sua inserção no tubérculo medial do calcâneo (Kwong *et al.*, 1988; Campbell-Giovaniello, 1997; Tisdel *et al.*, 1999).

Vários são os fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à doença (Rome *et al.*, 2001). No entanto, alguns fatores intrínsecos específicos, referentes ao desenvolvimento da fasciite plantar, vêm sendo mais explorados na literatura referentes ao desenvolvimento da fasciite plantar. Entre eles, destacam-se a obesidade (Riddle *et al.*, 2003), a diminuição da dorsiflexão de tornozelo (Warren, 1984; Kibler *et al.*, 1991; Riddle *et al.*, 2003), o tipo de arco longitudinal medial plantar (Warren and Jones, 1987; Kwong *et al.*, 1988; Krivickas, 1997; Taunton *et al.*, 2002a; Taunton *et al.*, 2002b; Pohl *et al.*, 2009), a pronação de retropé (Shama *et al.*, 1983; Rome *et al.*, 2001; Taunton *et al.*, 2002a) e o aumento da carga plantar (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007). No entanto, esses fatores ainda permanecem controversos, principalmente, no que se refere ao envolvimento em maior ou menor magnitude com a etiologia dessa lesão (Rome *et al.*, 2001).

A maior parte dos estudos referencia que os mais fortemente associados ao desenvolvimento da fasciite plantar são: o tipo de arco longitudinal plantar, a excessiva pronação do retropé (Kwong *et al.*, 1988; Viel and Esnault, 1989; Krivickas, 1997; Taunton *et al.*, 2002a; Taunton *et al.*, 2002b) e a carga plantar na superfície dos pés (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007).

A compreensão do arco plantar vem de estudos pioneiros (Hicks, 1954; Hicks, 1955) e mais atuais (Cheung *et al.*, 2004; Erdemir *et al.*, 2004; Pavan *et al.*, 2011) que ressaltam a importância do fáscia plantar para maior estabilização do arco longitudinal medial, especialmente durante o apoio mecânico do pé com o solo para melhor absorção e dissipação de carga plantar na superfície dos pés durante a marcha e na corrida. A fáscia plantar associada com o arco longitudinal medial tem como função suportar até 14% do total das forças de impacto do pé em contato com o solo (Hicks, 1954) permitindo, assim, a melhor redistribuição das cargas plantares e consequentemente o surgimento da fasciite plantar.

Parte da literatura clinica suporta a teoria que uma diminuição do arco longitudinal medial induziria uma maior mobilidade do pé a qual promoveria um maior ângulo de pronação do retropé para manter a estabilidade da articulação subtalar durante apoio estático e dinâmico. Isto resultaria em uma maior sobrecarga sobre a região medial do calcâneo, produzindo maior tensão sobre a fáscia plantar (Shama *et al.*, 1983; Kosmahl and Kosmahl, 1987; Kwong *et al.*, 1988; Viel and Esnault, 1989; Prichasuk and Subhadrabandhu, 1994; Ross, 2002; Huang *et al.*, 2004; Pohl *et al.*, 2009).

Outra linha de pensamento, concordante na maioria dos estudos, é a teoria de que um arco longitudinal medial elevado induziria a uma maior rigidez e encurtamento da fáscia plantar (Chandler and Kibler, 1993; Gill, 1997), resultando em uma ineficiência na capacidade de dissipar as forças de impacto do pé em contato com o chão. Dessa forma, a fáscia plantar seria colocada sobre maior estresse mecânico na região do calcâneo (Krivickas, 1997; Williams *et al.*, 2001). Em contraposição, estudos que avaliaram o arco longitudinal medial (Warren, 1984; Rome *et al.*, 2001), o alinhamento estático do retropé (Rome *et al.*, 2001) e a dor no calcanhar de corredores de longa distância, não observaram diferenças significativas nestes fatores quando comparados a corredores saudáveis.

Embora a falta de consenso da literatura sobre a questão do arco plantar em corredores, estudos demonstraram que na fasciite plantar ambos os tipos de arco plantares: aumentado e diminuído podem ser fatores causais da afecção (Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011). No entanto, a maior parte da literatura se apoia sobre o raciocínio do aumento do arco plantar em corredores com fasciite plantar (Messier and Pittala, 1988; Taunton *et al.*, 2002a; Ribeiro *et al.*, 2011).

Outro fator de risco de notável importância ligado ao quadro patofisiológico e etiológico da fasciite plantar e que pode estar associada às mudanças da conformação do

arco longitudinal medial ou a diminuição da dorsiflexão do tornozelo é a pronação excessiva do retropé, geralmente ocasionada por um alinhamento em valgo do calcâneo (Cornwall and McPoil, 1999). Essa hiper pronação resultaria na diminuição da estabilidade do retropé, produzindo um estresse excessivo sobre a parte ínfero-medial do calcâneo, região esta, relacionada á fasciite plantar (Taunton *et al.*, 1982). Essa instabilidade da articulação subtalar prejudicaria a transição da fase de apoio médio para o apoio terminal, a qual promoveria maior carga plantar na região medial do calcâneo gerando maior tensão sobre a fáscia plantar e, consequentemente, mais vulnerável a microtraumas repetitivos (Warren and Jones, 1987; Kwong *et al.*, 1988). De acordo com alguns autores (Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011) corredores com fasciite plantar apresentam um alinhamento em valgo do retropé. Segundo Lee *et al.* (2010) a associação entre o ângulo de eversão máxima do retropé (pronação) e a altura do arco plantar pode induzir um efeito indireto de tensão sobre a fáscia plantar que poderia resultar em sobrecarga nas superfície plantar dos pés.

Dessa forma, evidencia-se que as mudanças no arco plantar e no alinhamento do retropé podem inferir direta ou indiretamente na funcionalidade da fáscia plantar e consequentemente na redistribuição da carga plantar. No entanto, não se encontram, na literatura, estudos que inferem a relação direta dessas variáveis clínicas dos pés com a sobrecarga no calcâneo, em lesões como a fasciite plantar, principalmente, na população de corredores onde a sua prevalência é alta e comum (Taunton *et al.*, 2002a; Lopes *et al.*, 2012). Isso justifica a relevância científica do presente estudo, pois grande parte da literatura, direcionada para corredores sem lesão prévia, observaram que o arco plantar elevado está positivamente associado ao aumento das taxas de carga da força vertical (Sneyers *et al.*, 1995; Williams *et al.*, 2001; Williams *et al.*, 2004).

Geralmente, o raciocínio teórico mais aceito é que a sobrecarga plantar resultante de possíveis desequilíbrios biomecânicos na estrutura dos pés resultaria em maior tensão e aumento das taxas de força sobre a fáscia plantar, induzindo a microtraumas e inflamação, caracterizando a fase aguda da lesão (Schepsis *et al.*, 1991; League, 2008) e ao longo do círculo da afecção, o repetitivo apoio dos pés em contato com o solo, evoluiria para a fragmentação e degeneração da fáscia plantar, caracterizando a fase crônica da fasciite plantar sem dor (Lemont *et al.*, 2003; League, 2008).

No entanto, a maioria dos estudos realizados que investigou a sobrecarga no calcâneo foi direcionada para o andar (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007), mesmo sendo a fasciite plantar a terceira lesão mais prevalente em corredores (Taunton *et al.*, 2002a; Lopes *et al.*, 2012).

Outro fato digno de nota, é que a presença ou a ausência do estímulo álgico, comum nas diferentes fases – aguda e crônica da fasciite plantar – vem sendo alvo de estudos sobre as cargas plantares na marcha e na corrida (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007; Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011). Quando se investigaram estas cargas plantares, especificamente na marcha de indivíduos com fasciite plantar, houve um fator de confusão sobre os resultados, os quais foram associados à dor presente na fase inflamatória aguda da doença. Os resultados observados foram maiores sobrecargas em regiões anteriores da superfície plantar (mediopé, antepé e dedos) e não na região do calcâneo, como esperado pela próprio desenvolvimento fisopatológico da fasciite plantar (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007). Esses autores justificaram tais achados por uma adaptação mecânica momentânea durante o rolamento do pé na marcha para promover a redução das cargas em retropé, devido ao mecanismo de proteção à dor na região do calcâneo. Porém, como o fator dor estava presente na fasciite plantar, não

se pode inferir se esses aumentos das cargas plantares em regiões anteriores dos pés estão relacionados a um mecanismo antálgico presente na fase aguda da doença, ou se pode ser considerado de fato um fator intrínseco da etiologia da fasciite plantar que promoveria um estiramento da fáscia plantar, estressando a sua inserção na tuberosidade medial do calcâneo.

Desta forma, seria importante investigar se mesmo na ausência do estimulo álgico, na fase crônica da doença, haveria a permanência de maiores cargas em regiões anteriores do pé, caracterizando-as como um fator etiológico da fasciite plantar, ou se estas cargas estariam na região do calcâneo, como tem sido frequentemente sugerido na literatura clínica como fator mecânico primário da fasciite plantar (Kibler *et al.*, 1991; Chandler and Kibler, 1993; Cornwall and McPoil, 1999), pelo fato de as alterações teciduais e inflamatórias estarem na região do tubérculo medial do calcâneo (Schepsis *et al.*, 1991).

Mais recentemente, o efeito das diferentes fases da doença (com e sem dor) na sobrecarga mecânica de indivíduos com fasciite plantar foi foco de dois estudos durante a corrida (Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011). Entretanto, os resultados de ambos os estudos ainda são contraditórios permanecendo inconclusivos. O primeiro estudo revelou que corredoras com história de fasciite plantar, sem presença de dor, apresentam maiores pico de força vertical e taxas de impacto (0 a 100% e de 20 a 80% do apoio) durante a corrida em relação às corredoras controle. O segundo estudo verificou que corredores recreacionais com fasciite plantar na fase aguda (com presença de dor) e crônica (história de fasciite plantar sem dor) têm semelhante distribuição de pressão plantar em relação a corredores controles (Ribeiro *et al.*, 2011). Talvez, a contradição dos resultados de ambos os estudos esteja na diferença da variável utilizada para inferir sobrecarga e no ambiente em que os corredores foram avaliados. O primeiro estudo inferiu sobrecarga por meio da força vertical obtida por

uma plataforma de força em ambiente de laboratório (Pohl *et al.*, 2009)e o segundo estudo, por meio das pressões plantares obtidas por palmilhas quando os corredores corriam em ambiente natural de treinamento e competição (Ribeiro *et al.*, 2011).

A importância do estudo das cargas plantares durante a corrida em ambiente de treinamento e competição, tal como foi feito por Ribeiro *et al*. (2011), foi destacada recentemente por Hong *et al*. (2012), os quais verificaram que a distribuição dessas cargas durante a corrida em esteira não é a mesma que durante a corrida em superfícies fixas, com o solo. Segundo os autores, a corrida em esteira pode até ser utilizada em programas de reabilitação por ajudar na redução da carga plantar, porém, para pacientes com lesões nas extremidades inferiores, a mudança de paradigma de investigação da esteira para o piso fixo e em ambiente ecologicamente válido é de fundamental importância para melhor se compreender os fatores causais envolvidos no dia a dia do corredor. A melhor compreensão do padrão dessas cargas plantares durante a corrida em ambiente natural seria de grande benefício terapêutico para programas de reabilitação de lesões de membros inferiores, como é o caso da fasciite plantar. Segundo Giddings *et al*. (2000), a atividade da corrida proporciona um estresse de magnitude de carga com cerca de 3,7 a 4,8 vezes o peso corporal sobre a fáscia e o ligamento plantar. Assim, considerando a corrida uma modalidade cíclica, cujos impactos sobre o calcanhar e fáscia plantar são de grande magnitude, a sua prática contínua poderia estar diretamente relacionada ao surgimento e à progressão da fasciite plantar.

Na tentativa de prevenir a progressão da fasciite plantar ou até mesmo extinguir os períodos de recidiva da doença, a maioria das abordagens terapêuticas direcionadas aos corredores com a afecção se dá por meio de palmilhas, com a finalidade de suporte do arco longitudinal medial e diminuição de sobrecarga na região do retropé. Porém, estudos

recentes (Landorf *et al.*, 2006; Landorf KB *et al.*, 2007), demonstraram que a longo prazo elas não impedem as recidivas dos sintomas.

De acordo com os estudos biomecânicos realizados, é provável que, as cargas plantares sofram mudanças durante as fases aguda (com dor) e crônica (sem dor) da fasciite plantar, principalmente na população de corredores. Além disso, esse possível aumento nas taxas de carga plantar de corredores com fasciite plantar pode estar diretamente relacionado com as mudanças no arco plantar, o qual permanece mais elevado (Messier and Pittala, 1988; Taunton *et al.*, 2002a; Ribeiro *et al.*, 2011) e com o alinhamento do retropé que mantém uma postura mais valga (Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011).

A melhor compreensão desses padrões dinâmicos da carga plantar de corredores com fasciite plantar e suas relações com o arco plantar e alinhamento do retropé pode ser útil para prescrição ou intervenções por meio de palmilhas, órteses e calçados direcionados a corredores com fasciite plantar, o que torna este estudo de grande relevância clínica e científica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o padrão de carga plantar e impacto dos pés em contato com o solo durante a corrida de corredores com fasciite plantar aguda e crônica e sua associação com o arco longitudinal medial e alinhamento do retropé.

2.2 Objetivos Específicos

Para responder aos problemas científicos de naturezas distintas, este estudo foi conduzido em dois experimentos. O primeiro foi referente ao estudo da influência da fasciite plantar aguda e crônica sobre os padrões da carga plantar da superfície dos pés. O segundo foi referente à associação das medidas estáticas dos pés e a dinâmica da carga plantar durante a corrida.

Desta forma, os objetivos específicos do presente estudo foram:

Experimento 1

- Analisar e comparar as taxas de impacto estimadas e as cargas em três regiões distintas da superfície plantar de corredores recreacionais com a fasciite plantar na fase aguda e crônica e corredores controle.

Experimento 2

- Verificar a relação entre o arco longitudinal medial, o alinhamento do retropé e a dinâmica da pressão plantar em corredores recreacionais com fasciite plantar: aguda e crônica.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Nesta atualização da literatura, serão descritos estudos que abordaram os seguintes tópicos sobre a fasciite plantar: epidemiologia, caracterização, fatores de risco, distúrbios do alinhamento postural dos membros inferiores, distribuição da pressão plantar e lesões de membros inferiores em corredores.

As bases de dados PubMed, LILACS, EMBASE, Google Scholar, Scielo, Portal CAPES foram consultadas, abrangendo o período de 1955 a 2010, utilizando-se as palavras-chaves: fasciite plantar, biomecânica, pressão plantar, extremidade inferior, retropé, pronação, arco plantar, corrida e seus correspondentes em inglês.

3.1 Anatomia e função da fáscia plantar

A fáscia plantar é definida como uma camada fibrosa densa que reveste a superfície plantar do pé (Figura 1). Sua configuração é disposta em uma banda de fibras longitudinais divididas em componentes medial, central e lateral (Aquino and Payne, 1999) Segundo Kogler *et al.* (1996), o termo fáscia plantar é sinônimo de aponeurose plantar englobando todos os três componentes da fáscia.

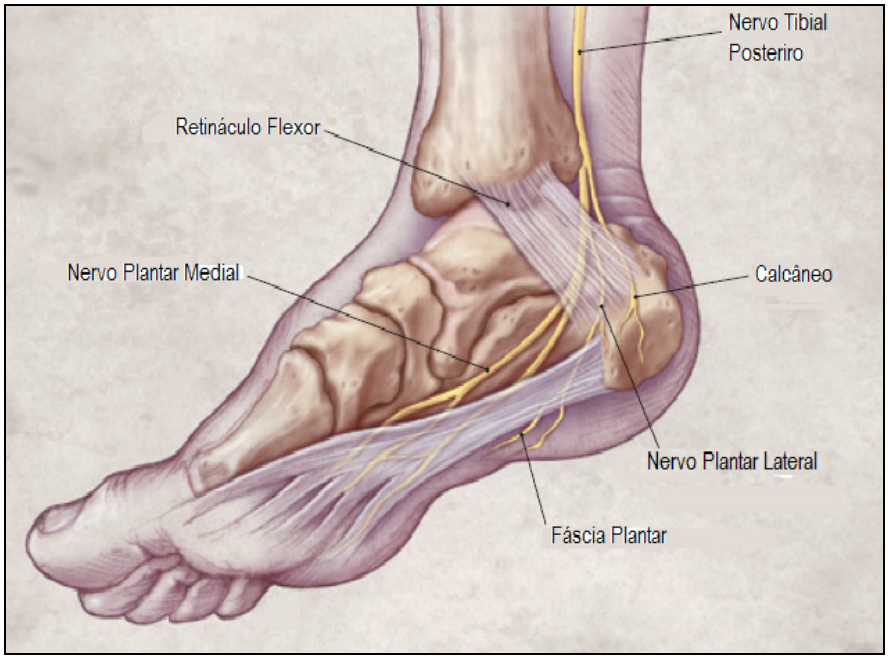


Figura 1 - Representação do revestimento da fáscia plantar em toda superfície plantar do pé. (Adaptado por Aldridge 2004).

Aquino e Payne (1999) ressaltam que o componente central é considerado o mais denso e a parte medial e lateral mais fina, servindo de revestimento para os músculos: abdutor do hálux e do dedo mínimo, respectivamente (Figura 2).

A banda lateral é um componente mais importante da fáscia plantar que se origina na margem lateral do tubérculo medial do calcâneo, estende-se para o cubóide e insere-se na base do quinto metatarso (Aquino and Payne, 1999). Sua espessura e desenvolvimento, no entanto, são variáveis (Cralley *et al.*, 1982). Em alguns indivíduos a banda é espessa e completamente desenvolvida, enquanto que em aproximadamente 12% dos indivíduos, é completamente ausente (Dylevsky, 1988). Visto esta variabilidade, o significado e a importância da faixa lateral não são bem compreendidos.

A faixa central se origina no aspecto plantar do processo medial da tuberosidade medial do calcâneo e recebe fibras dos tendões plantares proximais (Mitchell *et al.*, 1991). Ela

reveste os músculos centrais plantares e assemelha-se à aponeurose palmar da palma da mão. No entanto, é mais dura, densa e mais alongada (Maffulli *et al.*, 1999).

Na sua origem, a faixa central tem cerca de 1,5 a 2,0 cm de largura. Em seguida, ela expande-se para uma forma triangular como se divide distalmente em faixas orientadas longitudinalmente ao longo da sola do pé (Aquino and Payne, 1999). É nesta faixa que se estende o arco longitudinal medial do pé (Roxas, 2005) considerado ser o componente principal de suporte da fáscia plantar tanto estrutural como funcionalmente (Hicks, 1954).

De todos os componentes da fáscia plantar, a faixa central é considerada quanto à sua estrutura e funcionalidade como a mais significativa (Hicks, 1954). (Figura 2)

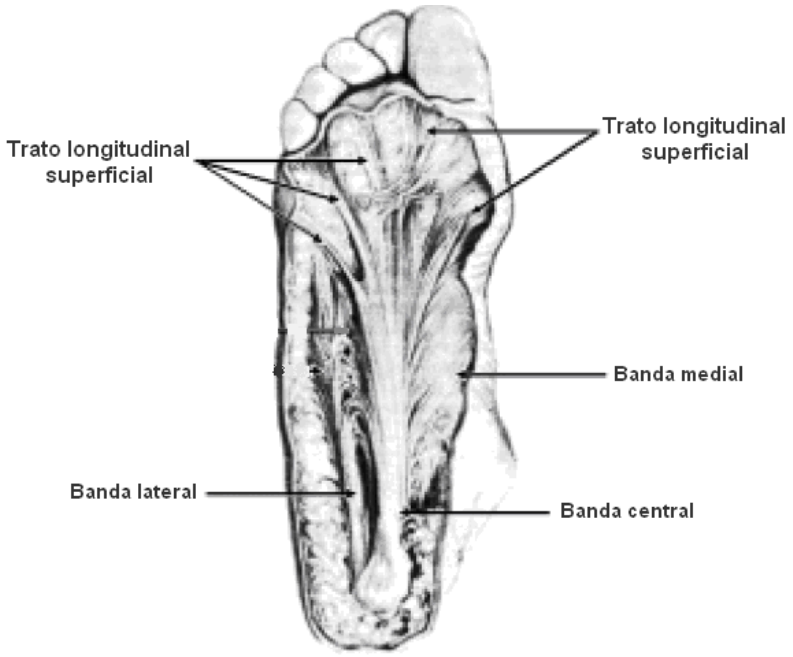


Figura 2- Representação dos três componentes da fáscia plantar. (Adaptado por Wearing et al. 2006)

De acordo com Schepsis *et al*. (1991) todos os componentes da fáscia plantar associados aos músculos abdutor do hálux e abdutor do dedo mínimo são implicados na etiologia da dor inferior do calcanhar (Figura 3).

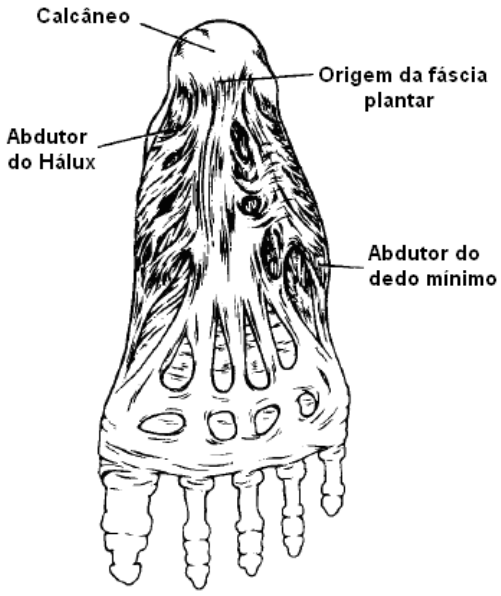


Figura 3 – Anatomia da fáscia plantar. (Adaptado por Schepsis *et al.* 1991)

Com toda essa configuração, estudos *in vitro* vêm destacando a importância da fáscia plantar no suporte do arco longitudinal medial. Modelos em cadáveres têm demonstrado a deterioração da estrutura do arco longitudinal medial após secção da fáscia plantar (Kitaoka *et al.*, 1997; Kitaoka *et al.*, 1997a; Thordarson *et al.*, 1998). Isso se deve, à função da fáscia plantar, que proporciona estabilidade às articulações múltiplas do pé, suporta o arco longitudinal medial, e protege a planta do pé possíveis lesões (Maffulli *et al.*, 1999). Durante o apoio estático, o peso do corpo é suportado quase que inteiramente por elementos passivos do pé sendo a fáscia plantar associada ao suporte do arco longituinal medial os elementos primordiais para realização de todo o apoio mecânico do pé no solo (Hicks, 1954; Hicks, 1955).

Assim, alguns autores sugerem que mudanças na conformação do arco longitudinal medial interferem na função da fáscia plantar (Hicks, 1955; Sarrafian, 1987). Segundo Sarrafian (1987), o alongamento do arco longitudinal medial tem sido relatado para aumentar

a tensão sobre a fáscia plantar. Esse aumento de carga e o estiramento excessivo da fáscia plantar podem gerar microtraumas e subsequentes processos inflamatórios, que resultam no desenvolvimento da fasciite plantar (Wearing *et al.*, 2006).

3.2 Definição, incidência e diagnóstico da Fasciite plantar

A nomenclatura que envolve a fasciite plantar é confusa, levando muitas vezes ao desentendimento entre os profissionais de saúde e pacientes, no que diz respeito ao diagnóstico e compreensão na etiologia dessa lesão (Singh *et al.*, 1997). Como definido no Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, "fasciite é a inflamação da fáscia". O termo *Fasciite Plantar* foi escolhido para ser usado neste estudo, uma vez que, é mais comumente adotado nos Descritores em Ciência da Saúde (DeCS).

Os vários sinônimos da fasciite plantar referidos na literatura incluem: síndrome da dor no calcanhar, síndrome da dor subcalcaneal, bursite subcalcaneal, síndrome do esporão do calcâneo e calcanhar do corredor (Schepsis *et al.*, 1991; Singh *et al.*, 1997; Barrett and O'Malley, 1999).

A fasciite plantar é definida como uma síndrome resultante de um processo inflamatório na inserção da fáscia plantar (tubérculo medial do calcâneo) e estruturas perifáscias adjacentes (Kwong *et al.*, 1988; Campbell-Giovaniello, 1997; Tisdel *et al.*, 1999),(Figura 4). Segundo Michelson (1995), a fasciite plantar é uma desordem musculoesquelética comum que atinge o segmento dos pés.

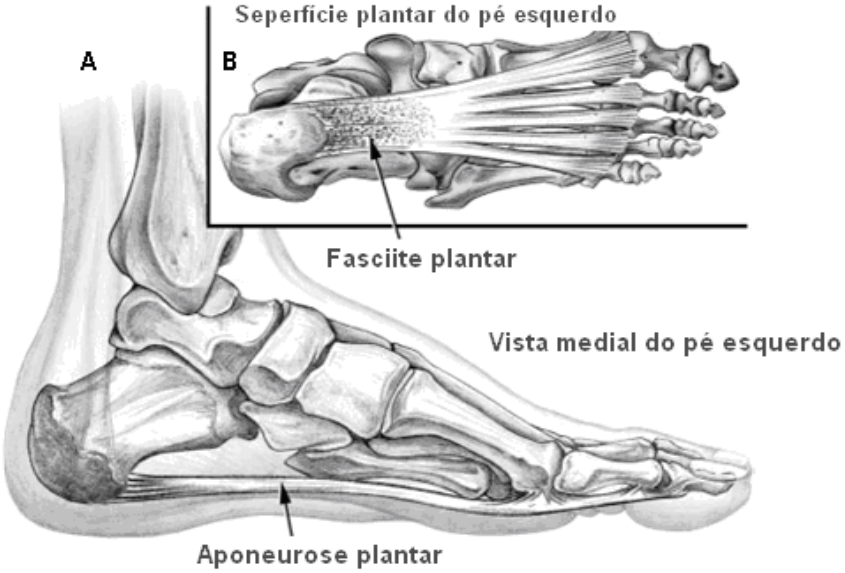


Figura 4 - A: Inserção da fáscia plantar sobre a base do calcâneo e sua extensão distal até as falanges. B: Demonstração do local de ocorrência da fasciite plantar. (Adaptado de Lori e Terry, 2004).

Estima-se que a incidência seja de aproximadamente 10% na população geral, chegando a um percentual de 25% em corredores (Clement *et al.*, 1981; Kibler *et al.*, 1991; Rome *et al.*, 2001). Calcula-se também, que cerca de 8% das pessoas que praticam alguma atividade esportiva também sejam acometidos por essa afecção (Lysholm and Wiklander, 1987).

Um estudo retrospectivo com 2002 corredores revelou que a fasciite plantar é a terceira lesão mais comum em atletas corredores (Taunton *et al.*, 2002a). Tauton *et al.* (2002a) revela que, de 267 casos de fasciite plantar analisados em várias modalidades esportivas, 160 casos envolviam somente a corrida. Nos EUA, a prevalência da fasciite plantar chega a um milhão de pessoas a cada ano (Riddle *et al.*, 2003; Riddle and Schappert, 2004). Já, no Brasil, de acordo com a Associação Brasiliense de Corredores (ABC), estima-se que no ano de 2004 cerca de um milhão de brasileiros procuraram os consultórios de ortopedia com os sintomas da doença. Porém, atualmente ainda não se tem dados precisos

sobre essa prevalência, mas acredita-se que pelo aumento progressivo de adeptos à corrida de rua (Laurino *et al.*, 2000), esse número de acometimento musculoesquelético seja de semelhante proporção. Uma confirmação disso vem de revisão sistemática recente que revela que uma das lesões musculoesqueléticas mais acometidas em corredores é a fasciite plantar (Lopes *et al.*, 2012).

Particularmente, o sintoma clínico mais comum da fasciite plantar é a típica dor na região ínfero-medial do calcâneo. Geralmente a dor é intensificada após longos períodos de repouso ou tempo prolongado na postura de pé, bem como após atividades físicas intensas (Kwong *et al.*, 1988; Michelson, 1995; Singh *et al.*, 1997; Tisdel *et al.*, 1999; Young *et al.*, 2001), embora, em alguns casos, a dor possa persistir durante todo o dia (Aldridge, 2004).

Baseado nestes sintomas, o diagnóstico da fasciite plantar é normalmente realizado com base na história clínica da doença e no exame físico do paciente (Buchbinder, 2004; Cole *et al.*, 2005; Roxas, 2005; Alvarez-Nemegyei and Canoso, 2006). A história detalhada dos sintomas provê informações suficientes que marcam a doença, enquanto que a avaliação física é sugestiva para confirmação do diagnóstico (Roxas, 2005).

O exame físico consiste da palpação de toda a superfície plantar do calcanhar e região de mediopé, a fim de determinar o local exato de desconforto do paciente (Campbell-Giovaniello, 1997; Barrett and O'Malley, 1999; Tisdel *et al.*, 1999). Além da palpação, também é realizado o estiramento da fáscia plantar por meio da dorsiflexão passiva e extensão dos dedos dos pés, que resulta em uma maior intensificação de dor na região do calcâneo (Barrett and O'Malley, 1999; Young *et al.*, 2001; McPoil *et al.*, 2008). Outro exame abordado que também promove estiramento da fáscia plantar e o aumento da dor na região do calcanhar é o posicionamento do paciente sobre as pontas dos dedos do pé (Campbell-Giovaniello, 1997; Young *et al.*, 2001).

Além, desses critérios clínicos, Kane *et al.* (2001) ressaltam a importância e a eficácia do exame de ultrassonografia para o diagnóstico da fasciite plantar. Segundo Gill (1997) e Griffith *et al.* (2001), esse exame permite verificar o processo inflamatório e as mudanças degenerativas provocadas na aponeurose plantar no decorrer de um tratamento.

Segundo Imamura *et al.* (2003), essa confirmação é necessária, pois, a história natural da fasciite plantar passa por períodos de remissão (ausência) e recidiva (presença) dos sinais e sintomas, sendo importante acompanhar o estado da fáscia plantar em quadros agudos e crônicos.

Diante desse fato, grande tem sido o interesse dos estudos relacionados aos fatores de risco relacionados à fasciite plantar, para que desta forma se obtenham subsídios clínicos e científicos que direcionem uma melhor abordagem terapêutica, com a finalidade de minimizar e até mesmo eliminar os períodos de recidiva que envolvem a afecção.

3.3 Fatores etiológicos da fasciite plantar

A etiologia da fasciite plantar é designada clínica e experimentalmente como multifatorial, resultando não somente de uma única causa, mas sim, de um conjunto de causas, que até os tempos atuais é insuficientemente compreendida (Wearing *et al.*, 2006; McPoil *et al.*, 2008).

Na literatura encontra-se uma combinação de fatores de risco intrínsecos e extrínsecos que predispõem ao aparecimento dessa afecção (Kaya, 1996; Rome, 1997). Os fatores de risco extrínsecos mais relatados são os que estão relacionados à realização de atividade física e esportiva como o tipo de calçado, o tipo de piso, o volume de treino, bem

como a freqüência e a intensidade da atividade física realizada pelo indivíduo (Rome *et al.*, 2001; Taunton *et al.*, 2002b).

Já os fatores de risco intrínsecos mais comumente associados à fasciite plantar na literatura são: a idade (Irving *et al.*, 2006), a obesidade (Riddle *et al.*, 2003), a redução da dorsiflexão de tornozelo (Warren, 1984; Kibler *et al.*, 1991; Riddle *et al.*, 2003), a excessiva pronação de retropé associada ao valgo do calcâneo (Shama *et al.*, 1983; Rome *et al.*, 2001; Taunton *et al.*, 2002a), o tipo do arco longitudinal (Warren and Jones, 1987; Kwong *et al.*, 1988; Krivickas, 1997; Taunton *et al.*, 2002a; Taunton *et al.*, 2002b; Pohl *et al.*, 2009), e a sobrecarga mecânica excessiva sobre a superfície dos pés (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007; Pohl *et al.*, 2009). No entanto, esses fatores ainda permanecem controversos, principalmente, no que se refere ao envolvimento em maior ou menor magnitude com a etiologia dessa afecção (Rome *et al.*, 2001).

Apesar da existência de todos esses fatores, grande parte da literatura relata a sobrecarga mecânica repetitiva e os aspectos relacionados ao alinhamento do retropé e do arco longitudinal medial como fatores elementares para o desenvolvimento e surgimento da fasciite plantar (Chandler and Kibler, 1993; Cornwall and McPoil, 1999; Wearing *et al.*, 2006).

3.3.1 Mudanças do arco longitudinal medial e ângulo do retropé na fasciite plantar

É descrita na literatura a associação clínica entre a dor no calcanhar e a elevação do arco longitudinal medial (Chandler and Kibler, 1993; Gill, 1997; Krivickas, 1997). E nessa linha de raciocínio a maior parte da literatura tem descrito que um pé com arco elevado (Messier and Pittala, 1988; Taunton *et al.*, 2002a; Ribeiro *et al.*, 2011) e uma pronação do retropé

(valgo de calcâneo) são mais associados ao desenvolvimento da fasciite plantar (Taunton *et al.*, 2002a; Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011).

O estudo pioneiro de Hicks (1954, 1955) revelou que a altura e o comprimento do arco longitudinal medial podem ser comumente implicados no processo de desenvolvimento da fasciite plantar. O autor estudou um modelo em diferentes membros inferiores de cadáveres, onde caracterizou as forças de tensão que a fáscia plantar absorvia, destacando assim, a importante função desses elementos passivos para a redistribuição dinâmica das cargas plantares dos pés e, consequentemente, efetiva prevenção ao desenvolvimento da fasciite plantar.

Acredita-se que uma diminuição do arco longitudinal medial induziria a um maior estiramento da fáscia (Kwong *et al.*, 1988; Viel and Esnault, 1989) e um aumento do arco plantar reduziria a atenuação do impacto do calcâneo ao solo (Krivickas, 1997), sobrecarregando respectivamente a região medial e posterior dos pés. Por outro lado, segundo Karr (1994), tanto o arco longitudinal medial aumentado quanto diminuído predispõe a maior tensão sobre a fáscia plantar e consequentemente o desenvolvimento da fasciite plantar.

Embora haja falta de consenso da literatura sobre a questão do arco plantar em corredores, estudos demonstraram que na fasciite plantar ambos os tipos de arco plantares- aumentado e diminuído - podem ser fatores causais da afecção (Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011). No entanto, a maior parte da literatura se apoia sobre o raciocínio do aumento do arco plantar em corredores com fasciite plantar (Messier and Pittala, 1988; Taunton *et al.*, 2002a; Ribeiro *et al.*, 2011).

Outro fator importante é a excessiva pronação do retropé, geralmente ocasionada por um alinhamento em valgo do calcâneo. Essa hiper pronação resultaria na diminuição da

estabilidade do retropé, produzindo um estresse excessivo sobre a parte ínfero-medial do calcâneo, região esta, relacionada à fasciite plantar. Essa instabilidade prejudicaria a transição da fase de apoio médio para o apoio terminal, deixando a fáscia plantar em maior tensão; sendo assim, mais vulnerável à microtraumas (Warren and Jones, 1987; Kwong *et al.*, 1988).

É descrito que o aumento da pronação do calcâneo possa ser devido às mudanças na estrutura do arco longitudinal medial plantar ou um mecanismo compensatório resultante da diminuição da dorsiflexão de tornozelo (Cornwall and McPoil, 1999), conforme já observado por alguns autores (Warren and Jones, 1987; Cornwall and McPoil, 1999).

Estudo realizado por Tauton *et al.* (2002a), direcionado apenas a atletas com fasciite plantar, revelou que de 267 casos de fasciite plantar um percentual de 10% apresentaram um arco longitudinal medial aumentado (pés cavos) e que 55% deles apresentavam hiperpronação de retropé. Outro estudo realizado por Tauton *et al.* (2002b), porém, em uma análise retrospectiva de 2002 corredores com lesão na corrida, observaram que 30 dos 159 pacientes com fasciite plantar (19%) apresentaram uma arquitetura mais rebaixada do arco plantar longitudinal medial (pés planos), quando julgados subjetivamente. Talvez a discordância dos resultados seja devido ao fato de que os autores realizaram apenas avaliações subjetivas, as quais não apresentam confiabilidade e validade descritas, além disso, também não quantificaram o sintoma de dor associado à fasciite plantar.

Com uma visão mais quantitativa, outros estudos radiográficos foram realizados, porém, com indivíduos não atletas. Um deles é o estudo de Prichasuk e Sbhadrabandhu (1994) que avaliou o ângulo de inclinação lateral do calcâneo de 82 pacientes com esporão de calcâneo associado à dor no calcanhar e 400 indivíduos controle. Os autores observaram que esse ângulo apresentou-se diminuído quando comparado ao grupo controle. Prichasuk e

Sbhadrabandhu (1994) explicam que a diminuição desse ângulo do calcâneo reflete na estrutura do arco longitudinal medial ressaltando ser um importante fator para o desenvolvimento da fasciite plantar. Em estudo anterior Shama *et al.* (1983) em uma retrospectiva revisão de 1000 radiografias, em postura ortostática, de pacientes com dor no calcanhar, observaram que 81% apresentavam pronação de retropé.

Rano *et al.* (2001), também utilizando a radiografia, avaliaram o tipo do arco longitudinal medial de 59 indivíduos com fasciite plantar e 47 indivíduos controle. No entanto, de forma contrária aos estudos citados anteriormente, Rano *et al*. (2001) não encontraram diferenças significativas na altura do arco longitudinal medial quando comparado ao grupo controle. Vale ressaltar que neste estudo, os autores, além da radiografia, também avaliaram o nível de dor, uma vez que esse sintoma é de grande importância para avaliar o atual quadro clínico da afecção.

Abordando a população de corredores com experiência de fasciite plantar e corredores controle, Messier e Pittala (1988) avaliaram o arco longitudinal medial, por meio da impressão plantar, bem como o movimento do retropé, por meio da análise cinemática. Foi encontrada uma tendência a um arco mais elevado no grupo com a fasciite plantar em relação ao grupo controle. Já em relação ao movimento do retropé (pronação máxima, tempo de pronação e velocidade de pronação) nenhuma diferença significativa foi encontrada quando comparado ao grupo controle.

Almejando esclarecer melhor a relação do alinhamento e movimento do retropé e o arco longitudinal medial, principalmente na população de corredores, Pohl, Hamil e Davis (2009) em um recente estudo, avaliaram 20 corredoras com história de fasciite plantar e 25 corredoras controle. Para tanto, utilizaram para mensuração do arco longitudinal medial um paquímetro e para o alinhamento do retropé o goniômetro e a análise cinemática. Os autores

encontraram um arco longitudinal medial plantar diminuído e uma similar pronação de retropé associada a uma postura em valgo do calcâneo quando comparado com corredoras controle. No entanto, ressaltam os autores a importância de futuros estudos que aborde o sintoma de dor que, invariavelmente, advêm de uma fase mais aguda da fasciite plantar. Além disso, os autores relatam histórico de fasciite plantar no último ano, sem confirmação de exames de ultrassonografia, o que segundo Griffith *et al*. (2001) é essencial para diferenciar de outras patologias dos pés.

Diante desses fatos, Lee *et al.* (2010) ressalta a existência de associação entre o ângulo de eversão máxima do retropé (pronação) e a altura do arco plantar que podem induzir um efeito indireto de tensão sobre a fáscia plantar que poderia resultar em sobrecarga nas superfície plantar dos pés. No entanto, não se encontram na literatura estudos que inferem a relação direta dessas variáveis, em lesões como a fasciite plantar, principalmente, na população de corredores onde a prevalência é maior (Taunton *et al.*, 2002a; Lopes *et al.*, 2012). Apesar da literatura clínica, inferir grande importância para a questão da sobrecarga mecânica dos pés (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Pohl *et al.*, 2009) como fator de risco primário relacionado a fisiopatologia da fasciite plantar (League, 2008).

3.3.2 Medidas clínicas dos pés e a carga plantar na corrida e a fasciite plantar

Geralmente, o raciocínio mais aceito é que a sobrecarga plantar resultante de possíveis desequilíbrios biomecânicos na estrutura dos pés resultaria em maior tensão e aumento das taxas de força sobre a fáscia plantar induzindo microtraumas e inflamação, caracterizando a fase aguda da lesão (Schepsis *et al.*, 1991; League, 2008) e ao longo do círculo da doença, o repetitivo apoio dos pés em contato com o solo, evoluiria para a

fragmentação e degeneração da fáscia plantar, caracterizando a fase crônica da fasciite plantar sem dor (Lemont *et al.*, 2003; League, 2008).

Seguindo essa linha de raciocínio que mudanças estáticas nas estruturas dos pés, especialmente o arco longitudinal medial e o alinhamento do retropé poderiam resultar em mudanças nas taxas de cargas plantares sobre as regiões dos pés, alguns estudos foram conduzidos na população de corredores (Lees *et al.*, 2005; Lee and Hertel, 2012) e os resultados permanecem contraditórios e pouco conclusivos.

Grande parte dos estudos infere que arco plantar elevado está associado ao aumento das taxas de carga da força vertical (Sneyers *et al.*, 1995; Williams *et al.*, 2001; Williams *et al.*, 2004). Outros ainda relatam que não haver associação entre a altura do arco plantar estática e dinâmica com o pico da força reação do solo e a taxa de carga (20-80% do primeiro pico de força vertical) durante a corrida (Lees *et al.*, 2005; Nakhaee *et al.*, 2008). De acordo com Lees *et al.* (2005) as taxa de carga definida como 20-80% do tempo do primeiro pico da força vertical durante a corrida vêm sendo uma medida importante e frequentemente utilizada para inferir a absorção de impacto do pé com o solo.

Por último, estudo recente, abordou um número maior de fatores antropométricos dos pés como o alinhamento do retropé e antepé, bem como a altura do arco plantar de corredores sem lesão prévia dos pés. Observou-se que somente o alinhamento em valgo do retropé mostrou-se ser um significativo preditor da pressão plantar máxima e da integral da pressão nas regiões de mediopé e retropé medial (Lee and Hertel, 2012). Segundo Lees *et al*. (2005) apesar do arco plantar ser uma medida clínica comumente utilizada para classificar os pés, essa medida não prediz as forças atuantes dos pés em contato com o solo durante a corrida. Talvez a altura do arco plantar seja associada às mudanças da carga plantar quando

verificado em corredores com alguma lesão prévia na superfície dos pés, como é o caso da fasciite plantar.

De acordo com Teyhen *et al.* (2009), estudos são necessário para investigar a associação entre o arco plantar elevado e os padrões dinâmicos da pressão plantar em condições patológicas.

3.3.3 Alterações de carga na superfície de apoio dos pés e a fasciite plantar

Apesar da etiologia da fasciite plantar ser multifatorial, a sobrecarga mecânica vem sendo teoricamente descrita por alguns autores (Chandler and Kibler, 1993; Cornwall and McPoil, 1999), como o fator primário envolvido no desenvolvimento da doença (League, 2008).

Diante desse fato, grande parte dos estudos direcionou para a avaliação da marcha de indivíduos com fasciite plantar com o objetivo de esclarecer a etiologia multifatorial da afecção e, consequentemente, na melhora de sua abordagem terapêutica (Kelly *et al.*, 1995; Bedi and Love, 1998; Liddle *et al.*, 2000; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007).

Liddle *et al*. (2000), avaliaram 23 indivíduos com diagnóstico de dor no calcanhar plantar unilateral. O objetivo do estudo foi comparar a força de reação do solo vertical de pés sintomáticos e assintomáticos (contralateral). Para tanto, foi utilizada uma plataforma de força, onde os indivíduos realizaram a marcha ao longo de uma passarela, em cadência auto-selecionada e sem controle de velocidade. Os autores observaram que a força de reação do solo vertical e o tempo de contato total de carga, não apresentaram diferenças significantes quando comparados aos pés assintomáticos. Segundo os autores esses achados podem ser

explicados de duas formas: a primeira é que o fenômeno da adaptação da marcha antálgica poderia minimizar os reais efeitos da fasciite plantar nas cargas mecânicas dos pés sintomáticos. A segunda é que a atenuação de choque do membro afetado, não ocorreu puramente no calcanhar, mas também em segmentos adjacentes como tornozelo e joelho, atenuando o impacto da carga recebido pelo calcanhar, como forma de um mecanismo compensatório.

Por outro lado, estudo realizado por Katoh *et al.* (1983) avaliaram 13 indivíduos com dor no calcanhar e 30 indivíduos controles. Utilizando também uma plataforma de força foi avaliada a marcha dos indivíduos com sapato habitual próprio. Os autores relatam que o grupo com dor no calcanhar não apresentou uma curva característica da força de reação do solo vertical, como a presença bem definida dos dois picos e um vale referente ao médio apoio. Segundo os autores, houve um relativo aplainamento da curva vertical de força reação do solo, em indivíduos com dor no calcanhar, quando comparados ao grupo controle. No entanto, uma limitação desse estudo foi que os autores não avaliam o salto dos sapatos na região do calcanhar em ambos os grupos estudados. Fato esse que pode interferir imensamente nos resultados encontrados.

Ainda, baseado na análise cinética da marcha humana, Bedi e Love (1998), avaliaram 40 indivíduos com fasciite plantar e 40 indivíduos controle. O objetivo dos autores foi avaliar a distribuição do impulso baseado na força de reação do solo vertical sobre as regiões do antepé, mediopé e retropé. Para tanto, foi utilizado um sistema de análise da distribuição plantar (Tekscan's F-Scan system). O vetor de impulso vertical foi calculado pela derivação da curva de força reação do solo vertical versos o tempo. Os resultados mostraram que indivíduos com fasciite plantar apresentam um aumento significativo do impulso vertical referente à região do mediopé e antepé, enquanto que o retropé apresentou uma redução no

pico de força. Os autores admitem a existência de um “ciclo vicioso de feedback negativo”, em que os aumentos de força encontrados nas referidas regiões dos pés levariam a um novo quadro patológico de estiramento da fáscia, o que justificaria a situação de recidivas por sobrecarga crônica imposta á superfície plantar.

Essa premissa vai em direção ao estudo de Wearing *et al.* (2003) ao avaliarem, por meio de uma plataforma de pressão, a força de reação do solo vertical, nas regiões de antepé, mediopé, retropé e dedos de indivíduos com fasciite plantar unilateral. Os autores observaram que indivíduos com fasciite plantar ajustam o padrão de marcha (antálgico) resultando em uma redução de carga sobre o retropé e antepé. Em compensação, esses indivíduos aumentam a carga na região dos dedos, sugerindo que a função digital é importante nesses pacientes e precisa ser mais bem compreendida, pois também pode proporcionar um maior estiramento da fáscia plantar.

Outro estudo mais recente também realizado por Wearing *et al.* (2007), demonstrou que a carga plantar, avaliada por meio de uma plataforma de pressão, foi maior na região de mediopé e que a espessura da fáscia plantar e a dor desencadeada pela afecção são associadas à carga regional do pé e à estrutura do arco longitudinal plantar. Ainda explicam os autores que não é possível inferir se este aumento de carga em outras regiões dos pés, de fato contribuem para o desenvolvimento da fasciite plantar, induzindo a um posterior estiramento da fáscia plantar ou se a dor na região do retropé é que influencia uma possível adaptação durante a marcha.

Abordando ainda a marcha, Kelly *et al*. (1995) investigaram o pico de pressão, integral da pressão e tempo de contato nas quatro regiões dos pés (dedos, antepé, mediopé e retropé) de indivíduos com e sem fasciite plantar. Os autores não encontraram nenhuma diferença nessas variáveis biomecânicas quando comparado ao controle. Segundo Wearing

et al. (2006) a análise da marcha tem-se revelado inconsistente em relação ao real efeito da fasciite plantar sobre a sobrecarga nos membros inferiores.

Mais recentemente, o efeito das diferentes fases da doença (com e sem dor) na sobrecarga mecânica de indivíduos com fasciite plantar foi foco de apenas dois estudos durante a corrida (Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011). Entretanto, os resultados de ambos os estudos ainda são contraditórios permanecendo inconclusivos. O primeiro estudo revelou que corredoras com história de fasciite plantar, sem presença de dor, apresentam maiores pico de força vertical e taxas de impacto (0 a 100% e de 20 a 80% do apoio) durante a corrida em relação às corredoras controle. O segundo estudo verificou que corredores recreacionais com fasciite plantar na fase aguda (com presença de dor) e crônica (história de fasciite plantar sem dor) tem semelhante distribuição de pressão plantar em relação a corredores controles (Ribeiro *et al.*, 2011).

Talvez, a contradição dos resultados de ambos os estudos realizados esteja na diferença da variável utilizada para inferir sobrecarga e no ambiente em que os corredores foram avaliados. O primeiro estudo inferiu sobrecarga por meio da força vertical obtida por uma plataforma de força em ambiente de laboratório (Pohl *et al.*, 2009) e o segundo estudo, por meio das pressões plantares obtidas por palmilhas quando os corredores corriam em ambiente natural de treinamento e competição (Ribeiro *et al.*, 2011).

A importância do estudo das cargas plantares durante a corrida em ambiente de treinamento e competição, tal como foi feito por Ribeiro *et al*. (2011), foi destacada recentemente por Hong *et al*. (2012), os quais verificaram que a distribuição dessas cargas durante a corrida em esteira não é a mesma que durante a corrida em superfícies fixas, com o solo. Segundo os autores, a corrida em esteira pode até ser utilizada em programas de reabilitação por ajudar na redução da carga plantar. Porém, para pacientes com lesões nas

extremidades inferiores, a mudança de paradigma de investigação da esteira para o piso fixo e em ambiente ecologicamente válido é de fundamental importância para melhor se compreender os fatores causais envolvidos no dia a dia do corredor.

A melhor compreensão do padrão dessas cargas plantares durante a corrida em ambiente natural seria de grande benefício terapêutico para programas de reabilitação de lesões de membros inferiores, como é o caso da fasciite plantar. Segundo Giddings *et al*. (2000) a atividade da corrida proporciona um estresse de magnitude de carga com cerca de 3,7 a 4,8 vezes o peso corporal sobre a fáscia e o ligamento plantar. Assim, considerando a corrida uma modalidade cíclica cujos impactos sobre o calcanhar e fáscia plantar são de grande magnitude a sua prática contínua poderia estar diretamente relacionada ao surgimento e à progressão da fasciite plantar.

3.4 A corrida e o estresse sobre o sistema locomotor

Milhões de pessoas estão praticam atividades esportivas que envolvem a corrida por se uma atividade disponível a todas as idades, de baixo custo, versátil e que traz benefícios à saúde (Novacheck, 1998; Paluska, 2005; Van Middelkoop *et al.*, 2008). Alguns autores vêm elegendo a corrida como uma das mais modalidades esportivas mais populares no mundo visto seu substancial crescimento em relação às décadas passadas (De Wit *et al.*, 2000; Hohmann *et al.*, 2004).

Nesta última década, no Brasil, especialmente em São Paulo, vem aumentando o número de corredores considerados recreacionais. A comprovação desse fato vem da observação dos números de sócios da Associação de Corredores Paulista Reunidos (Corpore

2012) e do número de praticantes de provas organizadas por essa associação, conforme ilustrado pela figura 5 (Corpore 2012).

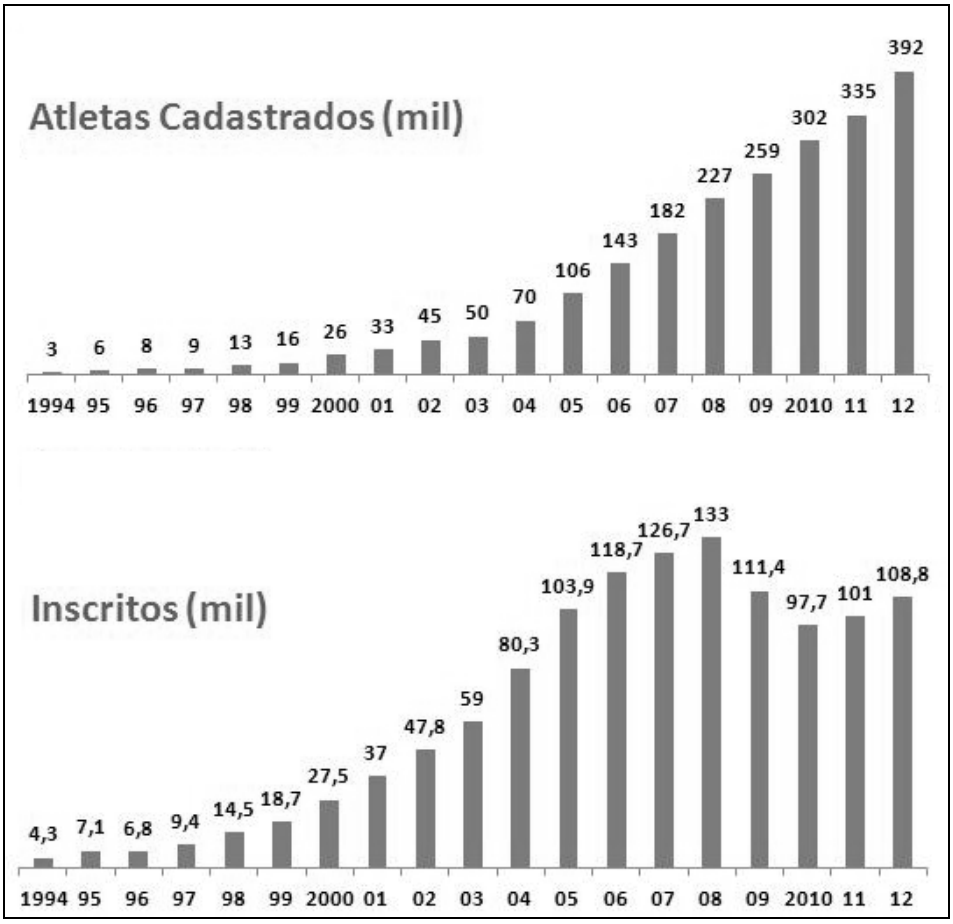


Figura 5 – Evolução do número de associados à CORPORE e número de inscritos em provas de corrida organizadas por essa associação.

Acompanhando esse crescente interesse pela corrida, aumentou também o número de lesões nas extremidades inferiores (Van Gent *et al.*, 2007), o que determinou um crescente interesse em pesquisas nos fatores causais e formas de prevenção das lesões relacionadas à prática desta atividade (Novacheck, 1998).

Sabendo que cada estrutura do corpo tem certo tempo para se recuperar do estresse sofrido pela atividade física, o desrespeito a este período pode gerar uma série de lesões como as descritas por Hreljac (2004), como a periostite na tíbia, a condromalácia patelar e a

tendinite de calcâneo. Além destas, outras lesões mais recorrentes em corredores são: a síndrome da dor patelofemoral, a síndrome da banda iliotibial e a fasciite plantar (Taunton *et al.*, 2002b).

Uma possível explicação para o aparecimento dessas lesões é a necessidade de uma vida mais saudável que leva o indivíduo a intensificar sua prática de atividades físicas ou realizá-la sem suas devidas precauções, como uso de calçado inadequado, sem preparo físico necessário e acompanhamento com um profissional responsável. Geralmente, as pessoas não veem necessidade em aprender a correr, praticando a atividade pelo que sentem, veem, leem ou ouvem a respeito (Tessutti, 2008). Toda essa falta de descuido gera uma série de sobrecargas inadequadas ao aparelho locomotor que resultam em lesões graves o suficiente para interferir na sua prática ou desempenho (Novacheck, 1998).

Hreljac (2004) ressalta que a corrida é um agente agressor aos tecidos biológicos, como qualquer outro exercício. Durante a corrida, os tecidos biológicos devem se adaptar ao nível de estresse aos quais são submetidos. Quando essa atividade é realizada de forma que não ultrapasse o limiar de freqüência e intensidade de estresse aos tecidos, ela promove adaptações no sistema locomotor para que o mesmo suporte maiores estímulos futuramente. Quando essa freqüência e intensidade ultrapassam exageradamente esse limiar, há o favorecimento do surgimento de lesões.

Outro fator peculiar que pode provocar lesões durante a prática da corrida é a magnitude da força de impacto recebida pelo retropé em contato com o chão. Nigg (1986) define esse movimento como sendo a resultante da colisão de dois corpos por um período de tempo relativamente curto. Esta brevidade em sua ocorrência faz com que ela geralmente tenha uma importante magnitude. Novacheck (1998) descrevem que fisiologicamente o impacto do calcanhar no chão é suportado, diretamente, por estruturas passivas (ossos e

estruturas articulares) e estruturas ativas (músculos, fáscia plantar e tendões). Quando as estruturas passivas e ativas não conseguem absorver este pico de impacto, ou também chamado de pico passivo, gerado em curto período de tempo, ocorrem as adaptações do sistema locomotor na tentativa de transferir parte da energia elástica acumulada a estruturas ativas mais adjacentes, como o músculo quadríceps, auxiliando o corpo a realizar a propulsão. Quando essas adaptações do sistema locomotor não ocorrem efetivamente às lesões nos membros inferiores são mais propensas a acontecer.

É descrito na literatura que durante a marcha o pico de impacto do calcanhar no chão é 1.0 a 1.5 vezes o peso corporal (Andriacchi *et al.*, 1977; Breit and Whalen, 1997), enquanto que na corrida esse valor passa para 2.0 a 3.5 vezes o peso corporal (Cavanagh and Lafortune, 1980; Munro *et al.*, 1987). No entanto, em estudo realizado por Giddings *et al.* (2000), a força total de contato na articulação talocrural chega a valores de 11 vezes o peso corporal e na articulação calcâneo-cubóide esta força chega a 7,9 vezes durante a corrida (Figura 6).

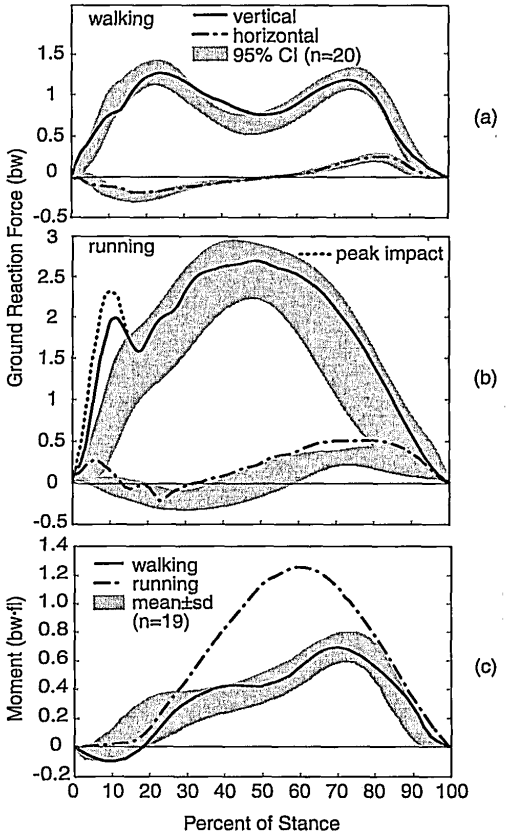


Figura 6 – Componente vertical e horizontal da força de reação do solo determinado experimentalmente durante a marcha (a) e a corrida (b) e os resultados dos momentos da articulação do tornozelo (c). Os dados da força foram normalizados pelo peso corporal e as distâncias mensuradas foram normalizadas pelo comprimento do pé (Adaptado por Giddings *et al.* 2000).

No estudo realizado por Giddings *et al.* (2000), foi desenvolvido um modelo bidimensional do pé para avaliar dados cinéticos e cinemáticos de um indivíduo durante a marcha e a corrida. O objetivo dos autores foi avaliar a carga interna e externa do calcanhar e estruturas ativas como tendão, fáscia plantar e músculos. Os autores concluíram que em ambas as situações a corrida proporcionou maior carga sobre o calcâneo e as estruturas ativas avaliadas. Observaram também que o tendão de Aquiles, a fáscia plantar e os ligamentos plantares contribuem para a atenuação do impacto recebido pelo calcâneo em contato com o chão, durante a marcha e a corrida, conforme demonstrado nas figuras 7 e 8.

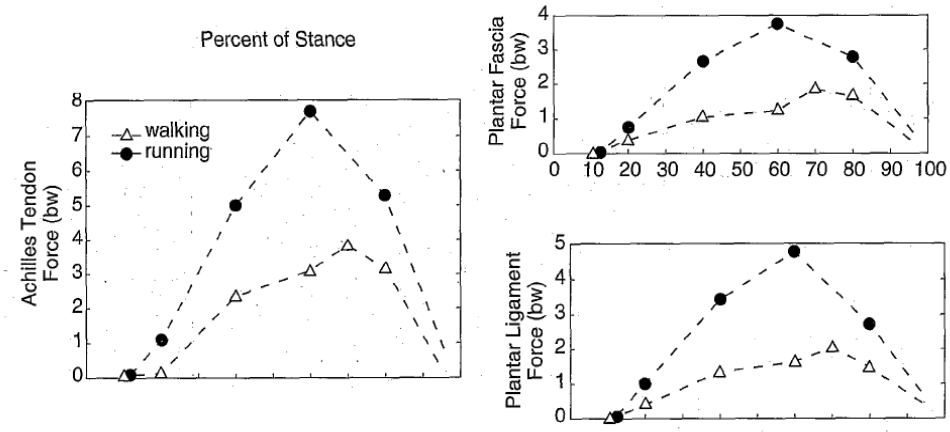


Figura 7 – Representação da força interna sobre o tendão de Aquiles, fáscia plantar e ligamentos plantares avaliadas por meio de um modelo experimental bidimensional do pé durante a marcha e a corrida (Adaptado por Giddings *et al.* 2000).

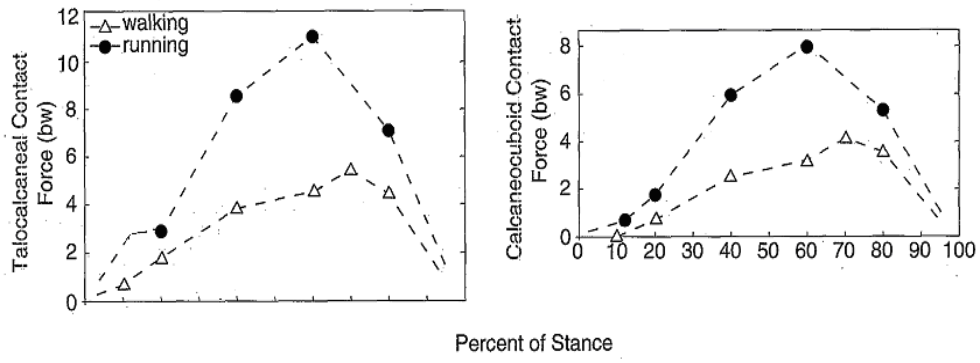


Figura 8 – Representação da força na articulação talocalcânea e calcaneocubóide por meio de um modelo experimental bidimensional do pé durante a marcha e a corrida (Adaptado por Giddings *et al.* 2000).

Segundo Novacheck *et al.* (1998), tecidos como a fáscia plantar, o tendão de Aquiles e o mecanismo do quadríceps são responsáveis por dissipar as forças durante todo o tempo de apoio do calcanhar no chão. Essa seria uma estratégia de sistema locomotor para minimizar o impacto a articulações adjacentes, ou seja, para o restante do corpo.

Outra estratégia de atenuação de impacto descrita por Hintermann e Nigg (1998) e Stergiou *et al.* (1997;1999;2003) que durante a corrida existe uma coordenação da articulação subtalar, através de seus movimentos de prono-supinação e do joelho, com sua

flexão e extensão, por meio da rotação da tíbia, sendo este um outro momento atenuador do impacto das forças de reação do solo.

Além dessas estratégias, a sincronização do pé, tornozelo e tíbia também é corroborada pelo estudo de De Leo (2004), onde o pico de eversão do pé ocorreu entre 39 e 54% da fase de apoio, e o pico de flexão do joelho entre 36 a 45%. Assim, fica evidente a função atenuadora oriunda desta sincronização.

A partir de então, o movimento de pronação e supinação do retropé vem sendo intensamente investigado na literatura (Stergiou and Bates, 1997; Hintermann and Nigg, 1998; McClay and Manal, 1998; Duffey *et al.*, 2000; Stacoff *et al.*, 2001), devido à forte relação desses movimentos com geração de sobrecarga plantar e o aparecimento de algumas lesões, sendo uma delas a fasciite plantar. Cavanagh *et al.* (1987a), relatam que análise do ângulo de eversão e inversão do retropé é usado para designar os movimentos de pronação e supinação dessa articulação.

Uma condição de hiper-pronação é considerada como um fator importante que predispõem a lesão no segmento dos pés em corredores. Viel *et al.* (2001) sugere que a pronação do retropé, possa ser oriunda da posição original do calcâneo, que não é projetada verticalmente e a projeção do peso do corpo medialmente em relação ao ponto de apoio do calcâneo. Acredita-se que o controle da hiper-pronação, por meio de uma adequada análise da distribuição de cargas na superfície plantar e subseqüente utilização de calçados adequados (Novacheck, 1998) reduza essa incidência de lesões.

Assim, a pressão plantar quando adequadamente distribuída, deve ser simétrica entre os membros inferiores, bem como, entre as partes: anterior e posterior do pé. Para Rasch (1991) quando a sustentação do peso corporal está normal, todos os sujeitos estão em contato com o solo e sustentam 50% da carga total, enquanto que o calcanhar é responsável

pelos 50% restantes. Por outro lado, Marsico *et al.* (2002) relatam que a carga plantar deve ser transmitida para toda a superfície plantar, sendo 40% da mesma distribuída na parte anterior do pé e 60% na parte posterior.

Diante da importância da distribuição da pressão plantar para avaliar a simetria das cargas plantares dos pés, essa ferramenta de avaliação biomecânica torna-se de extrema valia, a qual vem sendo intensamente investigada na população de corredores nas mais diversas condições de calçado, órteses (Wegener *et al.*, 2008; Wiegerinck *et al.*, 2009), piso (Tessutti *et al.*, 2010), patologias (Weist *et al.*, 2004; Thijs *et al.*, 2008) e tipos de pé (Sneyers *et al.*, 1995; Chuckpaiwong *et al.*, 2008).

Diante do contexto, torna-se precípua a compreensão de como o corredor com fasciite plantar distribui a carga plantar, durante a corrida, sobre a superfície dos pés, visto que a corrida é uma atividade física que gera ciclos repetitivos do contato do calcanhar no chão (Novacheck, 1998), região esta mais relacionada à afecção.

3.5 Tratamento dos pés na fasciite plantar

Grande tem sido o tempo de tratamento para a fasciite plantar. Segundo Young *et al.* (2001) o tratamento perdura em torno de seis a 18 meses. Fato esse, que pode levar a frustração do terapeuta e do paciente (Roxas, 2005). Apesar de a terapia conservativa (medicamentos, fisioterapia e recursos de órteses) ainda ser o pilar do tratamento, ainda existem várias controversas sobre a eficácia do programa terapêutico que melhor proporcione alívio dos sintomas (Gill, 1997). Assim, quando o tratamento conservador não obtém sucesso,

um percentual de 5 a 10% dos acometidos progride para tratamento cirúrgico de retirada da fácia plantar (O'Malley *et al.*, 2000).

A finalidade da maioria das estratégias de tratamentos da fasciite plantar descritos na literatura almeja diminuir a sintomatologia álgica e a sobrecargas impostas ao calcâneo. Os tratamentos mais direcionados e utilizados para essa doença, em específico, incluem: fisioterapia, palmilhas, suporte do arco longitudinal plantar e calçados específicos para alinhamento do retropé (Jamali *et al.*, 2004).

No entanto, estudo realizado por Landorf *et al.* (2006), avaliaram 135 indivíduos com fasciite plantar, não atletas, em um acompanhamento longitudinal de tratamento com palmilhas. O objetivo dos autores foi avaliar a efetividade de três tipos de palmilhas sobre a superfície plantar, após três, seis e doze meses de tratamento. A conclusão dos autores foi que, em longo prazo, nenhuma delas promoveu redução da sintomatologia e melhora na função do pé. Isto talvez explique os ciclos de recidivas e remissão da fasciite plantar, já relatado por Imamura *et al*. (2003).

Esse estudo se torna importante, uma vez que um dos recursos que o corredor mais utiliza em sua prática na corrida é a palmilha, como um fator corretivo para um melhor desempenho mecânico dos pés e o seu baixo custo quando comparado a um calçado de marca reconhecido no mercado. Segundo alguns autores (Moss, 1992; Shane and Draper, 1995; Lynch *et al.*, 1998), o suporte do arco longitudinal plantar é um dos mais comuns tratamentos utilizados na população de atletas com fasciite plantar.

É provável, em função dos estudos biomecânicos realizados até o momento, que a forma com que as cargas se distribuem na superfície dos pés dos indivíduos que apresentam fasciite plantar, seja diferente na fase caracterizada por presença e ausência de dor. Porém, ainda há uma escassez de estudos que abordem o efeito da dor sobre a carga imposta aos

pés, principalmente em corredores com fasciite plantar. Além da sobrecarga, a dor também pode ter efeito sobre o alinhamento do retropé e a estrutura do arco longitudinal medial.

A descrição do comportamento de todos esses fatores supracitados, em corredores com fasciite plantar com e sem dor, podem esclarecer e aprimorar o tratamento com palmilhas direcionadas a essa população.

4. CASUÍSTICA E MÉTODOS

Este estudo teve um delineamento observacional, transversal caso-controle. As coletas de dados foram realizadas durante o período de junho de 2007 a agosto de 2009. Todas as coletas foram realizadas em uma pista de asfalto, ambiente comum de treinamento dos corredores recreacionais, o qual se situava dentro do campus da Universidade de São Paulo - USP. O interesse para a realização deste projeto de pesquisa foi para responder dois objetivos distintos, assim, seu delineamento foi organizado em dois experimentos diferentes (Figura 9).

A casuística, os critérios de inclusão e exclusão da amostra, as características antropométricas e demográficas de cada experimento, bem como o tamanho amostral, o método e a contextualização problemática de cada um foram específicas e, portanto, serão descritos separadamente dentro de cada experimento correspondente.

As variáveis de análise estatística também foram distintas entre os experimentos e serão descritas com detalhamento dentro da casuística de cada experimento.

Para padronização dos grupos foram utilizadas siglas correspondentes aos grupos avaliados. Assim, o grupo com fasciite plantar na fase aguda com dor recebeu como sigla: FPA, o grupo com fasciite na fase crônica assintomática a sigla: FPC e por fim, o grupo controle a sigla: GC.

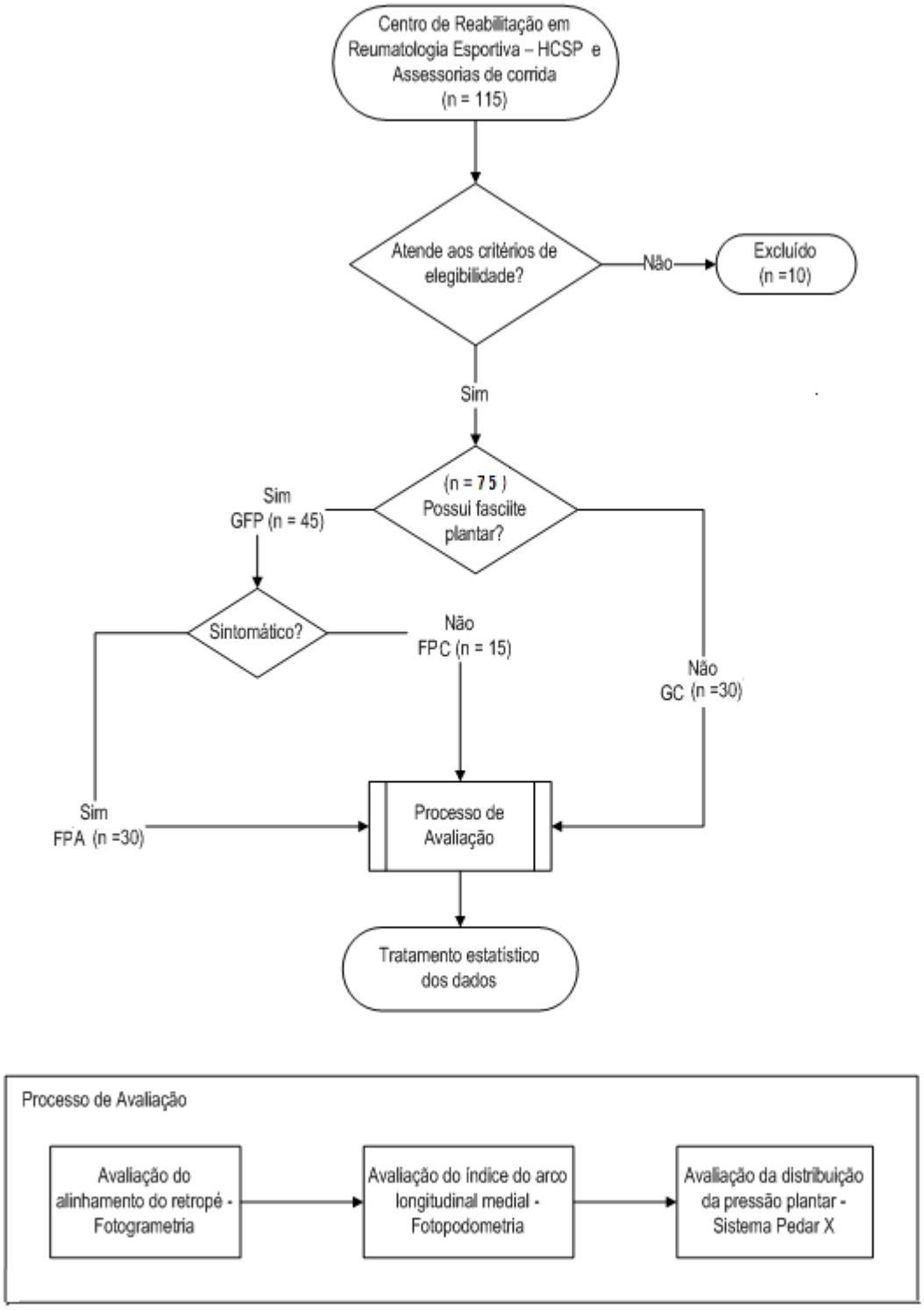


Figura 9 - Fluxograma do protocolo de avaliação das medidas realizadas para avaliação dos dados de cada um dos dois experimentos.

4.1 Casuística dos dois experimentos

Foram estudados 75 corredores recreacionais adultos de ambos os sexos, entre 20 a 55 anos. Todos os corredores assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO 1) aprovado pelo Comitê de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa da Diretoria Clínica do Hospital das Clinicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (protocolo nº 384/10) (ANEXO 2).

O cálculo amostral foi realizado através do software G Power v.3.0.10. O tamanho amostral foi de 75 corredores calculados sobre a variável primária (pico de pressão), considerando um design estatístico de teste F para medidas repetidas, com tamanho do efeito moderado (f=0,25), assumindo-se um erro tipo I (α) de 5%, poder do teste de 80%.

Dos 75 corredores recrutados 45 tiveram diagnóstico clínico de fasciite plantar unilateral. Desses, 30 na fase aguda com dor (menor que 6 meses) e 15 na fase crônica sem dor (maior que 6 meses), de acordo com Klein *et al*. 2012. O CG foi constituído por 30 corredores saudáveis, assintomáticos e sem fasciite plantar.

Os corredores que se voluntariaram a participar deste estudo foram recrutados a partir de uma divulgação em mídia eletrônica em assessorias de corrida e pelo Centro de Reabilitação em Reumatologia Esportiva do Hospital das Clínicas de São Paulo.

Para serem incluídos no estudo, todos os corredores de ambos os grupos tinham que ter experiência em corrida de no mínimo um ano e correr no mínimo 20 km semanais. Os critérios de inclusão e exclusão estão descritos dentro de cada experimento separadamente.

A faixa de velocidade mais frequente entre os corredores deste estudo foi de 13 a 15 km/h para corridas de 10 km. Em relação ao volume médio de treino, o grupo FPA

apresentou em média 40±12 km/semana, o grupo FPC em média 45±10 km/semana e o GC em média 45±6 km/semana. Já o tempo de prática na corrida foi em média de 7±5 anos para o grupo FPA, 6,2±5 anos para o grupo FPC e 4,3±3 anos para o GC. Não houve diferença em relação ao volume de treino ($F = 1,0; p = 0,121$) e o tempo de corrida ($F = 1,2; p = 0,132$) entre os grupos. Todos os corredores com fasciite plantar realizavam algum tipo de tratamento clínico conservador direcionado a doença. O percentual de tratamento realizado foi de 38% fisioterapia associado a medicamentos, 27% de palmilhas, 21% somente com medicamentos e 14% outros tipos de tratamentos como: acupuntura e terapias manuais.

4.2 Avaliação inicial dos dois experimentos

Assim que o indivíduo chegava ao ambiente de coleta, depois de assinado o termo de consentimento, era aplicado um questionário previamente elaborado por meio de entrevista para caracterização dos corredores e esclarecimentos dos critérios de exclusão. Este questionário foi dividido em quatro itens: Dados pessoais; Características Antropométricas; Dados sobre a Fasciite plantar e Dados sobre a Atividade Física – Corrida (ANEXO 3).

Em seguida, foi aplicada uma escala visual analógica – EVA de 10 cm, pré coleta de dados, para todos os corredores dos três grupos avaliados (ANEXO 3). O objetivo dessa escala é avaliar a magnitude da dor. Assim, o corredor marcava de zero (nenhuma dor) a 10 (dor insuportável). A escolha dessa escala foi devido a sua confiabilidade e validade já descrita na literatura (Jensen *et al.*, 1986) e ser utilizada em estudos sobre fasciite plantar (Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007; Chia *et al.*, 2009).

5. Experimento 1

5.1 Objetivo

Analisar e comparar as taxas de impacto estimadas e as cargas plantares em três regiões distintas da superfície plantar de corredores recreacionais com fasciite plantar na fase aguda e crônica e corredores controles.

Nossas teses foram:

- Ambas as fases da fasciite plantar (aguda e crônica) apresentariam maiores taxas de impacto e cargas plantares em retropé em relação ao grupo controle;
- Corredores na fase aguda da fasciite plantar apresentariam menores taxas de impacto e cargas plantares no retropé e maiores cargas em outras regiões dos pés (mediopé e antepé) em relação à fase crônica, devido ao mecanismo de proteção a dor na região do calcâneo.

5.2 Contextualização do problema

Milhões de pessoas estão envolvidas em atividades esportivas que envolvem a corrida por ser uma atividade disponível a todas as idades, de baixo custo, versátil e que traz benefícios à saúde (Van Middelkoop *et al.*, 2008). Atualmente, é uma das modalidades esportivas mais populares no mundo, visto seu substancial crescimento em relação às décadas passadas (Van Gent *et al.*, 2007; Van Middelkoop *et al.*, 2008; Lopes *et al.*, 2012). Junto com este crescente aumento observa-se a prevalência de lesões em corredores

recreacionais e competitivos, onde um percentual de 5,7 a 39,3% são lesionados durante período de um ano de prática esportiva (Van Gent *et al.*, 2007; Van Middelkoop *et al.*, 2008). Entre as lesões mais comuns, a fasciite plantar é a terceira mais prevalente nessa população (Taunton *et al.*, 2002a; Lopes *et al.*, 2012), o que leva o interesse de investigar os fatores causais para seu desenvolvimento.

Vários são os fatores causais intrínsecos e extrínsecos relacionados à fasciite plantar (Rome *et al.*, 2001). No entanto, alguns fatores intrínsecos específicos vêm sendo mais explorados na literatura para o desenvolvimento da doença. Entre eles destacam-se o arco longitudinal medial plantar (Taunton *et al.*, 2002a; Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011), a pronação do retropé (Rome *et al.*, 2001; Taunton *et al.*, 2002a) e a magnitude da carga plantar (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007; Pohl *et al.*, 2009). No entanto, ainda não está claro na literatura o peso que cada um deles tem na etiologia desta doença (Rome *et al.*, 2001), especialmente durante a corrida.

É notável na literatura científica atual a importância clínica dada para investigação das sobrecargas plantares, particularmente na região do calcâneo, em indivíduos com fasciite plantar, sendo um dos fatores de risco primário relacionado ao seu desenvolvimento (Kibler *et al.*, 1991; Chandler and Kibler, 1993; Cornwall and McPoil, 1999). A concordância geral da literatura é que a sobrecarga mecânica no calcâneo e o estiramento excessivo da fáscia plantar promovam microtraumas e espessamento da fáscia, os quais iniciam uma reposta inflamatória aguda (Warren, 1990; Kaya, 1996). O impacto repetitivo do calcanhar pode dificultar e impedir a cicatrização normal do tecido (Grasel *et al.*, 1999), resultando em um processo crônico seguido de fragmentação e degeneração da fáscia plantar, sem resposta inflamatória (Lemont *et al.*, 2003). Segundo os achados fisiopatológicos, a fasciite plantar é definida como um processo inflamatório localizado associado à proliferação de fibroblastos

seguida de degeneração na fáscia plantar, comumente na região da tuberosidade medial do calcâneo (Schepsis *et al.*, 1991). No entanto, a maioria dos estudos realizados investigou a sobrecarga no calcâneo durante o andar (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007), mesmo sendo a fasciite plantar a terceira lesão mais prevalente em corredores (Taunton *et al.*, 2002a; Lopes *et al.*, 2012).

Outro fato digno de nota, é que a presença ou a ausência do estímulo álgico, comum nas diferentes fases: aguda e crônica da fasciite plantar vem sendo alvo de estudos sobre as cargas plantares na marcha e na corrida (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007; Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011). Quando se investigaram estas cargas plantares, especificamente na marcha de indivíduos com fasciite plantar, houve um fator de confusão sobre os resultados que foram associados à dor presente na fase inflamatória aguda da doença. Os resultados observados foram maiores sobrecargas em regiões anteriores da superfície plantar (mediopé, antepé e dedos) e não na região do calcâneo, como esperado pela próprio desenvolvimento fisopatológico da fasciite plantar (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007). Esses autores justificaram tais achados por uma adaptação mecânica momentânea durante o rolamento do pé na marcha para promover a redução das cargas em retropé, devido o mecanismo de proteção a dor na região do calcâneo. Porém, como o fator dor estava presente na fasciite plantar, não se pode inferir se esses aumentos das cargas plantares em regiões anteriores dos pés estão relacionadas a um mecanismo antálgico presente na fase aguda da doença, ou se pode ser considerado de fato um fator intrínseco da etiologia da fasciite plantar que promoveria um estiramento da fáscia plantar estressando a sua inserção na tuberosidade medial do calcâneo.

Desta forma, seria importante investigar se mesmo na ausência do estimulo álgico, na fase crônica da doença, haveria a permanência de maiores cargas em regiões anteriores do pé, caracterizando-as como um fator etiológico da fasciite plantar, ou se estas cargas estariam na região do calcâneo, como tem sido frequentemente sugerido na literatura clínica como fator etiológico da fasciite plantar (Kibler *et al.*, 1991; Chandler and Kibler, 1993; Cornwall and McPoil, 1999), devido às alterações teciduais e inflamatórias estarem na região do tubérculo medial do calcâneo (Schepsis *et al.*, 1991).

Mais recentemente, o efeito das diferentes fases da doença (com e sem dor) na sobrecarga mecânica de indivíduos com fasciite plantar foi foco de dois estudos durante a corrida (Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011). Entretanto, os resultados de ambos os estudos ainda são contraditórios permanecendo inconclusivos. O primeiro estudo revelou que corredoras com história de fasciite plantar, sem presença de dor, apresentam maiores pico de força vertical e taxas de impacto (0 a 100% e de 20 a 80% do apoio) durante a corrida em relação às corredoras controle. O segundo estudo verificou que corredores recreacionais com fasciite plantar na fase aguda (com presença de dor) e crônica (história de fasciite plantar sem dor) têm semelhante distribuição de pressão plantar em relação a corredores controles (Ribeiro *et al.*, 2011). Talvez, a contradição dos resultados de ambos os estudos esteja na diferença da variável utilizada para inferir sobrecarga e no ambiente em que os corredores foram avaliados. O primeiro estudo inferiu sobrecarga por meio da força vertical obtida por uma plataforma de força em ambiente de laboratório (Pohl *et al.*, 2009)e o segundo estudo, por meio das pressões plantares obtidas por palmilhas quando os corredores corriam em ambiente natural de treinamento e competição (Ribeiro *et al.*, 2011).

A importância do estudo das cargas plantares durante a corrida em ambiente de treinamento e competição, tal como foi feito por Ribeiro *et al.* (Ribeiro *et al.*, 2011), foi

destacada recentemente por Hong *et al*. (2012)(Honga *et al.*, 2012), os quais verificaram que a distribuição dessas cargas durante a corrida em esteira não é a mesma que durante a corrida em superfícies fixas, com o solo. Segundo os autores, a corrida em esteira pode até ser utilizada em programas de reabilitação por ajudar na redução da carga plantar, porém, para pacientes com lesões nas extremidades inferiores, a mudança de paradigma de investigação da esteira para o piso fixo e em ambiente ecologicamente válido é de fundamental importância para melhor se compreender os fatores causais envolvidos no dia a dia do corredor. A melhor compreensão do padrão dessas cargas plantares durante a corrida em ambiente natural seria de grande benefício terapêutico para programas de reabilitação de lesões de membros inferiores, como é o caso da fasciite plantar. Segundo Giddings *et al*. (2000)(Giddings *et al.*, 2000) a atividade da corrida proporciona um estresse de magnitude de carga com cerca de 3,7 a 4,8 vezes o peso corporal sobre a fáscia e o ligamento plantar. Assim, considerando a corrida uma modalidade cíclica cujos impactos sobre o calcanhar e fáscia plantar são de grande magnitude a sua prática contínua poderia estar diretamente relacionada ao surgimento e à progressão da fasciite plantar. Fatos esses que justificaram e incentivaram a realização do presente estudo.

5.3 Casuística e Métodos do Experimento 1

5.3.1 Casuística

Setenta e cinco corredores adultos recreacionais de ambos os gêneros e idade entre 20 e 55 anos (Liddle *et al.*, 2000; Wearing *et al.*, 2003) participaram deste estudo. Para

inclusão neste estudo, os corredores tinham que ter experiência em corrida de no mínimo um ano, correr no mínimo 20 km semanais, ter experiência em provas ou competições de longa distância, regular padrão de apoio do retropé, não apresentar história de cirurgia prévia dos pés, trauma ou fraturas nos últimos seis meses, bem como não apresentar desordens musculoesqueléticas como: neuropatias, obesidade, artrite reumatoide, tendinite, bursite, espondilite anquilosante, esporão de calcâneo (RX) e não ter diferença de comprimento de membro de no máximo 1cm. De todos esses corredores, o grupo controle foi composto por 30 corredores com nenhuma história ou sintoma de fasciite plantar recrutados após divulgação do estudo em mídia eletrônica de acessórias específicas de corrida (tabela 1). Os grupos com fasciite plantar foram compostos por 45 corredores recrutados do Centro de Reabilitação em Reumatologia Esportiva do Hospital das Clínicas de São Paulo (tabela 1), Brasil. A média de velocidade de corrida entre todos os participantes numa prova de 10 km foi de 11,7 (0,6) km/h. Todos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética Local (Protocolo Nº. 384/10).

Tabela 1- Média, desvio padrão e comparação entre os grupos: fasciite plantar (aguda - FPA e crônica -FPC) e controle (GC) dos dados antropométricas e características da corrida.

Variáveis	**Aguda - FPA (n=30)**	**Crônica - FPC (n=15)**	**Controle - GC (n=30)**	**p - valor ***
Idade (anos)	45,4±8,1	38,3±3.3	35,0±9,0	0,191
Massa (kg)	69,6±14,0	72,3±10.0	66,8±12,0	0,585
Estatura (m)	1,68±9,2	1,76±7.8	1,71±9,0	0,173
Índice de massa corporal (kg/m^2)	24,3±2,9	23,0±2.0	22,5±2,5	0,307
Volume de treino (km/semana)	40,0±12,0	45,0±10,0	45,0±6,0	0,110
Tempo de prática de corrida (anos)	7,0±5,0	6,2±5,0	4,3±3,0	0,140

** ANOVAs one-way, post-hoc: Tukey. **Diferença estatística p<0,05.*

Quarenta e cinco corredores foram diagnosticados com fasciite plantar unilateral pelo exame clínico e confirmado pelo exame de ultrassom para verificar processo inflamatório e fluido perifascial, mudanças no tecido da fáscia plantar como: espessamento, fragmentação e degeneração, mudanças hipoecóicas e esporão de calcâneo (Wearing *et al.*, 2006) diferenciando as diferentes fases da doença. Desses, 30 corredores apresentaram processo inflamatório agudo identificado pelo ultrassom associado ao sintoma de dor no calcanhar com duração média de 4 meses e intensidade de dor em média de 5,3(2,2)cm mensurada pela escala visual analógica antes da avaliação da pressão plantar durante a corrida. Dessa forma, os corredores foram considerados na fase aguda da lesão, constituindo o grupo fasciite plantar aguda (FPA). Eles apresentavam dor na palpação da fáscia plantar, ao acordar de manhã e permanecer na postura em pé ou ao realizar os primeiros passos para se locomover, e, após assumir longos períodos na posição em pé parada, na posição sentada e após atividades físicas. (Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007).

Quinze corredores tinham prévia história de fasciite plantar, com tempo do primeiro diagnóstico em média de 1,5 (3,3) anos. Estes corredores não apresentavam sintoma de dor no calcâneo por mais de 2 meses, nem resposta inflamatório agudo, mas apresentavam processo de degeneração e fragmentação da fáscia plantar verificado pelo exame de ultrassom, os quais constituíram o grupo de fasciite plantar crônica (FPC).

5.3.2 Procedimentos para análise da carga plantar durante a corrida.

A distribuição da pressão plantar foi adquirida durante a corrida por meio de palmilhas do sistema Pedar X (Novel, Munique, Alemanha) (Figura 10) a uma frequência de 100 Hz e analisada ao longo da série temporal. Todos os corredores utilizaram um modelo

padrão de calçado esportivo (RAINHA SYSTEM, RAINHA, Alpargatas, São Paulo, Brasil, tamanho USA 7-12), que são comumente usados pelos corredores recreacionais no Brasil. Estas características incluem uma sola de EVA composta de alta resistência plástica, os quais dispersam o impacto horizontalmente através da sola em ordem para retornar rapidamente para o estado inicial, e, são recomendados pela fabricante como calçado de corrida como pisada de apoio neutro. As palmilhas instrumentadas com 99 sensores capacitivos foram colocadas entre a meia e o calçado e foram conectadas ao equipamento dentro de uma mochila que o corredor usava pesando aproximadamente 1,5 kg.

Figura 10 - Sistema de palmilhas do sistema Pedar X, bateria, amplificador com cabos para conexão nas palmilhas, fitas para fixação do equipamento no corredor e o dispositivo Bluetooth.

Os corredores realizaram um período de adaptação da corrida com o calçado esportivo e a mochila fixa nas costas do corredor. Após esse período de adaptação, eles correram uma distância de 40 metros numa pista de asfalto liso e regular e em bom estado de conservação a 12 km/h, tolerando-se uma variação de 5% (Figura 11). Considerou-se que todos os corredores foram adaptados ao ambiente e a corrida (com mochila e calçado)

quando a velocidade média de três corridas consecutivas de 40 metros foi de 12 km/h (5%) (Figura 11). A velocidade foi controlada por cronômetro digital por dois avaliadores nos 20 metros intermediários da pista (Tessutti *et al.*, 2008). A concordância entre os avaliadores foi de 96% calculados pelo coeficiente de correlação intra-classe do tipo 2.k.

Figura 11 - Ilustração do sistema Pedar X para aquisição da distribuição a pressão plantar com o calçado esportivo e a mochila como compartimento dos equipamentos na pista de asfalto.

Adquiriu-se aproximadamente 30 passos em duas corridas na pista e a partir da série temporal da força e pressão plantar foram calculadas variáveis em uma rotina matemática no software Matlab. Para estimar o impacto, foram calculadas duas taxas e extraído um pico da série temporal da força vertical: o primeiro pico da força vertical (Fz1), taxa de carga (peso corporal por segundos), definido como a taxa de força entre 20-80% do tempo do primeiro pico da força vertical e a taxa de carga máxima (peso corporal por segundos), definida como

a taxa de força entre 0-100% do tempo do primeiro pico da força vertical (Figura 12). Todas as variáveis foram normalizadas pelo peso corporal. Para analisar as cargas plantares, foram calculados na série temporal da força vertical a força máxima (normalizada pelo peso corporal) e a integral da força (Peso corporal.ms) em três áreas plantares (retropé - 30% do comprimento do pé, mediopé- 30% do comprimento do pé, antepé e dedos-40% do comprimento do pé) (R). Além disso, também foram analisadas as áreas de contato (cm²) nas mesmas áreas plantares.

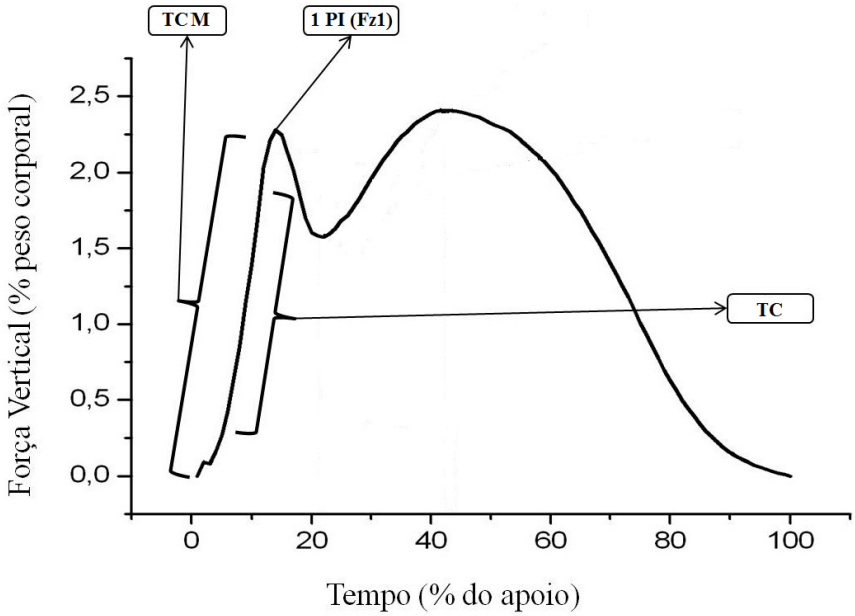


Figura 12 - Representação das variáveis da força vertical durante a fase de apoio da corrida. PI (Fz1) - primeiro pico de impacto da força; TC: Taxa de carga (20-80% peso corporal por segundo) e TCM: Taxa de carga máxima (10-100% peso corporal por segundo).

5.3.3 Análise Estatística

Após confirmação da normalidade dos dados por meio do teste de aderência de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade por meio do teste de Levene, os dados antropométricos e as características da corrida foram comparados entre os grupos por meio de ANOVAs one-

way. Em seguida, para efeito de comparação entre grupos, somente um pé de cada corredor foi analisado. Para os grupos FPA e FPC foi analisado somente o pé afetado e para o grupo GC a escolha entre o pé direito ou esquerdo foi feito por meio de um sorteio simples para definir o pé a ser comparado. Para comparação entre os grupos foi realizado ANOVAs, seguido do teste post-hoc de Newman-Keuls ($p<0.05$). Adotou-se um alfa de 5% para considerar diferenças significativas. A análise estatística foi realizada no software Statistica versão 7.0.

5.4 Resultados do Experimento 1

Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos FPA, FPC e GC para as seguintes variáveis analisadas: Taxa de carga (F=7,16; p =0,001), taxa de carga máxima (F=9,07; p<0,001), força máxima no retropé (F= 3,81; p =0,005), integral da força no retropé (F= 2,7; p =0,047) e área de contato no retropé (F=9,1; p =0,002) (tabelas 2 e 3).

Tabela 2 - Média, desvio padrão e valor de p da comparação entre os grupos fasciite plantar aguda (FPA) e crônica (FPC) e controle (GC) das taxas de impacto normalizadas pelo peso corporal por segundos (PC/s) durante a corrida.

Variável	***FPA (1)***	***FPC (2)***	***GC (3)***	***p***	***Tamanho do efeito***	***Efeito***
Taxa de carga (20 - 80%) (PC/s)	0,76±0,20	0,89±0,27	0,64±0,16	0,047 (1-2)*	0,59 (1-2)	*Médio*
				0,001 (1-3)*	0,67 (1-3)	*Médio*
				0,034 (2-3)*	1,26 (2-3)	*Grande*
Taxa de carga máxima (0 - 100%) (PC/s)	1,03±0,31	1,25±0,27	0,90±0,17	0,010 (1-2)*	0,90 (1-2)	*Grande*
				0,001 (1-3)*	0,41 (1-3)	*Médio*
				0,046 (2-3)*	1,72 (2-3)	*Grande*

*ANOVAs one-way, post-hoc: Neuwan Keuls. *Diferença estatística p<0,05.*

Tabela 3 - Média, desvio padrão e comparação entre os grupos com fasciite plantar aguda (FPA) e crônica (FPC) e o grupo controle (GC) das variáveis de pressão durante a corrida.

Variável	***Grupos***	***Retropé***	***Mediopé***	***Antepé***	***Tamanho do efeito no retropé***
Força (PC)	FPA (1)	1,34 ±0,29	0,55±0,17	1,73±0,48	0,30 (1-2) / pequeno
	FPC (2)	1,46 ±0,46	0,40±0,09	1,31±0,30	0,64 (1-3) / médio
	GC (3)	1,19±0,17	0,46±0,10	1,49±0,21	0,93 (2-3) / grande
	p	0,020 (1-2)* 0,029 (1-3)* 0,001 (2-3)*	> 0,05	> 0,05	
Integral da força (PC/ms)	FPA (1)	77,51±19,22	38,43±9,38	168,05±41,15	0,22 (1-2) / pequeno
	FPC (2)	74,01±14,71	48,87±16,24	188,0±41,10	0,79 (1-3) / grande
	GC (3)	64,40±14,09	46,27±11,75	192,96±27,14	0,69 (2-3) / médio
	p	0,718 (1-2) 0,045 (1-3)* 0,040 (2-3)*	> 0,05	> 0,05	
Área de contato (cm^2)	FPA (1)	36,6±3,9	45,0± 5,9	65,3±5,8	0,45 (1-2) / médio
	FPC (2)	34,7±5,1	42,5± 7,8	65,2±6,5	1,00 (1-3) / grande
	GC (3)	40,3±3,6	44,5± 5,2	67,1± 5,5	1,45 (2-3) / grande
	p	0,060 (1-2) 0,010 (1-3)* 0,001 (2-3)*	> 0,05	> 0,05	

*ANOVAs one-way, post-hoc: Neumann Keuls. *Diferença estatística p<0,05.*

5.5 Discussão do Experimento 1

Os principais resultados deste estudo elucidam nossa primeira tese, confirmando que corredores com fasciite plantar (fase aguda e crônica) apresentaram maiores taxas de impacto e cargas plantares em retropé quando comparado com o grupo controle**.** Outro achado importante foi a confirmação de parte de nossa segunda tese, a qual tinha como

explanação que corredores na fase crônica da fasciite plantar apresentariam maiores taxas de impacto e cargas no retropé em relação a fase aguda que permaneceria maior em regiões de antepé e mediopé. No entanto, nesta última fase, a dor em retropé não redistribuiu as cargas plantares para regiões mais anteriores do pé, como previamente esperado pelos autores, permanecendo maior sobre a região do calcâneo semelhante à fase crônica. Apesar de ser uma estimativa baseada na análise em série temporal da força vertical, mensuradas por meio de um sistema de palmillhas sensoras de pressão, nossos achados sugerem que as taxas de impacto e a cargas plantares (força máxima e integral da força) podem estar associadas ao desenvolvimento da fasciite plantar, pois ambas as fases da doença foram diferentes dos corredores controle. Esses achados sugerem que o contato inicial do pé com o solo e seus impactos correspondentes possam ser usados como feedback em programas de treinamento para corrida de corredores com fasciite plantar. Tal como, recentemente, vem sendo utilizado e recomendado para treinamento de corredores com fratura por estresse (Crowell *et al.*, 2010) que também apresentaram maiores taxas de impactos em relação a corredores controles (Milner *et al.*, 2006).

O aumento da taxa de impacto de 20 a 80% em corredores com fasciite plantar na fase crônica está de acordo com os achados do estudo de Pohl *et al*. (2009), os quais também verificaram maior pico de impacto e taxa de carga instantânea máxima (20-80%)da força vertical, durante a corrida de corredoras com história de fasciite plantar, sem presença de dor. O diferencial do presente estudo foi que na presença do sintoma de dor (fase aguda da fasciite plantar) foram observados menores valores de taxas de impacto e cargas plantares em retropé em relação aos corredores na fase crônica, porém, ambas as fases com maiores taxas de impacto em relação ao controle. Esses resultados sugerem que corredores com dor (fase aguda) podem realizar um mecanismo compensatório antálgico para amenizar

as cargas plantares no retropé. No entanto, ao longo do tempo, com a cronificação da doença e ausência do estímulo álgico, esses impactos voltam a aumentar em retropé, como observado nos resultados do grupo fasciite plantar crônica.

A evidência da sobrecarga sobre o retropé (calcâneo) em ambas as fases da fasciite plantar explica o desenvolvimento fisiopatológico da doença, devido as alterações teciduais e inflamatórias estarem na região do tubérculo medial do calcâneo (Schepsis *et al.*, 1991). Porém, o mecanismo de proteção a dor para reduzir o impacto do retropé na fase aguda da fasciite plantar em relação a crônica pode ser apoiada nos achados de Sahin *et al*. (2010) que observaram mudanças radiográfica nos pés de indivíduos com fasciite plantar na presença e ausência de dor. Segundo os autores o sintoma de dor em região de calcâneo resulta em uma diminuição do ângulo de inclinação do calcâneo e uma menor elasticidade da fáscia plantar em relação a indivíduos com ausência de dor no calcâneo.

Essas mudanças estáticas nas estruturas articulares e teciduais da fáscia plantar do pé podem levar a especulações que o corredor realizou adaptações mecânicas durante a corrida. A explicação seria que durante a fase aguda o corredor manteve um maior ângulo de inclinação do calcâneo durante a corrida (maior pronação), devido as mudanças teciduais da fáscia plantar. Essa possível mudança angular do calcâneo provocaria maior estiramento da fáscia plantar induzindo o corredor a se adaptar realizando um apoio inicial do calcanhar mais cauteloso. Isso resultou em um possível mecanismo antálgico com menor impacto e carga plantar no retropé em relação aos corredores na fase crônica.

Apesar desse suposto mecanismo antálgico ter sido de grande explicação clínica da fasciite plantar na fase aguda, conforme demonstram as taxas de impacto estimados, o mesmo não foi encontrado por Ribeiro *et al*. (2011) que também avaliaram a distribuição da pressão plantar em corredores com fasciite plantar (aguda e crônica) e não observaram

diferenças significativas nas variáveis de pressão em diferentes fases da doença. Provavelmente, essa diferença seja devido ao método de análise transversal da pressão plantar realizado por Ribeiro *et al*.(2011), e não em série temporal, como no atual estudo. Talvez, esse tipo de análise de séries temporais da força seja a mais indicada clinicamente ao avaliar corredores com fasciite plantar, pois permitiu melhor explorar e compreender o comportamento dinâmico das cargas plantares e taxas de impactos de corredores em diferentes fases da fasciite plantar.

Outra possível explicação para os achados de menor carga plantar e taxa de impacto na fase aguda em relação à crônica pode vir da estratégia de controle neuromuscular relacionado à corrida descrita por Nigg *et al*.(2001). De acordo com o autor, os sinais de inputs de aferências sensoriais facilitariam a antecipação da ativação muscular antes do próximo contato do pé com o solo minimizando as vibrações de tecidos e reduzindo as cargas e impactos sobre os segmentos articulares e teciduais de tendão e fáscia plantar.

Nesse raciocínio especula-se que na fase aguda, caracterizada por um processo de microtrauma associado à inflamação da fáscia plantar (Wearing *et al.*, 2006; Puttaswamaiah and Chandran, 2007)), poderia gerar maior exacerbação dos sinais de inputs sensoriais para toda cadeia muscular dos membros inferiores do corredor que proporcionaria uma maior ativação muscular antecipatória, o qual explicaria os achados da fase aguda em relação a crônica. No entanto, essa possível exacerbação dos inputs sensoriais, devido à dor, pode não ter sido suficiente para aproximar as condições fisiológicos de aferências sensoriais dos corredores controles, visto que a carga plantar e as taxas de impacto permaneceram maiores no grupo de fasciite plantar independente da fase da doença em relação ao controle, podendo ser um fator de risco para o surgimento da fasciite plantar.

Um fator de grande relevância que poderia explicar as diferenças de taxas de impacto e carga plantar entre os grupos fasciite plantar e controle, pode ser resultante das mudanças morfológicas do tecido da fáscia plantar. De acordo com Rome *et al.* (2002) a dor associada ao processo inflamatório da fáscia plantar proveniente da fase aguda da fasciite plantar aumenta a espessura da fáscia plantar que resulta na diminuição na capacidade desse tecido em suportar a carga de impacto do pé em contato com o solo. Tal associação pode ser confirmada da correlação existente entre a sobrecarga mecânica, o aumento da espessura da fáscia plantar e o sintoma de dor descrita por Mahowald *et al*. (2011).

Já na fase crônica da fasciite plantar caracterizada por mudanças degenerativas e fibrose na fáscia plantar, ocorre uma diminuição da espessura desse tecido (coxim do calcâneo) e atrofia da musculatura intrínseca dos pés que pode afetar a estabilização do arco plantar (Chang *et al.*, 2012). Estas mudanças estruturais crônicas e a ausência de dor podem ter levado o corredor a diminuir o mecanismo de proteção ao contato do pé no solo que resultou às maiores taxa de impacto e cargas plantares em retropé em relação à fase aguda e os corredores controle. Além disso, pode-se observar neste estudo uma diminuição da área de contato do retropé no grupo fasciite plantar em relação ao controle, mostrando um menor apoio dessa região, que pode ter contribuído para maior sobrecarga mecânica neste segmento durante a corrida.

Segundo Whittle *et al*. (1999), a redução dos impactos durante a corrida acontece quando se tem um bom alinhamento dos membros inferiores ao contatar o pé com o solo, uma boa integridade do coxim do calcanhar e uma boa constituição dos materiais de amortecimento dos calçados esportivos. No presente estudo pode-se especular que a integridade do coxim do calcâneo na fase aguda (inflamação) e na fase crônica (degeneração e fibrose) fez diferença para o impacto e carga plantar do retropé em relação o grupo

controle. Um cuidado importante realizado neste estudo, para não ter interferência nos resultados, foi a padronização do tipo de calçado esportivo utilizado para todos dos grupos avaliados: FP e GC.

Assim, a grande relevância clínica deste estudo foi que os resultados permitem compreender o padrão de impacto do retropé durante a corrida em ambiente ecologicamente válido de corredores com fasciite plantar. Dessa forma, pode ajuda a melhorar a terapêutica aplicada a fasciite plantar, cuja média de tempo varia de seis meses a um ano (Klein *et al.*, 2012). Entre os vários tratamentos realizados as palmilhas e as órteses são as mais utilizadas por permitir uma diminuição da dor e melhor redistribuição da carga plantar sobre a região do retropé (Landorf *et al.*, 2006; Fong *et al.*, 2012). No entanto, alguns estudos longitudinais vêm mostrando que em longo prazo, elas não mostram efetividade além de permitirem recidivas (Landorf *et al.*, 2006). Os resultados desse estudo mostram o comportamento da carga plantar nas diferentes fases da fasciite plantar e com isso pode contribuir para melhor eficácia da terapêutica com aplicação de palmilhas na redução da carga plantar do retropé, proporcionando um retorno do corredor a sua atividade da corrida com mais precaução em relação a não recidiva dos sintomas.

A limitação desse estudo foi que as taxas de impacto foram apenas estimadas, devido à frequência de amostragem do sistema de palmilhas permite coletar em frequência de 100HZ. No entanto, apesar de mensurar apenas as baixas frequências durante a corrida, essa já foi o suficiente para elucidar uma diferença. Portanto, é necessário em estudos futuros aumentar a frequência de amostragem associado a uma análise cinemática do ângulo de movimento do retropé para melhor compreender esses padrões de impacto e carga plantar do pé com o solo durante a corrida de corredores com fasciite plantar.

5.6 Considerações finais do Experimento 1

Conclui-se que as taxas de impacto estimadas e cargas plantares em retropé apresentam-se maiores em corredores com fasciite plantar em relação aos corredores controles. Além disso, verificou-se que os diferentes estágios clínicos da fasciite plantar promove aos corredores na fase aguda apresentar menores taxas de impacto e cargas plantares no retropé em relação à fase crônica, possivelmente, devido ao mecanismo de proteção a dor na região do calcâneo.

6 Experimento 2

6.1 Objetivo

- Investigar a relação entre o arco longitudinal medial, o alinhamento do retropé e a dinâmica da pressão plantar em corredores com fasciite plantar: aguda e crônica.

6.2 Contextualização do problema

A estrutura dos pés é comumente associada com lesões nas extremidades inferiores (Williams *et al.*, 2001). Acredita-se que a maior parte dessas lesões seja devido ao estresse repetitivo sobre estruturas anatômicas especificas do complexo tornozelo-pé, tais como a fáscia plantar (Pohl *et al.*, 2009), os músculos: tibial posterior e musculatura intrínseca dos pé (Chang *et al.*, 2012) e os ossos, como por exemplo a tíbia (Milner *et al.*, 2006). Entre as estruturas anatômicas mais afetadas a fáscia plantar vem se destacando como o tecido mais acometido com o desenvolvimento da fasciite plantar, a qual atualmente é referida como a terceira lesão mais prevalente em corredores (Taunton *et al.*, 2002a; Taunton *et al.*, 2002b), podendo atingir cerca de 10-25% de todos os atletas (Clement *et al.*, 1981; Kibler *et al.*, 1991).

Diante de significativa prevalência, estudos pioneiros (Hicks, 1954; Hicks, 1955) e mais atuais (Cheung *et al.*, 2004; Erdemir *et al.*, 2004; Pavan *et al.*, 2011) vem ressaltando a importância do fáscia plantar para maior estabilização do arco longitudinal medial, especialmente durante o apoio mecânico do pé com o solo para absorção e dissipação de

carga durante a marcha e na corrida. A fáscia plantar associada com o arco longitudinal medial tem como função suportar até 14% do total das forças de impacto do pé em contato com o solo (Hicks, 1954) permitindo assim a melhor redistribuição das cargas plantares e consequentemente o desenvolvimento da fasciite plantar.

De acordo com a literatura, vários são os fatores de risco intrínsecos e extrínsecos relacionados ao desenvolvimento da fasciite plantar (Rome *et al.*, 2001). No entanto, alguns fatores biomecânicos intrínsecos específicos vêm sendo mais explorados na literatura para o desenvolvimento da doença. Entre eles destacam-se o arco longitudinal medial plantar (Taunton *et al.*, 2002a; Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011), o alinhamento do retropé (Taunton *et al.*, 1982; Ribeiro *et al.*, 2011) e a magnitude da carga plantar (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Pohl *et al.*, 2009).

Iniciando-se pela compreensão do tipo de arco longitudinal medial, acredita-se que durante o apoio estático e dinâmico uma diminuição do arco plantar induziria a uma maior mobilidade do pé que promoveria um maior ângulo de pronação do retropé para manter a estabilidade da articulação subtalar, o qual resultaria no maior estiramento da fáscia plantar sobrecarregando a região medial do calcâneo (Kwong *et al.*, 1988; Williams *et al.*, 2001; Pohl *et al.*, 2009).

Outra linha de pensamento seria que o aumento do arco plantar levaria a uma maior rigidez e encurtamento da fáscia plantar que reduziria a sua capacidade de dissipar as forças de impacto do calcâneo ao solo, sobrecarregando, respectivamente, a região do calcâneo (Krivickas, 1997; Williams *et al.*, 2001). Embora ambos os tipos de arco plantares: aumentado e diminuído serem fatores causais da fasciite plantar (Pohl *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2011), a maior parte da literatura, direcionada especificamente para atividade do correr, se apoia

sobre o raciocínio do aumento do arco plantar em corredores com fasciite plantar (Messier and Pittala, 1988; Taunton *et al.*, 2002a; Ribeiro *et al.*, 2011).

Outro fator de risco de notável importância para o surgimento da fasciite plantar e que pode estar ligado às mudanças da conformação do arco longitudinal medial ou a diminuição da dorsiflexão do tornozelo é a pronação excessiva do retropé, geralmente ocasionada por um alinhamento em valgo do calcâneo (Cornwall and McPoil, 1999). Essa hiper pronação resultaria na diminuição da estabilidade do retropé, produzindo um estresse excessivo sobre a parte ínfero-medial do calcâneo, região esta, relacionada á fasciite plantar (Taunton *et al.*, 1982). Essa instabilidade da articulação subtalar prejudicaria a transição da fase de apoio médio para o apoio terminal, a qual promoveria maior carga plantar na região medial do calcâneo gerando maior tensão sobre a fáscia plantar e consequentemente, mais vulnerável à microtraumas repetitivos (Warren and Jones, 1987; Kwong *et al.*, 1988).

Segundo Lee *et al.* (2010) a associação entre o ângulo de eversão máxima do retropé (pronação) e a altura do arco plantar pode induzir um efeito indireto de tensão sobre a fáscia plantar que poderia resultar em sobrecarga nas superfície plantar dos pés. No entanto, não se encontram na literatura estudos que inferem a relação direta dessas variáveis em lesões como a fasciite plantar, principalmente na população de corredores onde a prevalência é maior (Taunton *et al.*, 2002a; Lopes *et al.*, 2012). Apesar da literatura clínica, inferir grande importância para a questão da sobrecarga mecânica dos pés (Bedi and Love, 1998; Wearing *et al.*, 2003; Pohl *et al.*, 2009) como fator de risco primário relacionado a fisiopatologia da fasciite plantar (League, 2008).

Geralmente, o raciocínio mais aceito é que a sobrecarga plantar resultante de possíveis desequilíbrios biomecânicos na estrutura dos pés resultaria em maior tensão e aumento das taxas de força sobre a fáscia plantar induzindo microtraumas e inflamação,

caracterizando a fase aguda da lesão (Schepsis *et al.*, 1991; League, 2008) e ao longo do círculo da doença, o repetitivo apoio dos pés em contato com o solo, evoluiria para a fragmentação e degeneração da fáscia plantar, caracterizando a fase crônica da fasciite plantar sem dor (Lemont *et al.*, 2003; League, 2008).

Seguindo essa linha de raciocínio que mudanças estáticas nas estruturas dos pés, especialmente o arco longitudinal medial e o alinhamento do retropé poderiam resultar em mudanças nas taxas de cargas plantares sobre as regiões dos pés, alguns estudos foram conduzidos na população de corredores (Lees *et al.*, 2005; Lee and Hertel, 2012) e os resultados permanecem contraditórios e pouco conclusivos. Grande parte dos estudos infere que arco plantar elevado está associado ao aumento das taxas de carga da força vertical (Sneyers *et al.*, 1995; Williams *et al.*, 2001; Williams *et al.*, 2004). Outros ainda relatam que não haver associação entre a altura do arco plantar estática e dinâmica com o pico da força reação do solo e a taxa de carga (20-80% do primeiro pico de força vertical) durante a corrida (Lees *et al.*, 2005; Nakhaee *et al.*, 2008). De acordo com Lees *et al.* (2005) as taxa de carga definida como 20-80% do tempo do primeiro pico da força vertical durante a corrida vem sendo uma medida importante e frequentemente utilizada para inferir a absorção de impacto do pé com o solo.

Por último, estudo recente, abordou um número maior de fatores antropométricos dos pés como o alinhamento do retropé e antepé, bem como a altura do arco plantar de corredores sem lesão prévia dos pés. Observou-se que somente o alinhamento em valgo do retropé mostrou-se ser um significativo preditor da pressão plantar máxima e da integral da pressão nas regiões de mediopé e retropé medial (Lee and Hertel, 2012). Segundo Lees *et al*. (2005), apesar do arco plantar ser uma medida clínica comumente utilizada para classificar os pés, essa medida não prediz as forças atuantes dos pés em contato com o solo durante a

corrida. Talvez, a altura do arco plantar seja associada às mudanças da carga plantar quando verificado em corredores com alguma lesão prévia na superfície dos pés, como é o caso da fasciite plantar. De acordo com Teyhen *et al.* (2009), estudos são necessário para investigar a associação entre o arco plantar elevado e os padrões dinâmicos da pressão plantar em condições patológicas.

Diante dessas observações seria de extrema importância à compreensão de como as estruturas estáticas dos pés como o aumento do arco longitudinal medial (Messier and Pittala, 1988; Taunton *et al.*, 2002a; Ribeiro *et al.*, 2011) e o alinhamento em valgo do retropé (Taunton *et al.*, 1982; Ribeiro *et al.*, 2011) presentes em corredores com fasciite plantar, poderiam predizer as mudanças dos padrões da pressão plantar e as taxas de impacto do pé com o solo durante a corrida. Estas informações poderiam ser úteis para prescrição ou intervenções por meio de palmilhas, órteses e calçados direcionados a corredores com fasciite plantar. A ausência de evidências na literatura sobre essa relação em corredores com lesão previamente instalada, como a fasciite plantar, torna este estudo de grande relevância clínica e científica.

6.3 Casuística e Métodos do Experimento 2

6.3.1 Casuística

Participaram deste estudo trinta e cinco corredores com fasciite plantar de ambos os gêneros e idade entre 25 a 55 anos. Os corredores foram recrutados do Centro de Reabilitação em Reumatologia Esportiva do Hospital das Clínicas de São Paulo, Brasil. A média de velocidade de corrida entre todos os participantes numa prova de 10 km foi de 11,7 (0,6) km/h. Após explicações do estudo, todos os corredores assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética Local (Protocolo Nº. 384/10). Para inclusão neste estudo, os corredores deveriam apresentar experiência em corrida de no mínimo um ano, correr no mínimo 20 km semanais, ter experiência em provas ou competições de longa distância, regular padrão de apoio do retropé, não apresentar história de cirurgia prévia dos pés, trauma ou fraturas nos últimos seis meses. Além disso, não poderiam apresentar desordens musculoesqueléticas como: neuropatias, obesidade, artrite reumatoide, tendinite, bursite, espondilite anquilosante, esporão de calcâneo (RX) e não apresentar diferença de comprimento de membro.

Todos os corredores tiveram diagnostico de fasciite plantar unilateral confirmado pelo exame clínico e de ultrassom, o qual permitiu verificar o processo inflamatório e fluidos perifascial, mudanças no tecido da fáscia plantar como: espessamento, fragmentação e degeneração, mudanças hipoecóicas e esporão de calcâneo (Wearing *et al.*, 2006) diferenciando as fases da doença. Desses, 20 corredores apresentaram processo inflamatório agudo associado ao sintoma de dor no calcanhar com duração média de 4

meses e intensidade de dor em média de 5,3(2,2) cm mensurada pela escala visual analógica antes da avaliação da pressão plantar durante a corrida, constituindo o grupo fasciite plantar aguda (FPA). Eles apresentavam dor na palpação da fáscia plantar, ao acordar de manhã e permanecer na postura em pé ou ao realizar os primeiros passos para se locomover, e, após assumir longos períodos na posição em pé parada, na posição sentada e após atividades físicas (Wearing *et al.*, 2003; Wearing *et al.*, 2007). Quinze corredores tinham prévia história de fasciite plantar, com tempo do primeiro diagnóstico em média de 1,5 (3,3) anos. Estes corredores não apresentavam sintoma de dor no calcâneo por mais de 2 meses, nem resposta inflamatório agudo, mas apresentavam processo de degeneração e fragmentação da fáscia plantar verificado pelo exame de ultrassom, os quais constituíram o grupo de fasciite plantar crônica (FPC).

Ambos os grupos de fasciite plantar: agudo e crônico apresentaram semelhanças nas características antropométricas e atividade da corrida (Tabela 4).

Tabela 4 - Média, desvio padrão e comparação entre os grupos: fasciite plantar (aguda - FPA e crônica -FPC) e controle (GC) dos dados antropométricas e das características da atividade de corrida.

Variáveis	**FP Aguda (n=20)**	**FP Crônica (n=15)**	**p - valor***
Idade (anos)	42,8±9,3	38,3±3.3	0,126
Massa (kg)	70,1±14,5	72,3±10.0	0,641
Estatura (m)	1,70±9,9	1,76±7.8	0,224
Índice de massa corporal (kg/m^2)	24,6±2,7	23,0±2.0	0,090
Volume de treino (km/semana)	41,0±9,0	45,0±10,0	0,147
Tempo de prática de corrida (anos)	8,0±5,5	6,2±5,0	0,382

**ANOVAs one-way, post-hoc: Tukey. **Diferença estatística p<0,05.*

6.3.2 Material e Método

6.3.3 Mensurações clínicas estáticas das estruturas dos pés

6.3.4 Avaliação do arco longitudinal medial

Para a realização da podoscopia, o indivíduo foi posicionado sobre um podoscópio (Carci®) com os pés descalços e um E.V.A de 7,5 cm entre os pés. A imagem da impressão plantar foi capturada com uma câmera digital sobre um tripé posicionado em frente ao podoscópio (distância: 24 cm e altura: 45 cm) (Figura 13). Tomou-se como referência a medida do E.V.A. para escala da imagem no Sofware AutoCAD 2005® utilizado para mensuração. Metodologia essa com confiabilidade e validade descrita (Ribeiro *et al.*, 2006; Mall *et al.*, 2007).

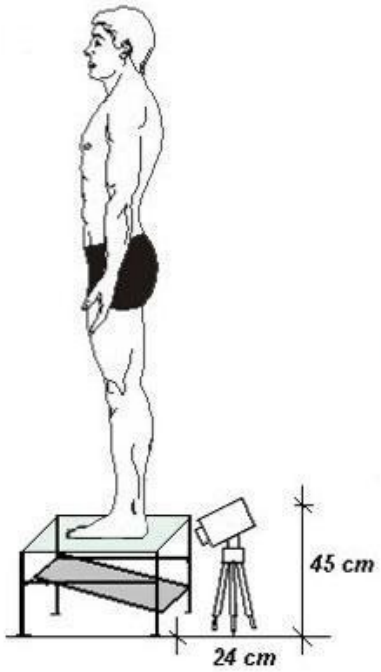


Figura 13 – Ilustração dos parâmetros de fixação da câmera digital para registro da impressão plantar e posicionamento do corredor sobre o podoscópio.

No Software AutoCAD 2005® traçava-se uma reta vertical, denominada L, do segundo metatarso até o centro do calcâneo. Logo em seguida, a reta L era dividida em três partes: antepé, mediopé e retropé para delimitação da área de cada região. Para mensuração do arco longitudinal medial, a área do mediopé foi dividida pela somatória da área total do pé (antepé + mediopé + retropé) (Figura 13). Aos valores encontrados entre 0,22-0,25 o pé era classificado normal, < 0,21 pé cavo e > 0,26 pé plano (Cavanagh and Rodgers, 1987).

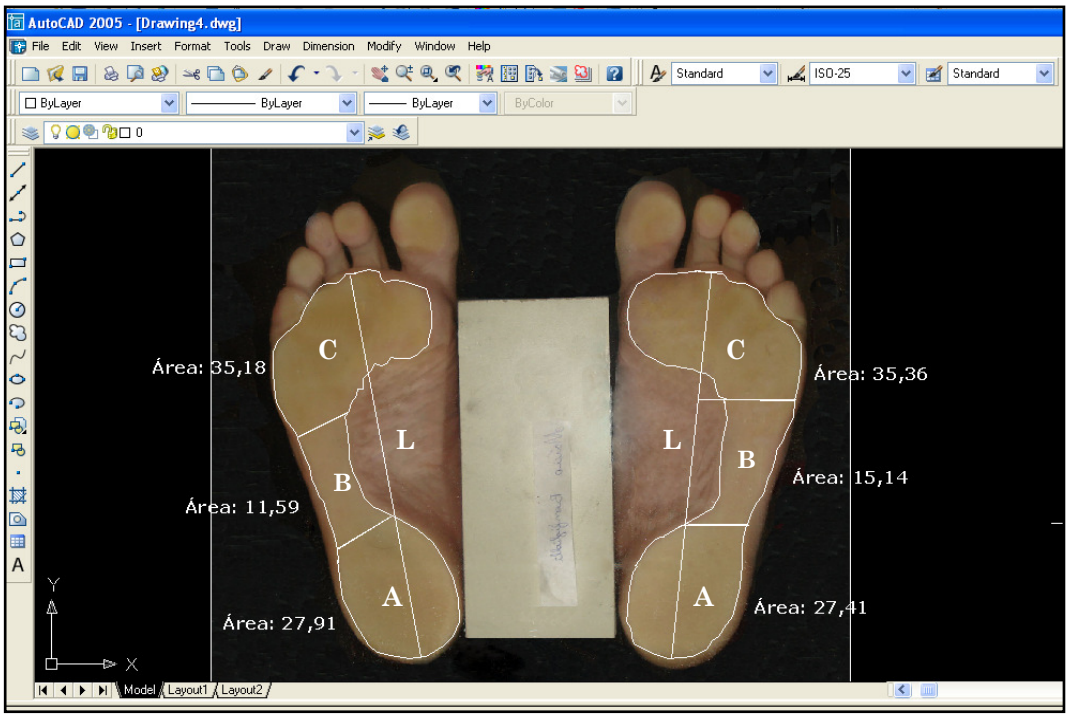


Figura 14 – Ilustração das áreas dos pés para cálculo do índice do arco longitudinal medial plantar, onde L: reta vertical, A: região do retropé, B: região do mediopé e C: região do antepé.

6.3.5 Avaliação estática do alinhamento do retropé

Para avaliar o alinhamento do tendão do calcâneo no plano frontal posterior, o indivíduo foi colocado sobre uma plataforma de 45 cm de altura tendo entre os pés um E.V. A de 7,5 cm. Utilizando-se um lápis dermatográfico e etiquetas brancas (9 mm), foram

demarcados os seguintes pontos na face póstero-inferior de cada membro: a tuberosidade posterior do calcâneo (a 3 cm do solo), um segundo ponto 4 cm acima do primeiro (7 cm do solo), um terceiro a 13 cm da superfície de apoio e o último a 22 cm do solo. Esses parâmetros foram de acordo com o estudo de Gupta *et al.* (2008) (Gupta *et al.*, 2008), porém, com uma adaptação na marcação dos pontos para uma maior precisão da medida (Figura 15).

O centro no sentido látero-lateral de cada local supracitado foi calculado com o uso de um paquímetro. Subseqüentemente, foi capturada a imagem do terço distal póstero-inferior dos membros inferiores com uma câmera digital posicionada sobre um tripé nivelado em frente e perpendicular ao indivíduo fotografado (distância: 90 cm e altura: 45 cm). (Trombini-Souza *et al.*, 2009).

Para realizar a quantificação do alinhamento do tendão do calcâneo utilizou-se o Software AutoCAD 2005®. Neste, traçava-se uma linha do primeiro ponto (3 cm) até o segundo (7 cm). Posteriormente, uma segunda reta que se originava no ponto mais alto (22 cm) e que passava pelo ponto correspondente aos 13 cm (Cornwall and McPoil, 2004; Sacco *et al.*, 2012) (Figura 15). A intersecção dos prolongamentos de ambas as retas resultava em um ângulo responsável pela seguinte classificação: normal (0º-5º), varo (< 0º) e valgo (> 5º) (Eng and Pierrynowski, 1994).

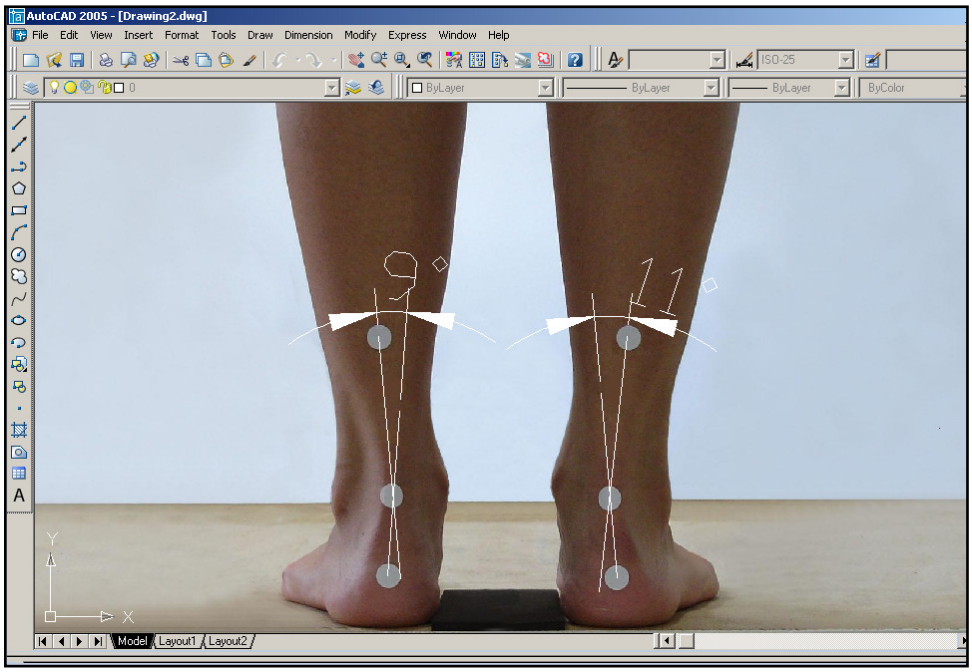


Figura 15 – Ilustração da intersecção das linhas usadas paramensuração do ângulo do retropé por meio do software AutoCAD 2005®.

6.3.6 Avaliação dinâmica da carga plantar

A distribuição da pressão plantar foi adquirida durante a corrida por meio de palmilhas do sistema Pedar X (Novel, Munique, Alemanha) a uma frequência de 100 Hz e analisada ao longo da série temporal. Todos os corredores utilizaram um modelo padrão de calçado esportivo (RAINHA SYSTEM, RAINHA, Alpargatas, São Paulo, Brasil, tamanho USA 7-12), que são comumente usados pelos corredores recreacionais no Brasil. Estas características incluem uma sola de EVA composta de alta resistência plástica, os quais dispersam o impacto horizontalmente através da sola em ordem para retornar rapidamente para o estado inicial, e, são recomendados pela fabricante como calçado de corrida como pisada de apoio neutro. As palmilhas instrumentadas com 99 sensores capacitivos foram colocadas entre a meia e o calçado e foram conectadas ao equipamento dentro de uma mochila que o corredor usava pesando aproximadamente 1,5 kg (Figura 16).

Figura 16 - Ilustração do sistema Pedar X para aquisição da distribuição a pressão plantar no calçado esportivoe a mochila como compartimento dos equipamentos.

Os corredores realizaram um período de adaptação da corrida com o calçado esportivo e a mochila fixa nas costas do corredor. Após esse período de adaptação, eles correram uma distância de 40 metros numa pista de asfalto liso e regular e em bom estado de conservação a 12 km/h, tolerando-se uma variação de 5%. Considerou-se que todos os corredores foram adaptados ao ambiente e a corrida (com mochila e calçado) quando a velocidade média de três corridas consecutivas de 40 metros foi de 12 km/h (5%). A velocidade foi controlada por cronômetro digital por dois avaliadores nos 20 metros intermediários da pista (Tessutti *et al.*, 2008; Tessutti *et al.*, 2010). A concordância entre os avaliadores foi de 96% calculados pelo coeficiente de correlação intra-classe do tipo 2.k.

Adquiriu-se aproximadamente 30 passos em duas corridas na pista e a partir da série temporal da força e pressão plantar foram calculadas variáveis em uma rotina matemática no software Matlab (ANEXO 4). Para estimar o impacto, foram calculadas duas taxas e extraído

um pico da série temporal da força vertical: o primeiro pico da força vertical (Fz1), taxa de carga (peso corporal por segundos), definido como a taxa de força entre 20-80% do tempo do primeiro pico da força vertical e a taxa de carga máxima (peso corporal por segundos), definida como a taxa de força entre 0-100% do tempo do primeiro pico da força vertical. Todas as variáveis foram normalizadas pelo peso corporal.

Para analisar as cargas plantares, foram calculados na série temporal da força vertical a força máxima (normalizada pelo peso corporal) e a integral da força (Peso corporal.ms) em três áreas plantares (retropé - 30% do comprimento do pé, mediopé- 30% do comprimento do pé, antepé e dedos-40% do comprimento do pé) (R). Além disso, também foram analisadas as áreas de contato (cm²) nas mesmas áreas plantares (Figura 17).

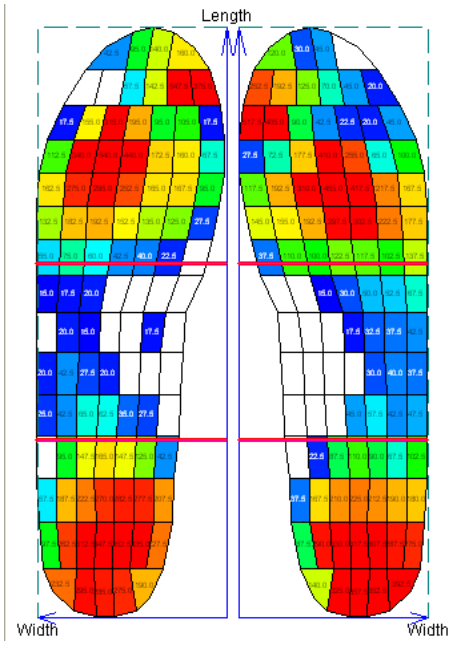


Figura 17 - Ilustração do sistema Pedar X para aquisição da distribuição a pressão plantar no calçado esportivo e a mochila como compartimento dos equipamentos.

6.3.7 Análise estatísitca

Todas as variáveis dependentes apresentaram normalidade (teste Shapiro-Wilk's) e homocedasticidade (teste Levene's). Confirmado esses pressupostos, uma análise descritiva e comparativa entre os grupos de fasciite plantar aguda e crônica foram realizadas por meio de ANOVAs one-way. Para verificar o número de variáveis dependentes de interesse foi realizada uma análise de correlação de Pearson ($p<0,05$). Logo após, foi realizado uma análise de regressão múltipla do tipo hierárquica stepwise forward para predizer o grupo de variáveis dependentes da pressão plantar e taxa de carga por meio do arco longitudinal medial e o alinhamento do retropé (variáveis preditoras ou independentes). Para entrar no modelo as variáveis dependentes foram separadas em três blocos consecutivos. O nível de significância $p<0,05$ foi utilizado para entrar no modelo e um $p>0,05$ foi critério para remoção, onde também se baseou na alta multicolinearidade. Além disso, também foi realizada uma análise do Coeficiente de Correlação Intraclasse – ICC inter e intra-examinador para as mensurações estáticas do arco plantar e o alinhamento do retropé. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Statistica versão 7.2.

6.4 Resultados do Experimento 2

A média e desvio padrão do arco longitudinal para o grupo de FP agudo e crônico foi de 0,15±0,05 e 0,17±0,9, respectivamente. Para o ângulo do retropé a média e desvio padrão para o grupo de FP agudo foi de 6,4±4,5 e para o grupo de FP crônica foi de 7,8±3,4. A média e desvio padrão dos dados da pressão plantar e taxas de carga estão apresentados na tabela 5 e 6.

O produto da análise de correlação de Pearson ($p<0,05$) das 20 variáveis dependentes da pressão plantar nas três regiões dos pés (retropé, mediopé e antepé) e as taxas de carga do pé resultou em 11 variáveis de interesse para análise de regressão. Assim, apenas as variáveis: integral da força, força máxima e área de contato em retropé, mediopé e antepé, bem como as taxas de carga (20-80% e 10-100%) apresentaram um valor de p (<0,05) na análise de correlação. As variáveis da pressão média máxima, do pico de pressão e integral da pressão nas três respectivas áreas do pé foram removidas do modelo baseadas na alta multicolinearidade dos dados e valor de p da correlação >0,05, totalizando 9 variáveis removidas.

A tabela 7 mostra o modelo final da análise de regressão múltipla do arco longitudinal medial e alinhamento do retropé com os dados da pressão plantar e as taxas de carga. Pode-se observar através dos dados dessa tabela que o arco longitudinal medial elevado pode predizer o aumento da integral da força máxima no antepé no grupo de FP aguda ($R=0,35$, $R^2=0,15$). Já no grupo de FP crônica o arco elevado prediz o aumento da integral da força ($R=0,41$, $R^2=0,17$) e da força máxima ($R=0,59$, $R^2=0,35$) na região do antepé (tabela 7).

Em relação ao alinhamento valgo do retropé pode-se observar que ele foi um bom preditor do aumento da força máxima no retropé em ambos os grupos de FP: agudo ($R=0,42$, $R^2=0,18$) e crônica ($R=0,67$, $R^2=0,45$) e também a integral da força ($R=0,41$, $R^2=0,17$) no retropé no grupo com FP crônica (Tabela 7).

Referente às taxas de carga (20-80%) e (10-100%) mensuradas observa-se nos dados apresentados na tabela 8 que somente o alinhamento valgo do retropé mostrou-se ser uma boa medida clínica que conseguiu predizer o aumento das forças de impacto do pé em contato com o solo na fase crônica da fasciite plantar, no qual a taxa de carga (20-80%) apresentou um $R=0,44$, $R^2=0,19$ e a taxa de carga (10-100%) um $R=0,63$, $R^2=0,40$.

A análise de confiabilidade para a medida do índice do arco longitudinal medial foi de ICC=0,92 para análise intra-examinador e ICC=0,90 para análise interexaminador. Para o alinhamento do retropé um ICC=0,95 foi encontrado para análise intra-examinador e ICC=0,90 para análise interexaminador.

Tabela 5 – Média e desvio padrão das taxas de carga dos grupos fasciite plantar aguda (FPA) e crônica (FPC) durante a corrida.

Variável	***Grupos***	***Retropé***	***Mediopé***	***Antepé***
Força (PC)	FPA	1,25 ±0,24	0,44±0,10	1,49±0,24
	FPC	1,47 ±0,46	0,41±0,09	1,31±0,30
Integral da força (PC/ms)	FPA	77,3±16,0	42,9±12,50	185,9±33,10
	FPC	74,01±14,7	48,8±16,34	188,0±41,10

Tabela 6 – Média e desvio padrão das taxas de carga dos grupos fasciite plantar aguda (FPA) e crônica (FPC) durante a corrida.

Variável	**FPA**	**FPC**
Taxa de carga (20 - 80%) (PC/s)	0,85±0,24	0,89±0,27
Taxa de carga máxima (0 - 100%) (PC/s)	1,15±0,29	1,25±0,27

Tabela 7 – Análise de regressão linear múltipla das mensurações estáticas do arco longitudinal medial elevado e o alinhamento valgo do retropé para predizer a dinâmica da pressão plantar de corredores com fasciite plantar em fase aguda e crônica.

Alinhamento do pé	Pressão Plantar	Grupos	Estimativa	Erro Padrão	t	p	Equação*
Arco longitudinal medial elevado	Integral da força no antepé (IFA)	FP aguda	0,350	0,16	3,0	0,031	IFA =0,211+0,350*ARCO PLANTAR
		FP crônica	0,165	0,12	3,2	0,020	IFA =6,096+0,165*ARCO PLANTAR
	Força máxima no antepé (FMA)	FP crônica	1,85	0,81	2,2	0,043	IFA =1,58+1,85*ARCO PLANTAR
Alinhamento valgo do retropé	Força máxima no retropé (FMR)	FP aguda	2,012	0,17	2,8	0,048	FMR =1,40+2,012*RETROPÉ
		FP crônica	0,056	0,02	2,7	0,017	FMR =2,14+0,056*RETROPÉ
	Integral da força no retropé (IFR)	FP crônica	0,103	0,12	3,8	0,041	IFR =2,84+0,103*RETROPÉ

* Modelo das equações das análises de regressão múltipla. ($p<0,05$).

Tabela 8 – Análise de regressão linear múltipla das mensurações estáticas do alinhamento valgo do retropé para predizer as variáveis de taxa de carga do pé em contato com o solo de corredores com fasciite plantar em fase aguda e crônica.

Alinhamento do pé	Taxa de Carga	Grupos	Estimativa	Erro Padrão	t	p	Equação*
Alinhamento valgo do retropé	Taxa de carga (20-80%)	FP crônica	0,278	0,01	1,6	0,013	TC (20-80%) =0,645+0,278*RETROPÉ
	Taxa de carga (10-100%)	FP crônica	1,238	0,14	1,8	0,012	TC (10-100%) =7,54+1,238*RETROPÉ

* Modelo das equações das análises de regressão múltipla. ($p<0,05$).

6.5 Discussão do Experimento 2

Os principais resultados deste estudo ajudam a compreender que corredores com fasciite plantar (fase aguda e crônica) que apresentarem um índice do arco longitudinal medial elevado, durante a avaliação estática, pode proporcionar ao profissional de saúde como: fisioterapeuta, médico e outros afins, a possibilidade de predizer, por meio dessa medida clínica, o aumento da integral da força e da força máxima na região do antepé de corredores em ambas as fases da fasciite plantar. Outro achado importante foi que o alinhamento em valgo do retropé mostrou-se ser uma medida clínica muito eficiente para predizer o aumento da força máxima e integral da força no retropé em corredores com fasciite plantar, além de predizer as taxas de impacto do pé em contato com o solo durante todo ciclo da corrida.

Dessa forma, todos esses achados permitem inferir que de fato o índice do arco longitudinal medial e o alinhamento em valgo do retropé tem relação direta com a sobrecarga plantar dos pés em corredores com fasciite plantar. Na literatura a evidência de tal associação, em casos de fasciite plantar, também pode ser observada em indivíduos não atletas, porém durante a marcha, no qual se encontrou uma correlação positiva entre a sobrecarga mecânica, o aumento da espessura da fáscia plantar e o sintoma de dor (Wearing *et al.*, 2007; Mahowald *et al.*, 2011).

Ainda durante as avaliações da marcha, alguns estudos mostram uma associação do arco plantar elevado e o aumento do impulso no antepé (integral da pressão máxima) (Teyhen *et al.*, 2009) e também a associação do aumento da integral da pressão no antepé e o arco plantar elevado associado à dor (Burns *et al.*, 2005), como verificado no presente estudo, porém durante a corrida e em indivíduos com lesão. O diferencial desse estudo foi

demonstrar que corredores com fasciite plantar com o arco plantar elevado pode predizer apenas o aumento da carga plantar (integral da força e força máxima) em regiões anteriores dos pés (antepé), independentemente do sintoma de dor presente ou ausente de acordo com a fase de evolução da fasciite plantar. Possivelmente, essa relação poderia resultar de forma indireta tensão e estiramento da fáscia plantar, como sugerido por Lee *et al.* (2005) que, consequentemente poderia contribuir para a progressão da afecção.

Uma observação interessante foi que nenhuma relação foi encontrada entre o arco plantar elevado e a carga plantar (integral da força e força màxima) e as taxas de impacto na região do retropé (calcâneo), região esta mais ligada ao quadro fisopatológico na etiologia da fasciite plantar. Isto poderia ser explicado por dois pontos importantes associados à afecção. O primeiro ponto é sobre a questão do sintoma de dor presente na fase aguda da fasciite plantar. De acordo com Rome *et al.* (2002) a dor associada ao processo inflamatório da fáscia plantar aumenta a espessura da fáscia plantar que resulta na diminuição na capacidade desse tecido em suportar a carga de impacto do pé em contato com o solo, o que justificaria a ausência de relação do arco plantar com carga plantar no retropé. O segundo ponto é devido à diminuição da espessura da fáscia plantar (coxim do calcâneo) e atrofia da musculatura intrínseca dos pés, presente na fase mais crônica da fasciite plantar (Chang *et al.*, 2012), que poderia afetar a estabilização do arco plantar, principalmente na recepção da carga plantar do pé em contato com o solo, no qual o corredor resultou em um apoio do antepé com maior tempo de exposição à carga plantar, como verificado pelo aumento da integral da força máxima no antepé em ambas as fases da fasciite plantar.

Apesar de grande parte da literatura direcionada a população de corredores sem lesão prévia verificar a existência de associação entre o arco plantar elevado (mensurado diretamente pela altura do navicular) e o aumento das taxas de carga da força vertical (N/s),

mensurado pela plataforma de força (Sneyers *et al.*, 1995; Williams *et al.*, 2001; Williams *et al.*, 2004). No presente estudo, não encontramos uma associação entre o arco plantar elevado e as taxas de impacto do pé em contato com o solo em corredores com fasciite plantar, concordando com estudos que avaliaram corredores sem nenhum tipo de lesão e também não evidenciaram tal associação (Lees *et al.*, 2005; Nakhaee *et al.*, 2008). No entanto, uma possível explicação para essa falta de associação entre o arco plantar elevado e as taxas de impacto do pé possa ser devido à diferença dos estudos instrumentos utilizados para mensurar o arco plantar e calcular as taxas de carga da força vertical.

No atual estudo optou-se por calcular o índice do arco longitudinal medial por meio indireto, ou seja, análise da impressão descrito por Cavanagh and Rodgers (1987). A escolha por essa metodologia foi devido à confiabilidade (Mall *et al.*, 2007) e à forte associação com a altura direta do arco plantar (Teyhen *et al.*, 2009). Outra questão importante e caracterizada como uma limitação desse estudo foi que as taxas de impacto foram apenas estimadas, devido à frequência de amostragem do sistema de palmilhas que permite coletar frequência em até 100HZ. No entanto, apesar de mensurar apenas as baixas frequências do impacto do calcâneo com o solo durante o movimento da corrida, essa já foi o suficiente para elucidar uma associação positiva com o alinhamento estático em valgo do retropé.

A associação positiva entre o valgo do retropé (pronação) e o aumento das taxas de impacto do calcâneo ao solo, na fase crônica da fasciite plantar permite confirmar a importância dessa medida clínica para predizer as forças de impacto na região do calcâneo durante a corrida, corroborando com os achados de Pohl *et al.* (2009) que verificou que corredoras com história de fasciite plantar sem sintoma de dor apresentaram alinhamento valgo do retropé e maiores taxa da força reação do solo vertical.

A relevância clínica desse estudo foi mostrar que a medida clínica do retropé é de fundamental importância para o profissional da saúde, pois permite predizer o aumento da carga plantar dinâmica no retropé, e, portanto, mais próxima da compreensão fisiopatológica da fasciite plantar, podendo ajudar o profissional da saúde na escolha de possíveis estratégias de tratamento mecânicas (órtese, palmilhas e fisioterapia) para melhor controle desse ângulo valgo do retropé e com isso reduzir as taxas de impacto do retropé durante a corrida de corredores com fasciite plantar.

Além das taxas de impacto, nossos resultados também mostraram a relação entre o alinhamento em valgo do retopé e os parâmetros da pressão plantar (força máxima e integral da força no retropé) em corredores com fasciite plantar aguda e crônica, respectivamente. Tal evidência também foi encontrada em estudo recente realizado por Lee e Hertel (2012), porém durante a corrida em esteira de indivíduos sem lesão. Segundo os autores, o alinhamento valgo do retropé mostrou-se ser um significante preditor da pressão plantar máxima e integral da pressão na região medial do retropé. No atual estudo foi possível compreender que corredores com fasciite plantar que correm em asfalto (pista mais comum de treinamento) apresentam forte associação do alinhamento valgo do retropé com a força máxima e integral da força sobre a região do calcâneo.

Em síntese, nossos resultados permitem verificar que as medidas estáticas dos pés como o arco plantar elevado e o alinhamento em valgo do retropé são medidas clínica que podem predizer cargas plantares dinâmicas, destacando-se a medida do alinhamento do retropé que também pode predizer as taxas de impacto do pé em contato com chão de corredores com fasciite plantar. Essa associação permite inferir que de fato o alinhamento de determinadas estruturas dos pés pode interferir no aumento da carga plantar na superfície

dos pés que, consequentemente, poderia resultar em efeito direto ou indireto de tensão ou estiramento da fáscia plantar.

A limitação deste estudo foi à impossibilidade de realizar a análise cinemática dinâmica da deformação do arco plantar e ângulo de eversão e inversão do retropé e suas relações com os padrões de impacto do pé com o solo em corredores com fasciite plantar, visto que nossas análises foram realizadas em ambiente natural de treinamento, como a pista de asfalto. Na literatura observam-se dois estudos que verificaram associação estática e dinâmica entre o ângulo de eversão máxima do retropé (pronação) e a altura do arco plantar, porém em indivíduos sem lesão (Boozer *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2010).

Futuros estudos que abordem a relação entre a cinemática do arco plantar e ângulo do retropé para predizer os padrões da carga plantar durante a corrida são necessários para melhor compreensão e confirmação dessa associação envolvida na etiologia da fasciite plantar.

6.6 Considerações finais do Experimento 2

O arco plantar elevado mostrou-se um bom preditor do aumento da carga plantar no antepé de corredores com fasciite plantar aguda e crônica. Já o alinhamento em valgo do retropé demonstrou ser uma medida clínica de fundamental importância para avaliação de corredores com fasciite plantar por permitir predizer tanto as cargas plantares como as taxas de impacto na região do retropé. Essa sobrecarga na região do calcâneo pode resultar em tensão e microtrauma da fáscia plantar que o induz à piora e à progressão da fasciite plantar. Estes achados indicam que os tratamentos conservadores que promovam o melhor controle do alinhamento em valgo do retropé e o suporte para elevação do arco plantar podem prevenir a progressão da fasciite plantar, independente da fase da doença.

7. CONCLUSÕES FINAIS

Conclui-se que corredores com fasciite plantar aguda e crônica apresentam maiores cargas plantares no retropé e aumento das taxas de impacto do pé no solo. No entanto, a condição fasciite plantar aguda mostrou-se com menores taxas e cargas plantares no retropé em relação à fase crônica, possivelmente, devido ao mecanismo de proteção a dor na região do calcâneo. Além disso, o arco plantar prediz as cargas plantares do antepé de corredores com fasciite plantar e o alinhamento em valgo do retropé demonstrou ser uma medida clínica de fundamental importância para avaliação de corredores com fasciite plantar, pois permitiu predizer tanto as cargas plantares como as taxas de impacto na região do calcâneo na fase crônica da fasciite plantar. Estes achados indicam que os tratamentos conservadores que promovam o melhor controle do alinhamento em valgo do retropé e o suporte para elevação do arco plantar podem prevenir à progressão da fasciite plantar, independente da fase da doença.

ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de pesquisa: **"Padrão de apoio e impacto dos pés com o solo durante a corrida de corredores com história e sintoma de fasciite plantar e sua associação com o arco longitudinal medial e ângulo do retropé".**

Aluna: Ana Paula Ribeiro; **Orientadoras:** Prof.ª Drª. Sílvia M. A. João e Prof.ª Drª. Isabel CN Sacco.

Este projeto tem como objetivo central avaliar a distribuição da pressão plantar de corredores com fasciite plantar na fase de ausência e presença de sintomatologia. Por tanto, a senhora será avaliada por meio de alguns procedimentos que estão descritos abaixo de maneira mais detalha. Os resultados verificados serão guardados com suas devidas identificações e mantidos em confidencialidade, os quais serão utilizados única e exclusivamente para fins científicos.

- **Etapa 1:** O (a) senhor (a) será entrevistado por meio de um questionário, onde serão feitas perguntas referentes: ao nome, idade, altura, peso corporal, diagnóstico confirmado da doença, nível e freqüência de dor, quilometragem, freqüência e intensidade do treino e telefone para contato.
- **Etapa 2:** Será realizado por meio de uma máquina fotográfica a captura da imagem do tornozelo e pé para posterior avaliação postural.
- **Etapa 3:** Será colocado dentro do calçado esportivo uma palmilha junto ao seu pé, seguido da colocação de uma meia antiderrapante para melhor fixação dessa palmilha. Cada palmilha estará interligada a um computador onde serão avaliadas as cargas aplicadas em seus pés enquanto o (a) senhor (a) estiver correndo sobre uma pista de corrida.

Duração do experimento: os testes terão duração de aproximadamente uma hora e serão realizados em 1 dia.

Benefícios: o (a) senhor(a) irá contribuir no entendimento do correr de indivíduos com fasciite plantar, e eventualmente, poderá trazer benefícios aos tratamentos clínicos desse tipo de corredor.

Desconforto e risco: o experimento não envolverá qualquer desconforto ou risco à sua saúde física e mental, além dos riscos encontrados nas atividades normais que o (a) senhor (a) realiza diariariamente.

A sua participação nesse estudo é voluntária. O (a) senhor(a) tem a liberdade de desistir de sua participação nesta pesquisa a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Caso necessite entrar em contato com os pesquisadores responsáveis por esta pesquisa, favor entrar em contato com Ana Paula Ribeiro, pelo telefone 3091-8424.

Após o conhecimento dos testes aos quais estarei me submetendo, concordo em participar deste projeto de pesquisa, na condição de voluntário, permitindo a realização destes testes e veiculação científica dos dados, conforme condições descritas acima.

É seu direito manter uma cópia deste consentimento.

Data: ____/____/____.

Assinatura do voluntário: _____

Assinatura do pesquisador: _____

ANEXO 2 – APROVAÇÃO DA CAPPESQ

MEDICINA

USP

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **15.12.2010, APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **384/10** intitulado: **"PADRÃO DE APOIO E IMPACTO DOS PÉS COM O SOLO DURANTE A CORRIDA DE CORREDORES COM HISTÓRIA E SINTOMA DE FASCIITE PLANTAR E SUA RELAÇÃO COM O ARCO LONGITUDINAL MEDIAL"** e seus anexos, apresentado pelo Departamento de **Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional.**

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa .

Pesquisador (a) Responsável: Silvia Maria Amado João
Pesquisador (a) Executante: Ana Paula Ribeiro

CEP-FMUSP, 15 de dezembro de 2010.

Prof. Dr. Eduardo Massad
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
Av. Dr. Arnaldo , 455 – Instituto Oscar Freire 1º andar CEP 01246903 – Fone : 3061-8004
mail: cep.fmusp@hcnet.usp.br

ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO SOBRE FASCIITE PLANTAR

Nome: _____

Tel. residencial: _____ Celular: _____ Tel. para contato: _____

Data de nascimento: ____ /____/____ Idade: _____ anos Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Peso: _____ Altura: _____

Tem o diagnóstico de fasciite plantar? ( ) sim ( ) não

Data do diagnóstico da doença: ____/____/____.

Data da Ultrasonografia: ___/____/____ ou Rx: ____/____/____.

Você já teve o diagnóstico de fasciite plantar? ( ) Sim ( ) Não . Já faz quanto tempo? ____meses

---

QUADRO DE DOR

Atualmente sente dor no calcanhar? ( ) Sim ( ) Não. Qual lado? ( ) direito ( ) esquerdo

Qual área do pé dói? ( ) parte anterior do pé ( ) meio do pé ( ) parte posterior do pé

Se (sim) responda as questões abaixo:

A dor piora ao levantar-se da cama? ( ) Sim ( ) Não

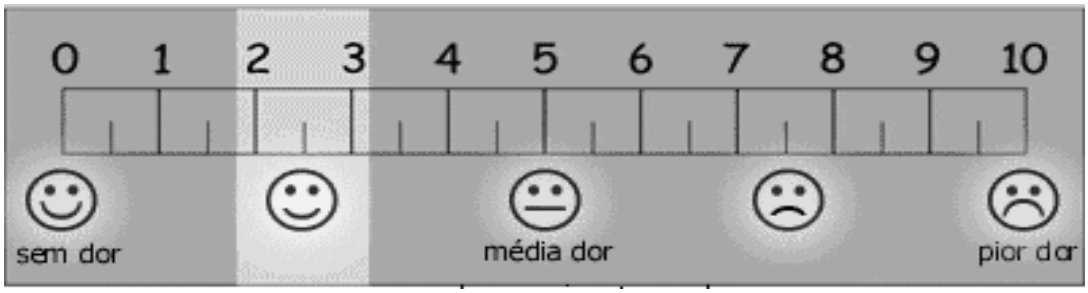
Ao realizar alguns passos a dor diminui? ( ) Sim ( ) Não

Durante o dia a dor tende a aumentar? ( ) Sim ( ) Não

Com o aumento da atividade física a dor piora progressivamente? ( ) Sim ( ) Não

Há quanto tempo existe a queixa de dor? _____ meses.

Marque na tabela abaixo a nota que você da para sua dor no valor de 1 (mínima) a 10 (não consigo andar).



Realiza ou realizou algum tipo de tratamento? Marque qual(is) tratamento(s).

1 ( ) Medicamentoso
2 ( ) Fisioterapêutico
3 ( ) Medic./Fisioterap.
4 ( ) Palmilha
5 ( ) Nenhum
6 ( ) Outro: _____

Comprimento de Membros inferiores

Perna direita: _____ Perna esquerda: _____

ATIVIDADE FÍSICA

1. Há quanto tempo você treina corrida? _____anos

2. Qual o volume semanal de treino? ( )20 km ( )30km ( )40km ( )50km ( )60km ( ) + de 70km

3. Já sofreu algum outro tipo de lesão no último ano?

( ) Tendinite supra/ infra patelar ( ) Fraturas tíbia/ pé ( ) Torção de tronozelo ( ) Lesão menisco
( ) Síndrome trato iliotibial ( ) Lesões ligamentares ( ) Esporão de calcâneo

4. Tem costume de correr no asfalto? ( ) sim ( ) não

5. Quantos pisos você corre?
( )grama ( )asflato ( ) cimento ( ) pista de tartan ( ) areia batida ( )esteira

6. Você utiliza quantos tênis para treinar e participar de provas?

( ) somente 1 tênis para treino e prova
( ) 2 tênis em treinos e provas
( ) 2 tênis, um para treino e outro para provas
( ) 3 tênis, dois em treino e um para provas
( ) mais de 3 tênis. Qual a distribuição?_____

Relacione o(s) tênis utilizados atualmente (Marca e modelo) :

1. _____
2. _____
3. _____

7. Qual o seu tempo dos 10km nos últimos 6 meses?

( )30 a 33 min ( )33 a 36 min ( )36 a 39 min ( ) 40 a 45 min ( ) 45 a 50 min

( )50 a 55 min ( )55 a 60 min ( )60 a 70 min ( ) 70 a 80 min

8. O seu treino é pescrito por quem?

( ) técnico ou prof. Educação física ( ) amigos ( ) você próprio

---

ANEXO 4 – ROTINA MATEMÁTICA

```
fclose all
clear all
clc

%% Importação dos dados

fp,pn]=uigetfile('*.lin','Abrir arquivos do Pedar','Multi','on');
cd(pn)
if iscell(fp)==0
   fp={fp};
end
_____________________________//_____________________________________//_____________________

%% Limpar a planilha: retirar cabeçalho com texto; substituir por nans e delimitar os valores das
variáveis na planilha para cada região dos pés

for idx=1:size(fp,2)
   fid=fopen(fp{idx});
   lin=textscan(fid,'%s %s %s %s %s', 'delimiter','\t','collectoutput',1);
   lin=str2double(lin{1,1});
   lin(:,2)=lin(:,2)./100;
   nans=find(isnan(lin(:,1)));
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpe=lin(10:nans(10)-1,2:5);
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpd=lin(nans(12)+1:nans(13)-1,2:5);
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m1e=lin(nans(16)+1:nans(17)-1,2:5);
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m1d=lin(nans(19)+1:nans(20)-1,2:5);
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m2e=lin(nans(23)+1:nans(24)-1,2:5);
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m2d=lin(nans(26)+1:nans(27)-1,2:5);
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m3e=lin(nans(30)+1:nans(31)-1,2:5);
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m3d=lin(nans(33)+1:nans(34)-1,2:5);
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m4e=lin(nans(37)+1:nans(38)-1,2:5);
   pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m4d=lin(nans(40)+1:end,2:5);

_____________________________//_____________________________________//_____________________

% Encontrar as áreas de apoio, após retirada dos nans.
% Separar os apoios pelo diferencial maior que 1
% Diferença do apoio +1 para pegar o apoio inicial e -1 para apoio final e repetir para cada máscara
do pé (retropé, mediopé e antepé)

 apoio=find(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpe(:,1));
 dapoio=find(diff(apoio)>1);
 npasso=size(dapoio,1)+1;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpe.passo1=pressao.(genvarname
(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpe(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);
```

```
pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m1e.passo1=pressao.(genvarnam
e(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m1e(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m2e.passo1=pressao.(genvarnam
e(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m2e(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m3e.passo1=pressao.(genvarnam
e(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m3e(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m4e.passo1=pressao.(genvarnam
e(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m4e(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);

_____//_____//_____

% Separar os números de passos para cada tentativa de corrida para ambas as máscaras pela
diferença do apoio.

idx2=1;
while idx2<npasso-1
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpe.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpe(apoio(dapoio(idx2
)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m1e.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m1e(apoio(dapoio(idx
2)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m2e.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m2e(apoio(dapoio(idx
2)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m3e.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m3e(apoio(dapoio(idx
2)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m4e.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m4e(apoio(dapoio(idx
2)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);

    idx2=idx2+1;
  end

  pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpe.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpe(apoio(dapoio(end
)+1)-1:apoio(end)+1,:);
  pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m1e.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m1e(apoio(dapoio(en
d)+1)-1:apoio(end)+1,:);
  pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m2e.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m2e(apoio(dapoio(en
d)+1)-1:apoio(end)+1,:);
  pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m3e.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m3e(apoio(dapoio(en
d)+1)-1:apoio(end)+1,:);
```

```
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m4e.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m4e(apoio(dapoio(en
d)+1)-1:apoio(end)+1,:);

    apoio=find(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpd(:,1));
    dapoio=find(diff(apoio)>1);
    npasso=size(dapoio,1)+1;


pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpd.passo1=pressao.(genvarname
(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpd(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m1d.passo1=pressao.(genvarnam
e(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m1d(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m2d.passo1=pressao.(genvarnam
e(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m2d(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m3d.passo1=pressao.(genvarnam
e(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m3d(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m4d.passo1=pressao.(genvarnam
e(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m4d(apoio(1)-1:apoio(dapoio(1))+1,:);

    idx2=1;
    while idx2<npasso-1
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpd.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpd(apoio(dapoio(idx2
)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m1d.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m1d(apoio(dapoio(idx
2)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m2d.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m2d(apoio(dapoio(idx
2)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m3d.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m3d(apoio(dapoio(idx
2)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m4d.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m4d(apoio(dapoio(idx
2)+1)-1:apoio(dapoio(idx2+1))+1,:);
        idx2=idx2+1;
    end

    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpd.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tpd(apoio(dapoio(end
)+1)-1:apoio(end)+1,:);
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m1d.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m1d(apoio(dapoio(en
d)+1)-1:apoio(end)+1,:);
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m2d.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m2d(apoio(dapoio(en
d)+1)-1:apoio(end)+1,:);
```

```
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m3d.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m3d(apoio(dapoio(en
d)+1)-1:apoio(end)+1,:);
    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.m4d.(['passo'
num2str(idx2+1)])=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).m4d(apoio(dapoio(en
d)+1)-1:apoio(end)+1,:);


pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))=rmfield(pressao.(genvarname(cell2mat(r
egexp(fp{idx},'\w*','match')))),{'tpe' 'tpd' 'm1e' 'm1d' 'm2e' 'm2d' 'm3e' 'm3d' 'm4e' 'm4d'});


npasso=size(fieldnames(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpe),1);
    for idx2=1:npasso
        for idx3={'tpe' 'm1e' 'm2e' 'm3e' 'm4e'}
            y=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.(idx3{1,1}).(['passo'
num2str(idx2)]);
            x=1:size(y,1);
            xi=linspace(1,size(y,1));
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.(idx3{1,1}).(['passo_i'
num2str(idx2)])=interp1(x,y,xi,'spline');
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.(idx3{1,1}).(['passo'
num2str(idx2)])=trapz(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.(idx3{1,1}).(
['passo' num2str(idx2)]))./100;
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.(idx3{1,1}).(['passo'
num2str(idx2)])=max(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.(idx3{1,1}).(['
passo' num2str(idx2)]));
        end
    end


npasso=size(fieldnames(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpd),1);
    for idx2=1:npasso
        for idx3={'tpd' 'm1d' 'm2d' 'm3d' 'm4d'}
            y=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.(idx3{1,1}).(['passo'
num2str(idx2)]);
            x=1:size(y,1);
            xi=linspace(1,size(y,1));
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.(idx3{1,1}).(['passo_i'
num2str(idx2)])=interp1(x,y,xi,'spline');
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.(idx3{1,1}).(['passo'
num2str(idx2)])=trapz(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.(idx3{1,1}).(
['passo' num2str(idx2)]))./100;
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.(idx3{1,1}).(['passo'
num2str(idx2)])=max(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.(idx3{1,1}).(['
passo' num2str(idx2)]));
        end
    end
end
clear apoio dapoio fid pn idx idx2 idx3 lin nans npasso y xi x
```

_____//_____//_____

```
%% Transformar Integral em Matriz
for idx=1:size(fp,2)

npasso=size(fieldnames(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).dados.tpe),1)/2;
   for idx2=1:npasso
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpe(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.tpe.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1e(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.m1e.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2e(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.m2e.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3e(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.m3e.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m4e(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.m4e.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.tpe(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.tpe.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m1e(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.m1e.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m2e(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.m2e.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m3e(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.m3e.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m4e(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.m4e.(['passo'
num2str(idx2)]);
   end

npasso=size(fieldnames(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).dados.tpd),1)/2;
   for idx2=1:npasso-1
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpd(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.tpd.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1d(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.m1d.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2d(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.m2d.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3d(idx2,1:4)=...
         pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.m3d.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m4d(idx2,1:4)=...
```

```
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).integral.m4d.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.tpd(idx2,1:4)=...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.tpd.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m1d(idx2,1:4)=...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.m1d.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m2d(idx2,1:4)=...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.m2d.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m3d(idx2,1:4)=...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.m3d.(['passo'
num2str(idx2)]);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m4d(idx2,1:4)=...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).maximos.m4d.(['passo'
num2str(idx2)]);
   end
end
clear idx idx2 npasso
_____________________________________//_____________________________//_____________________

%% Cálculo das taxas de carga e Gráficos pela delimitação do primeiro pico de força vertical

for idx=1:size(fp,2)
 for
idx2=1:size(fieldnames(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpe),1)/2

v=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpe.(['passo'num2str(idx2)])(:,1);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).fmax.tpe(idx2,1)=max(v);
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tinst.tpe(idx2,1)=max(diff(v)).*100;
      h=figure('Color','w');
      axes1 = axes('Parent',h);
      xlim(axes1,[0 size(v,1)+1]);
      box(axes1,'on');
      hold(axes1,'all');
      plot(v,'LineWidth',3,'Color',[.8 .8 .8]); hold on
      ip=find(diff(diff(v)>0)==-1,1)+1;
      if ip<size(v,1)*0.3
         plot(ip,v(ip),'x','Color',[0.2 0.3 1.0],'LineWidth',3,'MarkerSize',15)
         v1=v(1:ip);
      else
         [m,ip]=max(v);
         v1=v(1:ip);
         [m,ip]=max(diff(v1));
         ip=ip+2;
         plot(ip,v(ip),'x','Color',[0.2 0.3 1.0],'LineWidth',3,'MarkerSize',15)
      end
      [m1,mi1]=min(abs(v1-0.2*v1(ip)));
      [m2,mi2]=min(abs(v1-0.8*v1(ip)));
      if 0.2*v1(ip)>v1(mi1)
         iv2=mi1+(abs((0.2*v1(ip)-v(mi1))/(v1(mi1+1)-v1(mi1))));
      else
```

```
        iv2=mi1-(abs((0.2*v1(ip)-v1(mi1))/(v1(mi1)-v1(mi1-1))));
    end
    if  0.8*v1(ip)>v1(mi2)
        iv8=mi2+(abs((0.8*v1(ip)-v(mi2))/(v1(mi2+1)-v1(mi2))));
    else
        iv8=mi2-(abs((0.8*v1(ip)-v(mi2))/(v1(mi2)-v1(mi2-1))));
    end
    line([mi1 mi2],[v(mi1) v(mi2)],'LineWidth',2,'LineStyle',':','Color',[1.0 0.6 1.0]);
    line([iv2,iv8],[0.2*v1(ip),0.8*v1(ip)],'LineWidth',2,'LineStyle',':','Color',[0.0 0.8 0.0]);
    line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.8,v(ip)*0.8],'LineStyle',':','Color',[0.8 0.2 0.2]);
    line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.2,v(ip)*0.2],'LineStyle',':','Color',[0.8 0.2 0.2]);
    title(['Impacto Transiente:' fp{idx} ' Pé: Esquerdo' ' Passo:' sprintf('%d',idx2)]);
    r=menu('Está Certo?(linhas vermelhas representam 20% e 80% da magnitude do pico','O
impacto é a linha verde!','Melhor usar a linha rosa','Remarcar o pico!','Jogar fora a tentativa');
    switch r
        case 1
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpe(idx2,1)=(v(ip)*0.8-
v(ip)*0.2)/(iv8-iv2).*100;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).taxadecarga.tpe(idx2,1)=((v(ip)-
v(1))/ip).*100;
        case 2
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpe(idx2,1)=(v(mi2)-
v(mi1))/(mi2-mi1).*100;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).taxadecarga.tpe(idx2,1)=((v(ip)-
v(1))/ip).*100;

        case 3
            menu('Por favor marque o pico','Sim, Obrigado');
            [ip,pico]=ginput(1);
            ip=round(ip);
            v1=v(1:ip);
            close(h)
            h=figure('Color','w');
            axes1 = axes('Parent',h);
            xlim(axes1,[0 size(v,1)+1]);
            box(axes1,'on');
            hold(axes1,'all');
            plot(v,'LineWidth',3,'Color',[.8 .8 .8]); hold on
            [m1,mi1]=min(abs(v1-0.2*v1(ip)));
            [m2,mi2]=min(abs(v1-0.8*v1(ip)));
            if 0.2*v1(ip)>v1(mi1)
                iv2=mi1+(abs((0.2*v1(ip)-v(mi1))/(v1(mi1+1)-v1(mi1))));
            else
                iv2=mi1-(abs((0.2*v1(ip)-v1(mi1))/(v1(mi1)-v1(mi1-1))));
            end
            if  0.8*v1(ip)>v1(mi2)
                iv8=mi2+(abs((0.8*v1(ip)-v(mi2))/(v1(mi2+1)-v1(mi2))));
            else
                iv8=mi2-(abs((0.8*v1(ip)-v(mi2))/(v1(mi2)-v1(mi2-1))));
            end
            plot(ip,v(ip),'x','Color',[0.2 0.3 1.0],'LineWidth',3,'MarkerSize',15)
```

```
            line([mi1 mi2],[v(mi1) v(mi2)],'LineWidth',2,'LineStyle',':','Color',[1.0 0.6 1.0]);
            line([iv2,iv8],[0.2*v1(ip),0.8*v1(ip)],'LineWidth',2,'LineStyle',':','Color',[0.0 0.8 0.0]);
            line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.8,v(ip)*0.8],'LineStyle',':','Color',[0.8 0.2 0.2]);
            line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.2,v(ip)*0.2],'LineStyle',':','Color',[0.8 0.2 0.2]);
            title(['Impacto Transiente:' fp{idx} ' Pé: Esquerdo' ' Passo:' sprintf('%d',idx2)]);
            r2=menu('Agora está Certo?','Sim, o Verde','Sim, o Rosa','Não');
            switch r2
               case 1

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).impacto.tpe(idx2,1)=(v(ip)*0.8-
v(ip)*0.2)/(iv8-iv2).*100;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpe(idx2,1)=((v(ip)-
v(1))/ip).*100;

               case 2

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).impacto.tpe(idx2,1)=(v(mi2)-v(mi1))/(mi2-
mi1).*100;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpe(idx2,1)=((v(ip)-
v(1))/ip).*100;

               case 3
                  pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).impacto.tpe(idx2,1)=nan;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpe(idx2,1)=nan;

            end
         case 4
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).impacto.tpe(idx2,1)=nan;
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpe(idx2,1)=nan;
            close(h)
            continue
      end
      close(h)
      h=figure('Color','w');
      axes1 = axes('Parent',h);
      xlim(axes1,[0 size(v,1)+1]);
      box(axes1,'on');
      hold(axes1,'all');
      plot(v,'LineWidth',3,'Color',[.8 .8 .8]); hold on
      plot(ip,v(ip),'x','Color',[0.2 0.3 1.0],'LineWidth',3,'MarkerSize',15)
      line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.8,v(ip)*0.8],'LineStyle',':','Color',[0.4 0.6 0.2]);
      line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.2,v(ip)*0.2],'LineStyle',':','Color',[0.4 0.6 0.2]);
      title('Impacto Transiente','FontSize',12,'FontName','Lucida Sans');
      xlabel('Apoio(s/100)');
      ylabel('Peso Corporal');
      switch r
         case 1
            line([iv2,iv8],[0.2*v1(ip),0.8*v1(ip)],'linewidth',3,'linestyle',':','color',[1.0 0.6 1.0]);
         case 2
            line([mi1 mi2],[v(mi1) v(mi2)],'linewidth',3,'linestyle',':','color',[1.0 0.6 1.0]);
```

```
            case 3
                if r2==1
                    line([iv2,iv8],[0.2*v1(ip),0.8*v1(ip)],'linewidth',2,'linestyle',':','color',[1.0 0.6 1.0]);
                elseif r2==2
                    line([mi1 mi2],[v(mi1) v(mi2)],'linewidth',3,'linestyle',':','color',[1.0 0.6 1.0]);
                else
                    close(h)
                    continue
                end
        end
        saveas(h,genvarname([fp{idx} 'E' idx2]),'png')
        close(h)
    end
end
for idx=1:size(fp,2)
    for
idx2=1:size(fieldnames(pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpd),1)/2
        v=pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).dados.tpd.(['passo'
num2str(idx2)])(:,1);
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).fmax.tpd(idx2,1)=max(v);
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tinst.tpd(idx2,1)=max(diff(v)).*100;
        h=figure('Color','w');
        axes1 = axes('Parent',h);
        xlim(axes1,[0 size(v,1)+1]);
        box(axes1,'on');
        hold(axes1,'all');
        plot(v,'LineWidth',3,'Color',[.8 .8 .8]); hold on
        ip=find(diff(diff(v)>0)==-1,1)+1;
        if ip<size(v,1)*0.3
            plot(ip,v(ip),'x','Color',[0.2 0.3 1.0],'LineWidth',3,'MarkerSize',15)
            v1=v(1:ip);
        else
            [m,ip]=max(v);
            v1=v(1:ip);
            [m,ip]=max(diff(v1));
            ip=ip+2;
            plot(ip,v(ip),'x','Color',[0.2 0.3 1.0],'LineWidth',3,'MarkerSize',15)
        end
        [m1,mi1]=min(abs(v1-0.2*v1(ip)));
        [m2,mi2]=min(abs(v1-0.8*v1(ip)));
        if 0.2*v1(ip)>v1(mi1)
            iv2=mi1+(abs((0.2*v1(ip)-v(mi1))/(v1(mi1+1)-v1(mi1))));
        else
            iv2=mi1-(abs((0.2*v1(ip)-v1(mi1))/(v1(mi1)-v1(mi1-1))));
        end
        if  0.8*v1(ip)>v1(mi2)
            iv8=mi2+(abs((0.8*v1(ip)-v(mi2))/(v1(mi2+1)-v1(mi2))));
        else
            iv8=mi2-(abs((0.8*v1(ip)-v(mi2))/(v1(mi2)-v1(mi2-1))));
        end
        line([mi1 mi2],[v(mi1) v(mi2)],'LineWidth',2,'LineStyle',':','Color',[1.0 0.6 1.0]);
        line([iv2,iv8],[0.2*v1(ip),0.8*v1(ip)],'LineWidth',2,'LineStyle',':','Color',[0.0 0.8 0.0]);
        line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.8,v(ip)*0.8],'LineStyle',':','Color',[0.8 0.2 0.2]);
```

```
        line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.2,v(ip)*0.2],'LineStyle',':','Color',[0.8 0.2 0.2]);
        title(['Impacto Transiente:' fp{idx} ' Pé: Direito' ' Passo:' sprintf('%d',idx2)]);
        r=menu('Está Certo?(linhas vermelhas representam 20% e 80% da magnitude do pico','O
impacto é a linha verde!','Melhor usar a linha rosa','Remarcar o pico!','Jogar fora a tentativa');
        switch r
           case 1
              pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpd(idx2,1)=(v(ip)*0.8-
v(ip)*0.2)/(iv8-iv2).*100;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).taxadecarga.tpd(idx2,1)=((v(ip)-
v(1))/ip).*100;

           case 2
              pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpd(idx2,1)=(v(mi2)-
v(mi1))/(mi2-mi1).*100;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).taxadecarga.tpd(idx2,1)=((v(ip)-
v(1))/ip).*100;
           case 3
              menu('Por favor marque o pico','Sim, Obrigado');
              [ip,pico]=ginput(1);
              ip=round(ip);
              v1=v(1:ip);
              close(h)
              h=figure('Color','w');
              axes1 = axes('Parent',h);
              xlim(axes1,[0 size(v,1)+1]);
              box(axes1,'on');
              hold(axes1,'all');
              plot(v,'LineWidth',3,'Color',[.8 .8 .8]); hold on
              [m1,mi1]=min(abs(v1-0.2*v1(ip)));
              [m2,mi2]=min(abs(v1-0.8*v1(ip)));
              if 0.2*v1(ip)>v1(mi1)
                 iv2=mi1+(abs((0.2*v1(ip)-v(mi1))/(v1(mi1+1)-v1(mi1))));
              else
                 iv2=mi1-(abs((0.2*v1(ip)-v1(mi1))/(v1(mi1)-v1(mi1-1))));
              end
              if  0.8*v1(ip)>v1(mi2)
                 iv8=mi2+(abs((0.8*v1(ip)-v(mi2))/(v1(mi2+1)-v1(mi2))));
              else
                 iv8=mi2-(abs((0.8*v1(ip)-v(mi2))/(v1(mi2)-v1(mi2-1))));
              end
              plot(ip,v(ip),'x','Color',[0.2 0.3 1.0],'LineWidth',3,'MarkerSize',15)
              line([mi1 mi2],[v(mi1) v(mi2)],'LineWidth',2,'LineStyle',':','Color',[1.0 0.6 1.0]);
              line([iv2,iv8],[0.2*v1(ip),0.8*v1(ip)],'LineWidth',2,'LineStyle',':','Color',[0.0 0.8 0.0]);
              line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.8,v(ip)*0.8],'LineStyle',':','Color',[0.8 0.2 0.2]);
              line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.2,v(ip)*0.2],'LineStyle',':','Color',[0.8 0.2 0.2]);
              title(['Impacto Transiente:' fp{idx} ' Pé: Direito' ' Passo:' sprintf('%d',idx2)]);
              r2=menu('Agora está Certo?','Sim, o Verde','Sim, o Rosa','Não');
              switch r2
                 case 1
```

```
pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).impacto.tpd(idx2,1)=(v(ip)*0.8-
v(ip)*0.2)/(iv8-iv2).*100;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpd(idx2,1)=nan;
                case 2

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).impacto.tpd(idx2,1)=(v(mi2)-v(mi1))/(mi2-
mi1).*100;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpd(idx2,1)=((v(ip)-
v(1))/ip).*100;
                case 3
                    pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).impacto.tpd(idx2,1)=nan;

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpd(idx2,1)=nan;
            end
        case 4
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).impacto.tpd(idx2,1)=nan;
            pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpd(idx2,1)=nan;
            close(h)
            continue
    end
    close(h)
    h=figure('Color','w');
    axes1 = axes('Parent',h);
    xlim(axes1,[0 size(v,1)+1]);
    box(axes1,'on');
    hold(axes1,'all');
    plot(v,'LineWidth',3,'Color',[.8 .8 .8]); hold on
    plot(ip,v(ip),'x','Color',[0.2 0.3 1.0],'LineWidth',3,'MarkerSize',15)
    line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.8,v(ip)*0.8],'LineStyle',':','Color',[0.4 0.6 0.2]);
    line([0 size(v,1)],[v(ip)*0.2,v(ip)*0.2],'LineStyle',':','Color',[0.4 0.6 0.2]);
    title('Impacto Transiente','FontSize',12,'FontName','Lucida Sans');
    xlabel('Apoio(s/100)');
    ylabel('Peso Corporal');
    switch r
        case 1
            line([iv2,iv8],[0.2*v1(ip),0.8*v1(ip)],'linewidth',3,'linestyle',':','color',[1.0 0.6 1.0]);
        case 2
            line([mi1 mi2],[v(mi1) v(mi2)],'linewidth',3,'linestyle',':','color',[1.0 0.6 1.0]);
        case 3
            if r2==1
                line([iv2,iv8],[0.2*v1(ip),0.8*v1(ip)],'linewidth',2,'linestyle',':','color',[1.0 0.6 1.0]);
            elseif r2==2
                line([mi1 mi2],[v(mi1) v(mi2)],'linewidth',3,'linestyle',':','color',[1.0 0.6 1.0]);
            else
                close(h)
                continue
            end
    end
    saveas(h,genvarname([fp{idx} 'D' idx2]),'png')
    close(h)
```

```
    end
end
clear idx idx2 npasso ip iv2 iv8 m m1 m2 mi1 mi2 v v1 y
%% Medias
for idx=1:size(fp,2)

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).fmax.tpe(end+1,1)=mean(pressao.(genv
arname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).fmax.tpe);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).tinst.tpe(end+1,1)=mean(pressao.(genva
rname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).tinst.tpe);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpe(end+1,1)=nanmean(pre
ssao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpe);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.tpe(end+1,1:4)=mean(pres
sao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.tpe);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.m1e(end+1,1:4)=mean(pr
essao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.m1e);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.m2e(end+1,1:4)=mean(pr
essao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.m2e);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.m3e(end+1,1:4)=mean(pr
essao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.m3e);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizmax.tpe(end+1,1:4)=mean(pressa
o.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizmax.tpe);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizmax.m1e(end+1,1:4)=mean(press
ao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizmax.m1e);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizmax.m2e(end+1,1:4)=mean(press
ao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizmax.m2e);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizmax.m3e(end+1,1:4)=mean(press
ao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizmax.m3e);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).fmax.tpd(end+1,1)=mean(pressao.(genv
arname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).fmax.tpd);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).tinst.tpd(end+1,1)=mean(pressao.(genva
rname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).tinst.tpd);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpd(end+1,1)=nanmean(pre
ssao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).taxadecarga.tpd);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.tpd(end+1,1:4)=mean(pres
sao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.tpd);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.m1d(end+1,1:4)=mean(pr
essao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match'))))).matrizintegral.m1d);
```

```
pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2d(end+1,1:4)=mean(pr
essao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2d);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3d(end+1,1:4)=mean(pr
essao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3d);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.tpd(end+1,1:4)=mean(pressa
o.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.tpd);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m1d(end+1,1:4)=mean(press
ao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m1d);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m2d(end+1,1:4)=mean(press
ao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m2d);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m3d(end+1,1:4)=mean(press
ao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m3d);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpe(end+1,1)=nanmean(pressao
.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpe);

pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpd(end+1,1)=nanmean(pressao
.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpd);
end
clear idx

%% Saída dos dados

saidac={'sujeito','lado  pe','força' 'força M1','força M2','força M3','área' 'area M1','area M2','area M3'...
   'pressão do pico' 'pressão do pico M1','pressão do pico M2','pressão do pico M3'...
   'pressão média' 'pressão média M1','pressão média M2', 'pressão média M3'...
   'impacto transiente' 'taxa de carga média' 'taxa de carga instantânea'...
   'força máxima' 'força máxima M1' 'força máxima M2' 'força máxima M3'};
for idx=1:size(fp,2)
   dados(idx*2-1:idx*2,1:23)=...
      [
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpe(end,1)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1e(end,1)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2e(end,1)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3e(end,1)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpe(end,2)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1e(end,2)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2e(end,2)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3e(end,2)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpe(end,3)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1e(end,3)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2e(end,3)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3e(end,3)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpe(end,4)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1e(end,4)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2e(end,4)...
      pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3e(end,4)...
```

```
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpe(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).taxadecarga.tpe(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tinst.tpe(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).fmax.tpe(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m1e(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m2e(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m3e(end,1);...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpd(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1d(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2d(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3d(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpd(end,2)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1d(end,2)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2d(end,2)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3d(end,2)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpd(end,3)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1d(end,3)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2d(end,3)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3d(end,3)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.tpd(end,4)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m1d(end,4)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m2d(end,4)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizintegral.m3d(end,4)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).impacto.tpd(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).taxadecarga.tpd(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).tinst.tpd(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).fmax.tpd(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m1d(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m2d(end,1)...
        pressao.(genvarname(cell2mat(regexp(fp{idx},'\w*','match')))).matrizmax.m3d(end,1)...
        ];
end
dados=num2cell(dados);
sujeitos=fp(round(0.5:0.5:size(fp,2)))';
ladope=repmat({'E';'D'},size(fp,2),1);
saida=[saidac;[sujeitos ladope dados]];
clear idx sujeito ladope dados saidac
%% Exportar
grupo=inputdlg('que grupo estou rodando?(o que for digitado será o nome da aba do excel)', 'escolher
nome da aba do excel');
warning off MATLAB:xlswrite:AddSheet
xlswrite('pedar.xls',saida,grupo{1,1});
save dados pressao
```

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasiliense de Corredores - ABC. Disponível na URL: http://www.abc.esp.br/index.php?conteudo=11&id=33. 2007. Acessado em 09/08/07.

Aldridge T. Diagnosing heel pain in adults. Am Fam Phys. 2004;70(2): 332-8.

Alvarez-Nemegyei J and Canoso JJ. Heel pain: diagnosis and treatment, step by step. Cleve Clin J Med 2006;73(5): 465-71.

Andriacchi TP, Ogle JA and Galante JO. Walking speed as a basis for normal and abnormal gait measurements. J Biomech 1977;10(4): 261-8.

Aquino A and Payne C. Function of the plantar fascia. The foot 1999;9: 73-78.

Barrett SJ and O'Malley R. Plantar fasciitis and other causes of heel pain. Am Fam Physician 1999;59(8): 2200-6.

Bedi HS and Love BR. Differences in impulse distribution in patients with plantar fasciitis. Foot Ankle Int 1998;19(3): 153-6.

Boozer MH, Finch A and Waite LR. Investigation of the relationship between arch height and maximum pronation angle during running. Biomed Sci Instrum.2002;38: 203-7.

Breit GA and Whalen RT. Prediction of human gait parameters from temporal measures of foot-ground contact. Med Sci Sports Exerc 1997;29(4): 540-7.

Buchbinder R. Clinical practice. Plantar fasciitis. N Engl J Med 2004;350(21): 2159-66.

Burns J, Crosbie J, Hunt A and Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. Clinical Biomechanics 2005;20: 877-882.

Campbell-Giovaniello KJ. Clinical snapshot: plantar fasciitis. American Journal of Nursing 1997;97(9): 38-39.

Cavanagh P and Rodgers M. The arch index: A useful measure from footprints. J Biomech. 1987;20: 547-551.

Cavanagh PR. The biomechanics of lower extremity action in distance running. Foot Ankle 1987;7(4): 197-217.

Cavanagh PR and Lafortune MA. Ground reaction forces in distance running. J Biomech 1980;13(5): 397-406.

Chandler TJ and Kibler WB. A biomechanical approach to the prevention, treatment and rehabilitation of plantar fasciitis. Sports Med 1993;15(5): 344-52.

Chang R, Kent-Braun JA and Hamil J. Use of MRI for volume estimation of tibialis posterior and plantar intrinsic foot muscles in healthy and chronic plantar fasciitis limbs. Clinical Biomechanics 2012;27: 500-505.

Cheung JT, Zhang M and An KN. Effects of plantar fascia stiffness on the biomechanical responses of the ankle-foot complex.Clin Biomech (Bristol, Avon) 2004;19(8): 839-46.

Chia KK, Suresh S, Kuah A, Ong JL, Phua JM and Seah AL. Comparative trial of the foot pressure patterns between corrective orthotics,formthotics, bone spur pads and flat insoles in patients with chronic plantar fasciitis. Ann Acad Med Singapore 2009;38(10): 869-75.

Chuckpaiwong B, Nunley JA, Mall NA and Queen RM. The effect of foot type on in-shoe plantar pressure during walking and running. Gait Posture 2008;28(3): 405-11.

Clement DB, Taunton JE, Smart GW and McNicol KL. A survey of overuse running injuries. Phys Sports Med. 1981;9(5): 47-58.

Cole C, Seto C and Gazewood J. Plantar fasciitis: evidence-based review of diagnosis and therapy. Am Fam Physician 2005;72(11): 2237-42.

Cornwall MW and McPoil TG. Plantar fasciitis: etiology and treatment. J Orthop Sports Phys Ther 1999;29(12): 756-60.

Cornwall MW and McPoil TG. Influence of rearfoot postural alignment on rearfoot motion during walking. . The foot 2004;14(3): 133-38.

Cralley JC, Schuberth JM and Fitch KL. The deep band of the plantar aponeurosis of the human foot. Anat Anz 1982;152(2): 189-197.

Crowell HP, Milner CE, Hamill J and Davis IS. Reducing Impact Loading During Running With the Use of Real-Time Visual Feedback. J Orthop Sports Phys Ther 2010;40(4): 206-213.

De Wit B, De Clercq D and Aerts P. Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. J Biomech 2000;33(3): 269-78.

DeLeo AT, Dierks TA, Ferber R and Davis IS. Lower extremity joint coupling during running: a current update. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2004;19(10): 983-91.

Duffey MJ, Martin DF, Cannon DW, Craven T and Messier SP. Etiologic factors associated with anterior knee pain in distance runners. Med Sci Sports Exerc 2000;32(11): 1825-32.

Dylevsky I. Connective tissues of the hand and foot. [Review]. Acta Univ Carol Med Monogr 1988;127: 5-195.

Eng JJ and Pierrynowski MR. The effect of soft foot orthotics on three-dimensional lower-limb kinematics during walking and running. Phys Ther 1994;74(9): 836-44.

Erdemir A, Hamel AJ, Fauth AR, Piazza SJ and Sharkey NA. Dynamic loading of the plantar aponeurosis in walking. Journal of Bone Joint Surgery America 2004;86A: 546-552.

Fong DT, Pang KY, Chung MM, Hung AS and Chan KM. Evaluation of combined prescription of rocker sole shoes and custom-made foot orthoses for the treatment of plantar fasciitis. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2012;In press.

Giddings VL, Beaupre GS, Whalen RT and Carter DR. Calcaneal loading during walking and running. Med Sci Sports Exerc 2000;32(3): 627-34.

Gill LH. Plantar fasciitis: diagnosis and conservative management J Am Acad Orthop Surg 1997;5: 109-117.

Grasel RP, Schweitzer ME, Kovalovich AM, Karasick D, Wapner K, Hecht P*, et al.* MR imaging of plantar fasciitis: edema, tears, and occult marrow abnormalities correlated with outcome. AJR Am J Roentgenol. 1999 173(3): 699-701.

Griffith JF, Wong SM and Li EK. Ultrasound evaluation of plantar fasciitis. . Scand J Rheumatol 2001;30: 176-177.

Gupta S, Maman P and Sandhu JS. The relationship between forefoot, midfoot and rearfoot static alignment in painfree and painful hell in athletes. Serb J Sports Sci 2008;2(3): 67-74.

Hicks J. The foot as a support. Acta Anat 1955;25: 34-45.

Hicks JH. The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. J Anat 1954;88(1): 25-30.

Hintermann B and Nigg BM. Pornation in runners. Implications for injuries. Sports Med. 1998;26(3): 169-176.

Hohmann E, Wortler K and A.B. I. MR imaging of the hip and knee before and after marathon running. Am J Sports Med. 2004;32(1): 55-59.

Honga Y, Wang L, Li JX and Zhoua JHZ. Comparison of plantar loads during treadmill and overground running. J Sci Med Sport. 2012;15(6): 554-560.

Hreljac A. Impact and overuse injuries in runners. Med Sci Sports Exerc 2004;36(5): 845-9.

Huang YC, Wang LY and WANG HC. The relationship between the flexible flafoot and plantar fasciitis ultrasonographic evaluotion. Chang Gung Med J 2004;27: 443-448.

Imamura M, Imamura S, Carvalho AE, Mazagao RA, Cassius DA and AA F. Plantar fasciitis: a new treatment approach. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2003;84(9): E4.

Irving DB, Cook JL and Menz HB. Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review. J Sci Med Sport 2006;9(1-2): 11-22; discussion 23-4.

Jamali B, Walker M, Hoke B and Echternach J. Windlass taping technique for synptomatic relief of plantar fasciitis J Sport Rehabil 2004;13: 228-243.

Jensen MP, Karoly P and Braver S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. Pain 1986;27(1): 117-26.

Kane D, Greaney T, Shanahan M, Duffy G, Bresnihan B, Gibney R*, et al.* The role of ultrasonography in the diagnosis and management of idiopathic plantar fasciitis. Rheumatology 2001;40: 1002-1008.

Karr SD. Subcalcaneal heel pain. Orthop Clin North Am 1994;25(1): 161-75.

Katoh Y, Chao EY, Morrey BF and Laughman RK. Objective technique for evaluating painful heel syndrome and its treatment. Foot Ankle 1983;3(4): 227-37.

Kaya BK. Plantar fasciitis in athletes. J Sport Rehabil 1996;5: 305-320.

Kelly AJ, Wainwright AM and Winson IG. Plantar pressures are normal in plantar fasciitis. Foot Dis 1995;11(2): 129-132.

Kibler WB, Goldberg C and Chandler TJ. Functional biomechanical deficits in running athletes with plantar fasciitis. Am J Sports Med 1991;19(1): 66-71.

Kitaoka HB, Luo ZP and An KN. Mechanical behavior of the foot and ankle after plantar fascia release in the unstable foot. Foot Ankle Int 1997;18(1): 8-15.

Kitaoka HB, Luo ZP and An KN. Effect of plantar fasciotomy on stability of arch of foot. Clin Orthop Relat Res 1997a;(344): 307-12.

Klein SE, Dale AM, Hayes MH, Johnson JE, McCormick JJ and Racette BA. Clinical Presentation and Self-Reported Patterns of Pain and Function in Patients with Plantar Heel Pain. Foot & Ankle International 2012;33(9): 693-698.

Kogler GF, Solomonidis SE and Paul JP. Biomechanics of longitudinal arch support mechanisms in foot orthoses and their effect on plantar aponeurosis strain. Clinical Biomechanics 1996;11(5): 243-252.

Kosmahl EM and Kosmahl HE. Painful Plantar Heel, Plantar Fasciitis, and Calcaneal spur: Etiology and Treatment. J Orthop Sports Phys Ther 1987;9(1): 17-24.

Krivickas L. Anatomical factors associated with overuse sports injuries. . Sports Medicine 1997;24(2): 132-146.

Kwong PK, Kay D, Voner RT and White MW. Plantar fasciitis. Mechanics and pathomechanics of treatment. Clin Sports Med 1988;7(1): 119-26.

Landorf KB, Keenan AM and RD. H. What type of orthosis is most effective in treating chronic plantar fasciitis? Clin J Sport Med. 2007;17(3): 227-228.

Landorf KB, Keenan AM and Herbert RD. Orthotics not effective for plantar fasciitis. J Family Practice 2006;55(10): 844.

Laurino CFS, Lopes AD, Mano KS, Cohen M and Abdallas RJ. Lesões músculoesqueléticas no atletismo. Rev Bras Ortop. 2000;35(9): 364-368.

League AC. Current concepts review: plantar fasciitis. Foot Ankle Int.2008;29(3): 358-66.

Lee SY and Hertel J. Effect of static foot alignment on plantar-pressure measures during running. J Sport Rehabil. 2012 21(2): 137-43.

Lee SY, Hertel J and Lee SC. Rearfoot eversion has indirect effects on plantar fascia tension by changing the amount of arch collapse. Foot & Ankle International 2010;20(2-3): 64-70.

Lees A, Lake M and Klenerman L. Shock absorption during forefoot running and its relationship to medial longitudinal arch height. Foot Ankle Int. 2005;26(12): 1081-8.

Lemont H, Ammirati KM and Usen N. A Degenerative Process (Fasciosis) Without Inflammation. JAPMA 2003;93(3): 234-237.

Liddle D, Rome K and Howe T. Vertical ground reaction forces in patients with unilateral plantar heel pain - a pilot study. Gait Posture 2000;11(1): 62-6.

Lopes AD, Junior LCH, Yeung SS and Costa LOP. What are the Main Running-Related Musculoskeletal Injuries? A Systematic Review. Sports Med. 2012;42(10): 891-905.

Lynch DM, Goforth WP, Martin JE, Odom RD, Preece CK and Kotter MW. Conservative treatment of plantar fasciitis. A prospective study. J Am Podiatr Med Assoc 1998;88(8): 375-80.

Lysholm J and Wiklander J. Injuries to runners. Am J Sports Med 1987;15(2): 168-171.

Maffulli N, Binfield PM, Moore D and King JB. Surgical decompression of chronic central core lesions of the achilles tendon. The American Journal of Sports Medicine 1999;27(6): 747-52.

Mahowald S, Legge BS and Grady JF. The correlation between plantar fascia thickness and symptoms of plantar fasciitis. J Am Podiatr Med Assoc.2011;101(5): 385-389.

Mall NA, Mack Hardaker W, J.A.; N and Queen RM. The reliability and reproducibility of foot type measurements using a mirrored foot photo box and digital photography compared to caliper measurements. Journal of Biomechanics 2007;40: 1171-1176.

Marsico V, Moretti B, Patella V, De Serio S and Simone C. Analisi baropodometrica Del passo in soggetti sani anziani Ed in pazienti gonartrosici prima e dopo intervento di artroprotesi di ginocchio. G Ital Med Lav Erg 2002;24(1): 72-83.

McClay I and Manal K. A comparison of three-dimensional lower extremity kinematics during running between excessive pronators and normals. Clin Biomech (Bristol, Avon) 1998;13(3): 195-203.

McPoil TG, Martin RL, Cornwall MW, Wukich DK, Irrgang JJ and Godges JJ. Heel pain--plantar fasciitis: clinical practice guildelines linked to the international classification of function, disability, and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. J Orthop Sports Phys Ther 2008;38(4): A1-A18.

Messier SP and Pittala KA. Etiologic factors associated with selected running injuries. Med Sci Sports Exerc 1988;20: 501-505.

Michelson JD. Heel pain: when is it plantar fasciitis? J Musculoskelet Med 1995;12: 22-26.

Milner CE, Ferber R, Pollard CD, Hamill J and Davis IS. Biomechanical factors associated with tibial stress fractures in female runners. Med Sci Sports Exerc. 2006;38: 323-328.

Mitchell IR, Meyer C and Krueger WA. Deep fascia of the foot. Anatomical and clinical considerations. [Review]. J Am Podiatr Med Assoc. 1991;81(7): 373-8.

Moss CL. Taping for Excessive Pronation: Reverse 8-Stirrup. J Athl Train 1992;27(1): 85-87.

Munro CF, Miller DI and Fuglevand AJ. Ground reaction forces in running: a reexamination. J Biomech 1987;20(2): 147-55.

Nakhaee Z, Rahimi A, Abaee M, Rezasoltani A and Kalantari KK. The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. Foot (Edinb). 2008;18(2): 84-90.

Nigg BM. Biomechanics of running shoes (1986), Champaign: Human Kinetics.

Nigg BM. The role of impact forces and foot pronation: a new paradigm. Clin J Sport Med 2001;11(1): 2-9.

Novacheck TF. The biomechanics of running. Gait Posture 1998;7(1): 77-95.

O'Malley MJ, Page A and Cook R. Endoscopic plantar fasciotomy for chronic heel pain. Foot Ankle Int 2000;21(6): 505-10.

Paluska SA. An overview of hip injuries in running. Sports Med 2005;35(11): 991-1014.

Pavan PG, Stecco C, Darwish S, Natali AN and R. DC. Investigation of the mechanical properties of the plantar aponeurosis. Surg Radiol Anat. 2011;33(10): 905-11.

Pohl MB, Hamil J and I.S. D. Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. Clin J Sport Med 2009;19(5): 372-376.

Prichasuk S and Subhadrabandhu T. The relationship of pes planus and calcaneal spur to plantar heel pain. Clin Orthop Relat Res 1994;(306): 192-6.

Puttaswamaiah P and Chandran P. Degenerative plantar fasciitis: A review of current concepts The Foot 2007);17: 3-9.

Rano JA, Fallet LM and Savoy-Moore RT. Correlation of heel pain with body mass index and other characteristics of heel pain J Foot Ankle Surg 2001;40: 351-356.

Rasch P. Cinesiologia e anatomia aplicada (1991) Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.

Ribeiro AP, Tombini-Souza F, Iunes DH and Monte Raso VV. Confiabilidade inter e intra-examinador da fotopodometria e intra-examinador da fotopodoscopia. Rev Bras Fisioter 2006;10: 435-439.

Ribeiro AP, Trombini-Souza F, Tessutti V, Rodrigues LF, Sacco IC and João SM. Rearfoot alignment and medial longitudinal arch configurations of runners with symptoms and histories of plantar fasciitis. Clinics (Sao Paulo). 2011;66(6): 1027-33.

Riddle DL, Pulisic M, Pidcoe P and Johnson RE. Risk factors for Plantar fasciitis: a matched case-control study. J Bone Joint Surg Am 2003;85-A(5): 872-7.

Riddle DL and Schappert SM. Volume of ambulatory care visits and patterns of care for patients diagnosis with plantar fasciitis: a national study of doctors. Foot Ankle Int. 2004;25(5): 303-310.

Rome K. Anthropometric and biomechanical risk factors in the development of plantar heel pain: a review of the literature. Phys Ther Rev. 1997;2(3): 123-134.

Rome K, Campbell R, Flint A and Hasiock I. Heel Pad Thickness - A Contributing Factor Associated with Plantar Heel Pain in Young Adults. Foot & Ankle International 2002;23(2): 142-7.

Rome K, Howe T and Haslock I. Risk factors associated with the development of plantar heel pain in athletes. The foot 2001;11(3): 119-125.

Ross M. Use of the tissue stress model as a paradigm for developing an examination and management plan for a patient with plantar fasciitis. J Am Podiatr Med Assoc 2002;92: 499-506.

Roxas M. Plantar fasciitis: diagnosis and therapeutic consideration. Alternative Medicine Review. 2005;10(2): 83-93.

Sacco IC, Picon AP, Ribeiro AP, Sartor CD, Camargo-Junior F, Macedo DO*, et al.* Effect of image resolution manipulation in rearfoot angle measurements obtained with photogrammetry. Braz J Med Biol Res. 2012;45(9): 806-10.

Sahin N, Ozturk A and Atici T. Foot mobility and plantar fascia elasticity in patients with plantar fasciitis. Acta Orthop Traumatol Turc 2010;44(5): 385-391.

Sarrafian SK. Functional characteristics of the foot and plantar aponeurosis under tibiotalar loading. Foot Ankle 1987;8(1): 4-18.

Schepsis AA, Leach RE and Gorzyca J. Plantar fasciitis. Etiology, treatment, surgical results, and review of the literature. Clin Orthop Relat Res 1991;(266): 185-96.

Shama SS, Kominsky SJ and Lemont H. Prevalence of non-painful heel spur and its relation to postural foot position. J Am Podiatry Assoc 1983;73(3): 122-3.

Shane SS and Draper DO. A modified low-dye taping technique to support the medial longitudinal arch and reduce excessive pronation. J Athl Train 1995;30(3): 266-268.

Singh D, Angel J, Bentley G and Trevino SG. Fortnightly review. Plantar fasciitis. Bmj 1997;315(7101): 172-5.

Sneyers CJ, Lysens R, Feys H and Andries R. Influence of malalignment of feet on the plantar pressure pattern in running. Foot Ankle Int 1995;16(10): 624-32.

Stacoff A, Reinschmidt C, Nigg BM, Van Den Bogert AJ, Lundberg A, Denoth J*, et al.* Effects of shoe sole construction on skeletal motion during running. Med Sci Sports Exerc 2001;33(2): 311-9.

Stergiou N and Bates BT. The relation between subtalar and knee joint function as a possible mechanism for running injuries. . Gait and Posture 1997;6(3): 177-185.

Stergiou N, Bates BT and James SL. Asynchrony between subtalar and knee joint function during running. Med Sci Sports Exerc 1999;31(11): 1645-1655.

Stergiou N, Bates BT and Kury MJ. Subtalar and Knee joint interaction during running at various stride lengths. . J Sports Med Phys Fitnees 2003;43(3): 319-326.

Taunton JE, Clement DB and McNicol K. Plantar fasciitis in runners. Can J Appl Sport Sci 1982;7(1): 41-4.

Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR and Zumbo BD. Plantar fasciitis: a retrospective analysis of 267 cases. . Physical Therapy in Sport 2002a;3(2): 57-65.

Taunton JE, Ryan MB, Clement DB, McKenzie DC, Lloyd-Smith DR and Zumbo BD. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. Br J Sports Med 2002b;36(2): 95-101.

Tessutti V (2008). Dsitribuição dinâmica de sobrecargas no pé durante a corrida em diferentes pisos. Departamento de Fisioterapia. São Paulo, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado: 104.

Tessutti V, Trombini-Souza F, Ribeiro AP, Nunes AL and Sacco ID. In-shoe plantar pressure distribution during running on natural grass and asphalt in recreational runners. J Sci Med Sport 2008.

Tessutti V, Trombini-Souza F, Ribeiro AP, Nunes AL and Sacco ID. In-shoe plantar pressure distribution during running on natural grass and asphalt in recreational runners. J Sci Med Sport 2010;13(1): 151-155.

Teyhen DS, Stoltenberg BE, Collinsworth KM, Giesel CL, Williams DG, Kardouni CH*, et al.* Dynamic plantar pressure parameters associated with static arch height index during gait. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2009;24(4): 391-6.

Thijs Y, De Clercq D, Roosen P and Witvrouw E. Gait-related intrinsic risk factors for patellofemoral pain in novice recreational runners. Br J Sports Med 2008;42(6): 466-71.

Thordarson DB, Hedman T and Lundquist D. Effect of calcaneal osteotomy and plantar fasciotomy on arch configuration in a flat model. Foot Ankle Int 1998;19: 374-378.

Tillman MD, Fiolkowski P, Bauer JA and Reisinger KD. In-Shoe Plantar Measurements during Running on Different Surfaces: Changes in Temporal and Kinetic Parameters. Sports Engineering 2002;5: 121-128.

Tisdel CL, Donley BG and Sferra JJ. Diagnosing and treating plantar fasciitis: a conservative approach to plantar heel pain. Cleve Clin J Med 1999;66(4): 231-5.

Trombini-Souza F, Ribeiro A, Iunes D and Monte Raso V. Correlação entre as estruturas dos membros inferiores. Revista Fisioterapia e Pesquisa 2009;16(3): 20-30.

Van Gent RN, Siem D, van Middelkoop M, van Os AG, Bierma-Zeinstra SM and Koes KW. Incidence and determinants of lower extremetiy runnig injures in long distance runners a systematic review. Br J Sports Med 2007 2007;41(8): 469-480.

Van Middelkoop M, Kolkman J, Van Ochten J, Bierma-Zeinstra SM and Koes BW. Risk factors for lower extremity injuries among male marathon runners. Scand J Med Sci Sports. 2008;18(6): 691-697.

Viel E. A marcha humana, a corrida e o salto.(2001) São Paulo, Manole.

Viel E and Esnault M. The effect of increased tension in the plantar fascia: a biomechanical analysis. Physiother Theory Pract 1989;5: 69-73.

Warren BL. Anatomical factors associated with predicting plantar fasciitis in long-distance runners. Med Sci Sports Exerc 1984;16(1): 60-3.

Warren BL. Plantar fasciitis in runners. Treatment and prevention. Sports Med 1990;10(5): 338-45.

Warren BL and Jones CJ. Predicting plantar fasciitis in runners. Med Sci Sports Exerc 1987;19(1): 71-3.

Wearing SC, Smeathers JE, Sullivan PM, Yates B, Urry SR and Dubois P. Plantar fasciitis: are pain and fascial thickness associated with arch shape and loading? Phys Ther 2007;87(8): 1002-8.

Wearing SC, Smeathers JE and Urry SR. The effect of plantar fasciitis on vertical foot-ground reaction force. Clin Orthop Relat Res 2003;(409): 175-85.

Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR, Hennig EM and Hills AP. The pathomechanics of plantar fasciitis. Sports Med 2006;36(7): 585-611.

Wegener C, Burns J and Penkala S. Effect of neutral-cushioned running shoes on plantar pressure loading and comfort in athletes with cavus feet: a crossover randomized controlled trial. Am J Sports Med 2008;36(11): 2139-46.

Weist R, Eils E and Rosenbaum D. The influence of muscle fatigue on electromyogram and plantar pressure patterns as an explanation for the incidence of metatarsal stress fractures. Am J Sports Med 2004;32(8): 1893-8.

Whittle MW. Generation and attenuation of transient impulsive forces beneath the foot: a review. Gait and Posture 1999;10 264-275.

Wiegerinck JI, Boyd J, Yoder JC, Abbey AN, Nunley JA and Queen RM. Differences in plantar loading between training shoes and racing flats at a self-selected running speed. Gait Posture 2009;29(3): 514-9.

Williams DS, Davis IM, Scholz JP, Hamill J and Buchanan TS. High-arched runners exhibit increased leg stiffness compared to low-arched runners. Gait Posture. 2004;19(3): 263-9.

Williams DS, McClay IS, J. H and Buchanan TS. Lower Extremity Kinematic and Kinetic Differences in Runners With High and Low Arches. Journal of Applied Biomechanics 2001;17: 153-163.

Young CC, Rutherford DS and Niedfeldt MW. Treatment of plantar fasciitis. American Family Physician 2001;63(3): 467-474.