

**COLÉGIO SANTA CATARINA**

**ADAPTAÇÃO DE CALÇADOS PARA PESSOAS COM DISMETRIA**  
**Um estudo de panorama e desenvolvimento de protótipo**

**Novo Hamburgo, RS**

**2023**



Gabriel Ferreira

Lucas Bernardes de Lima

Melissa Oliveira Westhauser

Me. Marcelo Araújo Machado

## **ADAPTAÇÃO DE CALÇADOS PARA PESSOAS COM DISMETRIA**

### **Um estudo de panorama e desenvolvimento de protótipo**

Relatório apresentado à 7ª FEMIC - Feira  
Mineira de Iniciação Científica.

Orientação do Prof. Me. Marcelo Araújo  
Machado

**Novo Hamburgo, RS**

**2023**



## RESUMO

As particularidades físicas dos indivíduos, ainda que recebam certa consideração em determinados meios, no contexto da ampla sociedade, demonstram-se invisibilizadas e constantemente não atendidas. Nessa conjuntura, enfoca-se, neste estudo, a área de adaptação de calçados para pessoas com dismetria dos membros inferiores, mal que ocasiona diferença de comprimento entre as pernas de um indivíduo e é capaz de prejudicar ou impossibilitar a sua marcha, denotando grandes impactos em suas cotidianidades. Identificou-se que, através da criação de uma sola adaptável, acessível e passível de ser alterada à medida que o óbice desenvolve-se, o problema poderia ser auspiciosamente endereçado; o desenvolvimento da pesquisa voltou-se, pois, a essa abordagem. Por meio das metódicas de caráter intervencionista, pesquisas para entender o panorama das considerações de usuários a respeito da adaptação de calçados, entrevistas com profissionais nas áreas de sapataria e adequação para pessoas com dismetria, suplementarmente com o contato e auxílio de desenvolvimento de uma empresa especializada em modelagem e trabalho com calçados em 3D, ideou-se e modelou-se um protótipo de sola acoplável ao calçado que conjuga acessibilidade, inclusão e capacidade de adaptação, propiciando uma maior autodeterminação por parte do utente. O protótipo foi analisado quanto à segurança, ao material e à facilidade de uso e, a partir dos resultados, desenvolvem-se, até o momento, novos modelos que melhor se adequem à necessidade do usuário e às premissas do projeto. O modelo atual consiste de solas de diferentes espessuras com sulcos e cristas que encaixam-se lateralmente, combinando-se e equivalendo à diferença de comprimento que se pretendia compensar inicialmente. O copolímero Acrilonitrila butadieno estireno (ABS) foi testado e apresentou resultados insatisfatórios; atualmente, organiza-se a impressão de partes do modelo no termoplástico PETG para posterior avaliação do funcionamento dos encaixes.

**Palavras-chave:** acessibilidade, adaptação, dismetria, impressão 3D, protótipo



## ABSTRACT

The physical particularities of individuals, even if they receive some consideration in certain environments, in the context of the wider society, are demonstrated to be invisible and constantly unattended. Within this conjuncture, this study focuses on the area of adaptation of footwear for people with dysmetria of the lower limbs, a disease that causes a difference in length between an individual's legs and is capable of impairing or making it impossible for them to walk, denoting great impacts on their daily lives. It was identified that by creating an adaptable, accessible and changeable sole as the condition develops, the problem could be auspiciously addressed; The development of the research therefore turned to this approach. Through interventionist methods, research to understand the panorama of user considerations regarding the adaptation of footwear, interviews with professionals in the areas of shoemaking and adaptability for people with dysmetria, supplementally with the contact and development assistance of a company specialized in modeling and working with shoes in 3D, a prototype of a sole attachable to footwear that combines accessibility, inclusion and adaptability, providing greater self-determination on the part of the user was idealized and modeled. The prototype was analyzed for safety, material and facility of use and, based on the results, new models that better suit the user's needs and the project's premises have been developed so far. The current model consists of soles of different thicknesses with grooves and ridges that connect laterally, combining and equalling to the difference in length that was initially intended to be compensated. The copolymer Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) was tested and showed unsatisfactory results; currently, the printing of parts of the model in the thermoplastic PETG is being organized for later evaluation of the functionality of the ridges.

**Keywords:** adaptation, accessibility, dysmetria, 3D printing, prototype



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	10
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	10
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	10
<b>3 DISMETRIA</b> .....	11
<b>3.1. Abrangência da condição</b> .....	11
<b>3.2. Classificações</b> .....	11
<b>3.3. Causas</b> .....	11
<b>3.4. Manifestações</b> .....	12
<b>3.5. Diagnóstico</b> .....	12
<b>3.6. Tratamento</b> .....	12
<b>4 A MODA ACESSÍVEL E A ADAPTAÇÃO DE CALÇADOS</b> .....	14
<b>4.1. Moda inclusiva</b> .....	14
<b>4.2. A moda acessível de sapatos</b> .....	15
<b>4.3. A moda na adaptação de sapatos ortopédicos</b> .....	15
<b>4.4. O que fazem os portadores de doenças físicas</b> .....	16
<b>5 IMPRESSÃO 3D E MATERIAIS UTILIZADOS</b> .....	17
<b>5.1. Materiais utilizados na impressão</b> .....	17
5.1.1. ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno).....	17
5.1.2. PLA (Poli Ácido Lático).....	17
5.1.3. PET (Polietileno Tereftalato).....	17
5.1.4. PC (Policarbonato).....	18
5.1.5. Fibras de carbono.....	18
5.1.6. Nylon .....	18
<b>6 METODOLOGIA</b> .....	19



<b>6.1. Entrevista</b> .....	19
6.1.1. Perguntas.....	19
6.1.2. Respostas .....	20
<b>6.2. Desenvolvimento do protótipo</b> .....	23
6.2.1. Desenvolvimento inicial .....	23
6.2.2. Desenvolvimento intermediário.....	24
6.2.3. Desenvolvimento atual .....	32
<b>7 RESULTADOS</b> .....	35
<b>7.1. Protótipo - primeiro</b> .....	35
<b>7.2. Protótipo - segundo</b> .....	38
<b>7.3. Protótipo – terceiro</b> .....	40
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	43
<b>8.1. Discussões específicas</b> .....	44
8.1.1. Quanto à atenção e acessibilidade de tratamento contra a problemática .....	44
8.1.2. Quanto à dismetria e ao acometido por ela.....	44
8.1.3. Quanto à moda acessível e a impressão 3D.....	45
8.1.4. Quanto à construção do protótipo .....	45
8.1.5. Quanto às dificuldades.....	45
8.1.6. Quanto à adição ao campo de estudo.....	46
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	47
<b>ANEXO A</b> .....	49
<b>ANEXO B</b> .....	50



## 1 INTRODUÇÃO

A adaptação de calçados para pessoas com algum tipo de deficiência caracteriza-se como a alteração em aspectos específicos ou, em certos casos, gerais, de um calçado, a fim de torná-lo utilizável e confortável para o sujeito que apresenta alguma condição que altere sua dinâmica de marcha, dificultando-a ou impossibilitando-a.

Segundo o Censo de 2010, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de cinco milhões de pessoas possuem deficiência física do aparelho locomotor. No cenário contemporâneo, o setor de adaptação de calçados para pessoas com deficiência apresenta-se insuficiente no que tange à disponibilidade e oferecimento de serviços e alternativas satisfatórias aos usuários, sendo, por muitas vezes, inalcançável para a população afetada: desde a indisponibilidade de sapateiros ou empresas que atendam os indivíduos com necessidade da adequação dos seus pertences até o geralmente dispendioso e, pois, segregacionista processo, vários são os obstáculos encontrados.

A partir da análise das causas das condições e doenças que podem levar à dismetria, diferença no comprimento das pernas, aliada à investigação da variedade de alternativas de ajuda aos afetados, e a constatação de um cenário deficitário, percebeu-se a necessidade de uma intervenção e questionou-se: como desenvolver uma sola de calçado ajustável, de fácil produção e acesso?

Conjecturou-se que, através da construção de uma base de conhecimento sobre o assunto de adaptação de sapatos, da ideação de um protótipo de sola com o auxílio de profissionais das áreas de sapataria e adaptação de objetos para pessoas com deficiência, aliadamente ao entendimento das dificuldades físicas, consequências mentais e considerações pessoais que elementos acometidos portam a respeito das alternativas disponibilizadas para eles e à construção de um modelo físico do protótipo, o desenvolvimento de uma sola acoplável, acessível e ajustável tornar-se-ia possível, de modo a satisfazer efetivamente as necessidades dessas pessoas.

O projeto se trata de uma pesquisa aplicada, a qual apresenta uma abordagem quantitativa voltada à produção da sola e, pois, de caráter aplicado quanto aos objetivos e de caráter intervencionista e experimental quanto aos procedimentos técnicos. Para



atingi-los, pesquisou-se sobre a heterometria, sobre o panorama da adaptação de vestuário para pessoas com deficiência e sobre materiais, polímeros, utilizados na impressão 3D, visando à busca de um material ideal. Aditivamente, realizaram-se entrevista com sapateiros ambientados na adaptação de calçados para pessoas com dismetria e contatos com a empresa Perini 3D, especializada em abordagem 3D para construção de partes ou totalidades de calçados, desenvolvendo, assim, um protótipo de sola com adaptação gradativa e agradável ao usuário.

Na primeira seção, introdutória, fornecem-se informações, de maneira breve, sobre o que tange às problemáticas de pesquisa do trabalho, às hipóteses e à metodologia.

Na segunda seção, dos objetivos, mencionam-se os objetivos guiadores das práticas de pesquisa adotadas durante a realização do projeto, ainda em andamento.

No terceiro capítulo, busca-se apresentar informação a respeito da abrangência, classificações, etimologia, manifestações, diagnóstico e tratamento da dismetria, realizando uma análise de sua estruturação.

No quarto capítulo, introduz-se uma revisão relativa ao cenário da moda adaptável no contexto brasileiro, seu alcance e desenvolvimento, assim como o posicionamento da pessoa com deficiência diante do cenário, parte integral de sua vida.

No quinto capítulo, faz-se uma listagem e breve descrição de alguns dos materiais utilizados no processo de impressão 3D e suas propriedades, parte primordial para o sucesso de adaptação da sola.

Nas subseções da seção “Metodologia”, descrevem-se: a) Entrevista - o processo e os objetivos das perguntas feitas aos sapateiros entrevistados ao longo da entrevista realizada no dia 4 de julho de 2022 na sapataria “Sapataria Central”, em Novo Hamburgo; b) Desenvolvimento do protótipo – os processos de desenvolvimento do protótipo (ideação, modelagem, correções, etc.), delineando as linhas de raciocínio e contatos associados à sua criação cronologicamente.

Na seção “Resultados”, comenta-se objetivamente sobre os aspectos associados às duas versões desenvolvidas do protótipo, bem como sobre possibilidades de aperfeiçoamento e as relações interprotótipos.





Na seção “Discussão” e nas suas subsequentes subseções, retomam-se os aspectos pilares e direcionadores do projeto e seus objetivos, analisando seus andamentos até o momento, bem como as dificuldades enfrentadas e planos futuros.



## 2 OBJETIVOS

Nesta seção, discutir-se-ão os objetivos norteadores do projeto, fundamentadores das metodologias escolhidas.

### 2.1 Objetivo geral

Idear e conceber, através da análise lógica das pesquisas realizadas, das entrevistas conduzidas e de processos de ideação originais, um modelo acessível, adaptável e acoplável de sola externa ao calçado a servir de tecnologia de auxílio no tratamento e mitigação dos efeitos da dismetria.

### 2.2 Objetivos específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica a fim de entender as bases da adaptação de calçados e conduzir entrevistas visando compreender o panorama do serviço na região (cidade de Novo Hamburgo e arredores), com enfoque principal na adequação direcionada à dismetria;
- Idear um protótipo de sola acoplável através do contato com fisioterapeutas e sapateiros, atribuindo ao modelo características essenciais mencionadas por eles;
- Construir (imprimir) um protótipo físico do modelo com o uso de equipamentos próprios para o objetivo, como impressoras 3D e ferramentas de acabamento;
- Aperfeiçoar ambos o modelo e o protótipo físico realizando testagens de facilidade de uso, segurança e praticidade;
- Efetuar as testagens do modelo escolhido com um grupo seletivo de pessoas acometidas pela dismetria, seguindo as normas de segurança vigentes.



### **3 DISMETRIA**

Frequentemente endereçada como síndrome da perna curta, a dismetria/heterometria é caracterizada pela diferenciação ou disparidade dos comprimentos dos membros inferiores de um indivíduo, derivada de alterações estruturais ou anatômicas dos referidos membros, bem como de posturas viciadas, sendo a diferença de até alguns centímetros.

#### **3.1. Abrangência da condição**

De acordo com Santilli et al. (2009), a heterometria está presente, em algum grau, em cerca de 70% da população adulta mundial. Todavia, as diferenças entre 0,5 e 1,5 cm, maioria, são praticamente imperceptíveis e normais e, em princípio, não devem ocasionar nenhum quadro clínico preocupante (KRAUSE, Romeu, 2017). As diferenças acima do referido intervalo, entretanto, podem vir a ocasionar diversos problemas à saúde do indivíduo afetado e são, portanto, o foco de atuação do presente trabalho.

#### **3.2. Classificações**

A divisão e classificação dos casos de heterometria são feitas pautadas na origem do óbice: estrutural ou funcional (aparente). A primeira consiste na constatação de uma real discrepância no comprimento do(s) osso(s) de um membro quando feita a comparação com o outro; a segunda, todavia, identifica-se quando não há diferença no comprimento do(s) osso(s) de uma perna, mas há uma diferença, aparente, originada por outro fator, como desnível de quadril, por exemplo. Há, igualmente, a classificação em níveis de disparidade: discreta, menor que três centímetros; moderada, entre três e seis centímetros; e grave, maior que seis centímetros. O encurtamento é considerado como deficiência acima de quatro centímetros.

#### **3.3. Causas**

As causas da dismetria são diversas. Entre as principais, figuram traumas e infecções em placas do crescimento, fraturas ósseas, deformidades ósseas, alterações de

ordem degenerativa, escoliose (causando mudança no posicionamento do quadril), desequilíbrios e encurtamentos musculares, fatores genéticos, entre outras causas, inclusive idiopáticas (hipo ou hiperplasia unilateral - aumento de células em órgão ou em tecido).

### **3.4. Manifestações**

Conforme Fukuda (2021), fisioterapeuta e especialista em reabilitação musculoesquelética, a manifestação da condição ocorre de diferentes formas entre diferentes indivíduos, mas são recorrentes dores na coluna e na lombar, dificuldades e/ou impedimento da marcha, escoliose (compensatória), claudicação, fascite plantar, dores nos pés por sobrecarga, pronação excessiva dos pés (compensatória), síndrome do trato iliotibial (causa dores no quadril e/ou joelho), entre outros. Imagem ilustrativa no ANEXO A (página 49).

### **3.5. Diagnóstico**

O diagnóstico é feito com base no relato do paciente sobre sintomas relacionados e através da observação e avaliação física, além de, se preciso, exames de imagem, como a escanometria óssea, e exames físicos com o uso de fita métrica.

### **3.6. Tratamento**

O tratamento da heterometria pode ser conduzido de diversas maneiras. A fisioterapia está geralmente presente no processo, uma vez que suas técnicas possibilitam o alongamento de músculos que se encontravam encurtados, fator que pode agravar a diferença de comprimento entre as pernas. Técnicas de liberação da fáscia muscular e de analgesia, como a técnica TENS (*Transcutaneous electrical nerve stimulation* - estimulação nervosa elétrica transcutânea) também tendem a ser muito profícuas. Em caso de perna curta aparente, pilates e RPG (Reeducação Postural Global) apresentam-se como alternativas expoentes à melhora do alinhamento corporal e, conseqüentemente, de possíveis dores relacionadas. Órteses também podem ser utilizadas.

Em casos nos quais a diferença de comprimento é de até dois centímetros, podem-se utilizar também palmilhas específicas para alinhamento do comprimento dos



membros inferiores. Acima de dois centímetros, podem ser feitas alterações nas solas de sapatos, visando à compensação da diferença; essas alterações, contudo, nem sempre se mostram viáveis e/ou acessíveis. Imagens ilustrativas disponíveis no ANEXO B (página 50).

Com discrepância de comprimento acima de dois centímetros e caracterizado com heterometria estrutural, o paciente é fortemente indicado ao procedimento cirúrgico. Entre os mais realizados, estão: epifisiodesse (em crianças), encurtamentos tibiais e femorais e alongamentos agudos e graduais.



## 4 A MODA ACESSÍVEL E A ADAPTAÇÃO DE CALÇADOS

Muito mais do que uma vestimenta, moda significa uma maneira ou costume mais predominante em um determinado grupo, em um determinado momento. Tendo em vista que pessoas com algum tipo de deficiência ou com mobilidade reduzida têm necessidades diferentes, algumas marcas brasileiras entendem a importância de desenvolver roupas que facilitem a vivência diária dessas pessoas, com visual bonito, pois consideram que elas também possuem personalidade e estilos próprios, como os demais.

### 4.1. Moda inclusiva

Mesmo que o assunto seja pouco debatido a nível mundial e nacional, a moda inclusiva se apresenta atualmente com grandes avanços no mercado brasileiro. Embora ainda com dificuldades, a vestimenta de roupas adaptáveis se encontra em marcas inovadoras e funcionais, como, por exemplo: Adapt&, que busca primeiramente abraçar pessoas com diversos tipos de deficiência. Analogamente, marcas como Adapwear, Aria, Lado B e Equal carregam o objetivo de produzir peças para além da anatomofuncionalidade, também evidenciando os pilares do conforto, acessibilidade e estilo.

Nesse contexto, Rebeca Costa, palestrante, influenciadora de moda adaptada e portadora de nanismo, menciona, ao ser questionada sobre sua visão a respeito do que acredita faltar no mercado da moda inclusiva, um relato das percepções extraídas de suas vivências:

“acredito que falta estudo, dinâmica e discernimento do que é moda inclusiva. Somos inclusos já, mas precisamos ser vistos e abraçados de fato, sem estação temporária. Pois a moda tem a ver com se sentir livre e do seu jeito. Sem deixar o seu eu de lado para se encaixar em um padrão.” (COSTA, Rebeca, 2021).

Através do fragmento, evidencia-se a necessidade da ampliação de projetos que considerem as necessidades integrais e identidade dos indivíduos com algum tipo de deficiência.



#### **4.2. A moda acessível de sapatos**

Ao abordar a temática “moda inclusiva e acessível”, deduz-se a diminuição na demanda de consumidores em relação aos demais, já que muitos ainda representam uma parcela reduzida da população. Porém, a procura de empresas que se preocupam com a adaptação de sapatos para pessoas portadoras de deficiência motora são menores ainda, já que a demanda por esse serviço é pequena, ainda que existente. Conclui-se que a falta de serviços e acessibilidade na área de adaptação de calçados é maior do que na de vestuários inclusivos.

#### **4.3. A moda na adaptação de sapatos ortopédicos**

A dificuldade de unir acabamento estético e conforto em calçados para deficientes físicos é contumaz, principalmente em calçados próprios para esses usuários: os sapatos ortopédicos. A partir de visitas em sites e comunidades de redes sociais, é possível perceber a dificuldade e a indignação de clientes em saciar as suas necessidades com este tipo de produto, pois muitas vezes os modelos não agradam os clientes, nem fazem jus a suas respectivas personalidades e gostos. Além disso, o valor alto desestimula muitas vezes os compradores.

Nessa circunstância, o relato de Degmar Teodoro Silva Camargos, publicado em um notícia sobre a tese “*Design de Calçados para pessoas com deficiência física: Prazeres do belo e do conforto*”, de autoria de Mariana Rachel Roncoletta, para a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, traduz as problemáticas supracitadas:

“eu tenho sequela de poliomielite, um pé 33 outro 36, um salto, quatro centímetros mais alto. Na minha cidade, Uberlândia MG não encontro nenhum sapateiro que faça calçado que me dê conforto e estabilidade para andar. O único que fazia e ficava bom, agora não quer mais fazer, alega que meus calçados o cansam muito. Já propus a ele até pagar o valor de dois pares, sendo que ele faria só um par. Mesmo assim ele disse não. Estou quase sem poder andar a pé por falta de calçado mais confortável [...]”. (CAMARGOS, Degmar Teodoro Silva, 2014).



#### **4.4. O que fazem os portadores de doenças físicas**

Em muitos casos, os portadores de deficiências físicas optam por comprar sapatos comuns e adaptá-los às suas necessidades. Entretanto, clínicas ortopédicas costumam ter preços bastante elevados para a realização desta operação, tendo como solução a modificação de seus sapatos em sapateiros tradicionais. Todavia, o resultado nem sempre sai como esperado, já que grande parte dos sapateiros não é profissional na área ortopédica. O descontentamento do produto final é recorrente, visto que, usualmente, resulta em consumidores frustrados e ainda com suas necessidades não atendidas propriamente.





## **5 IMPRESSÃO 3D E MATERIAIS UTILIZADOS**

A impressão 3D é o processo de construção de objetos 3D físicos a partir de arquivos digitais. A criação de objetos impressos em 3D é conseguida através de processos aditivos. Durante as etapas aditivas, os objetos são criados depositando camadas sucessivas de um determinado material até que o objeto final seja criado. Cada uma dessas camadas pode ser vista como uma seção transversal cortada horizontalmente.

### **5.1. Materiais utilizados na impressão**

Os polímeros, popularmente chamados de plásticos, são peças-chave nas fabricações de peças e objetos. No ramo da impressão 3D, sua utilização é diversa e parte substancial do desenvolvimento de projetos. A lista de materiais utilizados no processo de impressão 3D é vasta. Com uma grande variedade de alternativas, podem-se selecionar materiais de impressão 3D específicos para o melhor desempenho do objetivo em questão. Entre os principais, citam-se alguns abaixo.

#### **5.1.1. ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno)**

É um dos polímeros mais economicamente viáveis, sendo derivado do petróleo. É o mesmo plástico utilizado para a fabricação das peças de Lego, muito resistente a altas temperaturas e bastante barato. Apresenta-se disponível em numerosas variedades de cores.

#### **5.1.2. PLA (Poli Ácido Láctico)**

É um novo tipo de material biodegradável feito a partir de material de amido, fornecido por recursos vegetais renováveis (como o milho). O PLA é considerado mais fácil de ser utilizado como filamento em comparação com a maioria dos outros materiais. A impressão, contudo, não dura muito tempo e tem uma baixa resistência à água.

#### **5.1.3. PET (Polietileno Tereftalato)**



É um dos materiais mais utilizados no mundo para impressões 3D. Uma de suas aplicabilidades mais comuns é na produção de garrafas de plástico (garrafas PET). Possui um acabamento brilhante, flexível e forte, sendo reciclável, mas possuindo grande tempo de decomposição.

#### 5.1.4. PC (Policarbonato)

É um material termoplástico estável, de alta resistência à temperatura, ao impacto e à curvatura. Apresenta-se utilizável para fins domésticos ou até mesmo em veículos, possuindo uma cor branca e sendo 60% mais forte que o material ABS.

#### 5.1.5. Fibras de carbono

A fibra de carbono utilizada para a impressora 3D é bastante resistente a altas temperaturas, tendo uma grande estabilidade de processamento. É utilizada nas indústrias de bicicletas e aeronáutica, pois consiste em um material leve, porém com muita resistência.

#### 5.1.6. Nylon

É um polímero com boa flexibilidade, boa resistência ao calor e possui um peso leve. As cores não são tão amplas como o ABS e o PLA; existem, entretanto, formas de pinturas, como spray, corrente de mergulho, entre outras.



## 6 METODOLOGIA

Nas seguintes subseções, discorrer-se-ão sobre todas as etapas, desconsiderando o referencial teórico, adotadas para a ideação do projeto, construção do rascunho de um possível protótipo, aperfeiçoamentos e circunstâncias atuais.

### 6.1. Entrevista

Em 4 de julho de 2022, foi feita uma entrevista com os sapateiros Marcos Rieck e Ricardo, especialistas em técnicas de adaptação de sapatos e componentes da sapataria “Sapataria Central”, no centro da cidade de Novo Hamburgo, visando à coleta de informações sobre a caracterização dos processos de adaptação de solas de calçados de pessoas que possuem um grau de dismetria que exige compensação, bem como um panorama da situação dessas e as dificuldades que encontram para encontrar um lugar que as atenda. A abordagem constituiu-se de nove perguntas-chave, portadoras da essência do que se pretendia desenvolver, a sola adaptável, e entender, os cuidados na hora da adaptação, a partir do encontro.

#### 6.1.1. Perguntas

(1) *Quais são os aspectos analisados durante a adaptação da sola de um calçado?*

(2) *Quais são, geralmente, as diferenças de comprimento atendidas por vocês?*

(3) *Como são medidas as diferenças? No local (sapataria) ou através de exames designados por orientação médica?*

(4) *Quais os cuidados tidos na hora de escolher o material para utilizar na adaptação da sola?*

(5) *Quanto, em média, ficam os valores dessas adaptações?*



*(6) Há calçados que apresentam obstáculos na hora de sua adaptação? Quais são essas dificuldades?*

*(7) Quantas pessoas, em média, com problemas de diferença no comprimento das pernas, já foram atendidas aqui?*

*(8) Quantas pessoas vocês consideram que façam esse trabalho de adaptação de solas na cidade?*

*(9) Como é feita a divulgação desse trabalho de adaptação? Através de médicos somente ou também por outros meios?*

#### 6.1.2. Respostas

À primeira pergunta, os entrevistados apontaram que analisam e ponderam sobre o material que será utilizado, a pisada e a diferença entre os comprimentos, objetivando traçar estratégias que tornem a adaptação o menos perceptível possível, atuando também na área mental dos afetados pelo problema, que muitas vezes sentem-se julgados ao andar pela rua. Salientaram que, caso ocorra algum desconforto, a sola é ajustada até adequar-se satisfatoriamente e que a ponta e planta da sola devem estar niveladas ou, se necessário, minimamente desemparelhadas. A essa diferença de nivelamento, dá-se o nome de “drop”. O objetivo da pergunta era entender como se pensa a adaptação, a fim de aplicar no desenvolvimento do protótipo.

À segunda pergunta, Marcos e Ricardo relataram já terem atendido diferenças de até oito centímetros entre uma perna e outra, mas não evidenciaram a faixa média de diferenças de comprimento. Apontou-se que, para diminuir o peso da sola adaptada, furos são feitos no meio do material, chamados rouba-pesos (foto a seguir), assim facilitando a caminhada do usuário. O objetivo da pergunta era definir uma faixa média à qual a sola adaptável conseguiria atender.



Rouba-pesos utilizados em solas adaptadas. Fonte: Autores, 2022.

À terceira pergunta, responderam que as medidas são geralmente feitas pelos médicos e a adaptação é feita através de laudo fornecido; todavia, se necessário, a medição pode ser feita no local e adequada de acordo com a necessidade do paciente, sendo o ajuste feito em milímetros, garantindo maior precisão. O objetivo da pergunta era compreender como se consideram as medidas na hora de adaptar uma sola.

À quarta pergunta, mencionaram utilizar um tipo de EVA (Etileno Acetato de Vinila) denso, mas leve, evitando que o material abaixe rápido demais devido ao peso da pessoa, o que ocorreria com o EVA normal, por ser muito macio, e acabe diminuindo a altura da sola e tornando-a inutilizável por não mais suprir a diferença entre os comprimentos das pernas. O objetivo da pergunta era ajudar na escolha de um dos polímeros para ser utilizado na impressão 3D, apresentados previamente (capítulo 2).

À quinta pergunta, citaram situações que já chegaram a custar mais de R\$ 600,00, mas apontaram que o valor médio não chega a tanto, ficando por volta, dependendo da adaptação necessária, de R\$ 300,00. O objetivo da pergunta era inferir uma faixa de preço média para essas adaptações, intentando ficar abaixo dela e tornar a sola mais acessível.

À sexta pergunta, declararam que calçados feitos com tecidos sintéticos e com solas bem coladas acabam rasgando na hora da adaptação, sendo necessárias estratégias mais complexas e complicadas para fazer uma adaptação segura. O objetivo da pergunta era identificar possíveis dificuldades na hora de idealizar a sola acoplável e adaptável.

À sétima pergunta, os sapateiros estipularam que, nos cerca de doze anos pelos quais a sapataria tem estado aberta, acreditam ter atendido por volta de vinte a trinta pessoas com problemas de dismetria. É válido explicitar que, por parte desse período, a



sapataria não atendia esses tipos de caso. São utilizados, para a adaptação, formas de números que as pessoas calçam, facilitando o processo e garantindo que o calçado se adeque (fotos abaixo). O objetivo da pergunta era entender quantas pessoas conseguem, em média, ter acesso a esse tipo de serviço.



Forma para tênis tamanho 41. Fonte: Autores, 2022.



Formas para tênis e sapato tamanho 41. Fonte: Autores, 2022.

À oitava pergunta, replicaram que só conhecem uma outra pessoa que faça um trabalho parecido e com qualidade. O objetivo da pergunta era entender quantas pessoas, aproximadamente, sofrem com a heterometria e, suplementarmente, a dificuldade de achar profissionais que possam auxiliá-las nesse processo de adequação de calçados.

À nona pergunta, alegaram que a divulgação é feita por médicos que conhecem seu trabalho e no sistema “cliente-cliente”, ou seja, indicações de um cliente para outro. O objetivo da pergunta era entender como é feita a divulgação do serviço e, a partir de tal, compreender se o conhecimento da existência desse tipo de adaptação é altamente restrito ou abrangente.

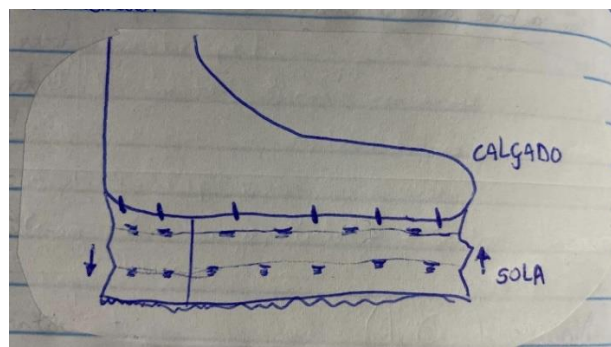
Ante as informações obtidas, pode-se conjecturar que o conhecimento a respeito do serviço de adaptação, dada a limitação de sua divulgação, é restrito e que os valores são, para as amplas massas, relativamente altos, além da certa exclusividade do serviço a determinados centros da cidade. Adicionalmente, as respostas servem como base sólida para a idealização de um protótipo de sola acoplável e adaptável, auxiliando na escolha do material a ser utilizado, na definição do design, no controle do peso e na fixação da sola acoplável à sola original.

## 6.2. Desenvolvimento do protótipo

Nesta subseção, será abordada, em ordem cronológica, a trajetória de desenvolvimento do protótipo: ideias, reuniões, visitas a especialistas, entre outros.

### 6.2.1. Desenvolvimento inicial

Em primeiro momento, no início do desenvolvimento do estudo, trabalhou-se com a possibilidade de fazer uma sola acoplável em sistema de sanfona, que pudesse abrir e fechar de acordo com a necessidade do utente, mas, por questões de segurança e praticidade, a hipótese de uma solução como essa foi descartada. Imagem representativa em foto abaixo.



Sola com sistema de adaptação em sanfona (ideia descartada). Fonte: Autores, 2022.

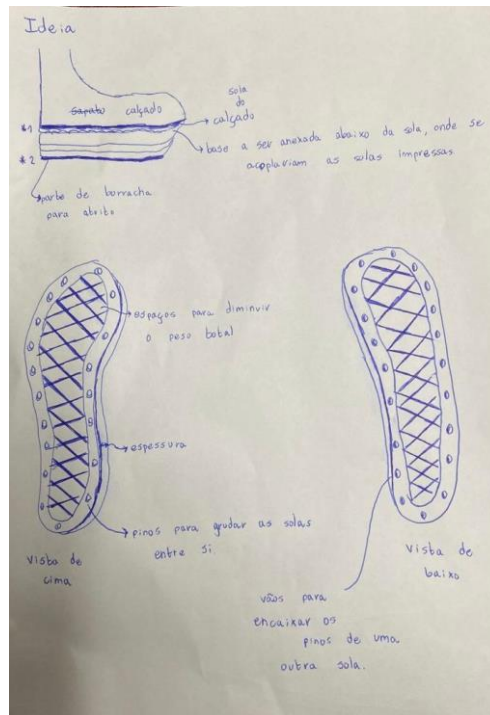


A partir das informações obtidas através da entrevista com os sapateiros Marcos e Ricardo, conjuntamente com o conhecimento do grupo a respeito do assunto, ampliado pelas pesquisas teóricas, iniciaram-se as etapas de ideação e desenvolvimento do protótipo.

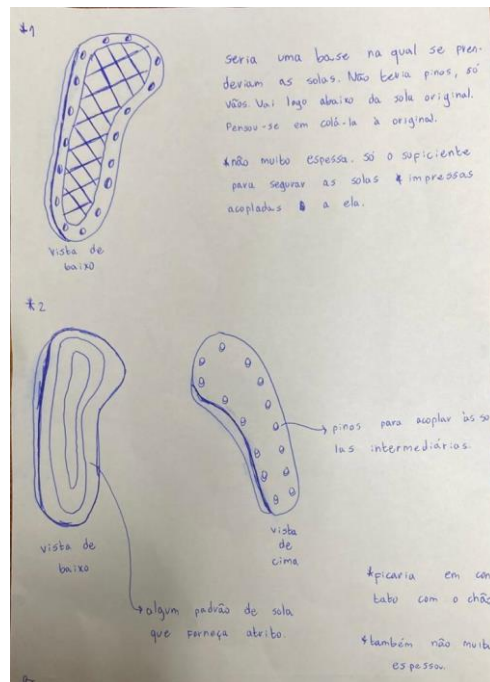
#### 6.2.2. Desenvolvimento intermediário

Considerando a ideia de acessibilidade e a necessidade de um produto acoplável e de fácil ajuste, inicialmente pensou-se em fazer solas independentes que poderiam ser adicionadas umas às outras através de um sistema análogo às peças de Lego, permitindo encaixe e desencaixe fáceis e adequáveis tanto ao calçado quanto ao grau do problema e suas variabilidades ao longo do tempo. O atrito seria fornecido por uma sola com camada de borracha que ficaria por baixo das outras. O acoplamento ao calçado far-se-ia através da colagem de uma sola inicial, apical, somente disponível para acoplamento de outras na face inferior (parte de baixo), à sola original. As solas, impressas através de impressão 3D, possuiriam rouba-pesos já em sua estrutura, diminuindo assim o peso total das solas intermediárias que viriam entre a sola original e a sola de borracha. Suplementarmente, menciona-se que as solas impressas cobririam inteiramente a sola original. Os polímeros considerados ideais para a impressão da sola, devido às suas propriedades, foram, em primeiro momento, o ABS e o PC. O desenho do protótipo, para fins de maior entendimento, pode ser encontrado a seguir. As solas seriam disponibilizadas em conjuntos de seis, contendo diferentes espessuras para atender o maior número de diferenças possível.





Rascunho da ideiação do protótipo de sola adaptável. Fonte: Autores, 2022.



Continuação do rascunho do protótipo de sola adaptável, evidenciando as solas superior e inferior. Fonte: Autores, 2022.



Após a ideação das partes que comporiam o todo da sola acoplável e adaptável, buscou-se parceria para realizar a modelagem 3D, desenvolvimento do protótipo e resolução de pormenores, visando tornar a sola o mais segura possível.

Contatou-se, em 8 de julho de 2022, a empresa Perini 3D, especialista no ramo de impressão 3D e voltada para modelagem ou confecção de calçados inteiros a partir da referida tecnologia. Através de reunião, realizada no dia 12 de julho, foi discutida, juntamente à empresa, uma parceria para prototipação e colocação do projeto em prática, embarcando auxílio de desenvolvimento e sugestão de novas perspectivas ao projeto. Durante o encontro, foram revistas as esquemáticas da sola e propuseram-se novas medidas, objetivando conferir mais segurança e capacidade de adaptação: o acoplamento da sola seria possivelmente feito através de um esquema de rebites aderidos à sola original, evitando que ocorra um possível descolamento da sola adaptada e posterior acidente relacionado a fragilidades do produto; o material ainda estava em discussão, mas flutuava entre ABS e algum outro polímero flexível, ou ambos, combinados; as solas foram divididas, sendo parte para a estrutura anterior e parte para a estrutura posterior da sola original, deixando um pequeno vão entre as duas, mas possibilitando que as peças possam ser utilizadas em mais de um calçado, gerando maior capacidade de adaptação; os rouba-pesos foram retirados para que a sola possa manter-se firme e para que não deforme com impacto. Imagens da modelagem do protótipo encontram-se na subseção “Protótipo – primeiro” da seção “RESULTADOS”.

Através de outra reunião, realizada no dia 15 de agosto de 2022, optara-se por utilizar o alumínio como material dos rebites e da chapa que prende as solas impressas à original, e o ABS como polímero de impressão para as solas intermediárias e para a apical inferior.

A sola foi impressa em resina, para fins demonstrativos e de análise superficial, no dia 15 de setembro de 2022 (processo de impressão e anexação ao tênis em fotos a seguir). O projeto foi apresentado ao público geral pela primeira vez durante a Mostra Multidisciplinar, realizada nas instalações do Colégio Santa Catarina, em Novo Hamburgo, nos dias 16 e 17 de setembro de 2022. Os retornos dos visitantes foram positivos. Analisou-se a sugestão provida por um dos avaliadores: a possível utilização de materiais de mais rápida biodegradação. O projeto foi, então, selecionado para



exposição na Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia, MOSTRATEC, ocorrida na cidade de Novo Hamburgo, entre os dias 24 e 28 de outubro de 2022.



Máquina em que se inicia a impressão do protótipo. Fonte: Perini 3D, 2022.



Peças (solas) diretamente após saírem da máquina de impressão: em seguida, realiza-se um processo de limpeza e cura das partes. Fonte: Perini 3D, 2022.



Inicia-se o processo de retirada dos pinos que envolvem as peças. Fonte: Perini 3D, 2022.



Realizam-se os processos de acabamento das partes. Fonte: Perini 3D, 2022.



Processo de ar, responsável por retirar poeiras aderidas às peças. Após, inicia-se a pintura. Fonte: Perini 3D, 2022.



Acabamento final das solas (foto posterior à pintura). Fonte: Perini 3D, 2022.



Processo de aparafusamento da chapa apical (em resina), fixando-a à sola original do calçado. Feito manualmente com auxílio da ferramenta Chave Phillips. O parafuso, no protótipo, é utilizado no lugar do rebite. Fonte: Autores, 2022.



Chapas apicais (em resina) parafusadas à sola original. Fonte: Autores, 2022.



Esquema de solas impressas físicas, aderidas ao calçado original. Imagem do protótipo em demonstração.

Não utilizável. Fonte: Autores, 2022.

Na MOSTRATEC, o projeto foi visitado por pessoas que são acometidas pela condição de dismetria, além de alguns especialistas nas áreas de impressão 3D e Saúde, e pelo público em geral. As trocas de experiência foram muito significativas e despertaram novas possibilidades. Entre as sugestões, elencaram-se aplicativos de personalização das solas e outras alternativas de materiais para emprego, além do ABS. Simultaneamente, o projeto foi avaliado por cientistas do Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos (IBTeC). Entre apontamentos, os avaliadores puseram à disposição seus conhecimentos e os laboratórios do Instituto para que seja feita a testagem prática do produto, aperfeiçoando e corrigindo suas características, de modo a atingir seu máximo potencial.

Em 23 de março de 2023, a sola foi impressa no polímero Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS). Perceberam-se dois pontos a serem corrigidos: o encaixe do sistema de Lego entre a chapa apical superior e a sola intermediária, que estava frouxo e não exercia a função de segurar o conjunto total de solas propriamente; e a adição de uma camada de borracha à sola apical inferior, que fica em contato com o chão.

Em 30 de janeiro de 2023, visitou-se a sede do IBTeC com o propósito de conhecer os laboratórios que serão empregados na testagem do protótipo: Físico-Mecânico e Biomecânico. Durante a visita guiada, sugeriu-se brevemente a possibilidade da utilização de pregos em vez de rebites. A ideia está sendo analisada, visto que amplia ainda mais o leque de acessibilidade possível de se ofertar.



Objetivando o conserto das irregularidades do protótipo impresso em ABS, marcou-se uma nova reunião com a empresa Perini 3D no dia 15 de fevereiro de 2023. Durante a reunião, após análise e debate, decidiu-se por mudar o formato dos encaixes: não mais semelhantes a um Lego, mas estruturas de formato cilíndrico duplo que são conectadas deslizando lateralmente as solas entre si; desse modo, os riscos de uma desconexão vertical são resumidos a zero, pois não há como as solas caírem. A chapa apical superior foi substituída por uma sola apical superior. Os espaços para colocação de rebites/pregos foram redistribuídos pelo contorno superior da referida sola apical superior, permitindo uma fixação mais eficiente.

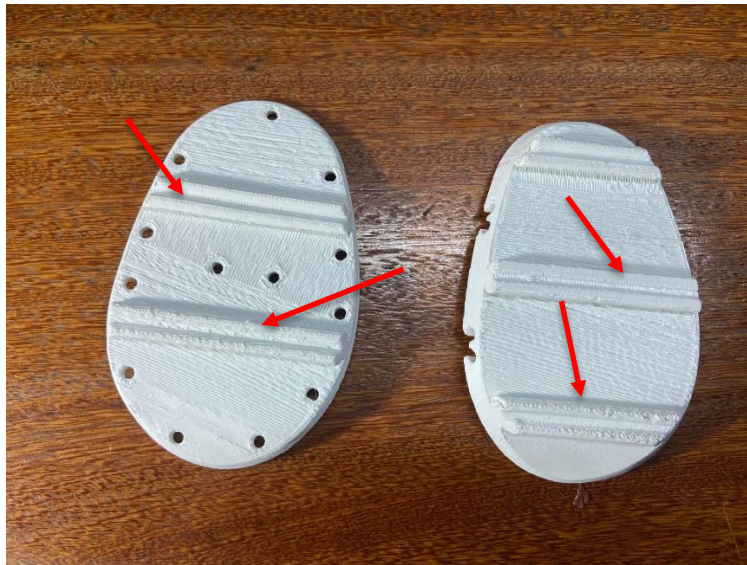
Consoante à moda inclusiva, o segundo conjunto de solas ganhou um aspecto mais estilizado, potenciando a aceitação do calçado. Este modelo do protótipo pode ser conferido nas fotos da subseção “Protótipo – segundo” da seção “RESULTADOS”.

Esteve em discussão a utilização de um polímero semelhante em comportamento à borracha, de modo que não fosse necessário adicionar uma fina camada de borracha à sola apical inferior, que contata com o chão. O material seria capaz de, em si, fornecer a resistência/aderência necessária para evitar deslizamentos.

### 6.2.3. Desenvolvimento atual

Após a impressão do segundo modelo em ABS, analisou-se que os novos encaixes de formato cilíndrico duplo não estavam funcionais, pois o alto nível de detalhamento do modelo digital impedia a sua impressão, majoritariamente por questões de finalização — físicas — das impressoras e da qualidade do polímero utilizados. Confira a seguir o modelo impresso.





Solas impressas pertencem ao conjunto do segundo modelo do protótipo. A textura serrilhada resultante (evidenciada pelas flechas vermelhas) impede o deslizamento horizontal, responsável pelo encaixe lateral.

Fonte: Autores, 2023.

À luz dessa percepção, contactou-se a empresa Perini 3D e sugeriu-se a alteração dos encaixes cilíndricos duplos por encaixes de formato prisma triangular, formado por linhas retas, assim facilitando a impressão e fornecendo um acabamento mais satisfatório: um terceiro modelo.

O construção do terceiro modelo foi efetuada e foi feita a sua impressão em ABS. Percebeu-se que a rigidez do termopolímero utilizado causou o destacamento de uma das estruturas prismas triangulares de sua base durante a tentativa de encaixe lateral (foto abaixo).



Solas impressas. Encaixe destacado durante a tentativa de encaixe lateral evidenciado. Fonte: Autores, 2023.



À face disso, optou-se por testar outro polímero, mais flexível: PETG. A sugestão desse material foi feita durante o período de avaliações do trabalho na 21ª Edição da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE) por uma doutoranda em Terapia Ocupacional que trabalha com impressões 3D.

A impressão do terceiro modelo em PETG está sendo organizada e deve acontecer no início de novembro de 2023.



## 7 RESULTADOS

Nesta seção, discutir-se-ão, de maneira objetiva e sem detalhamentos de percurso, os dois protótipos atualmente criados, fundamentados nas observações coletadas através dos veículos teóricos e das experiências de campo.

### 7.1. Protótipo - primeiro

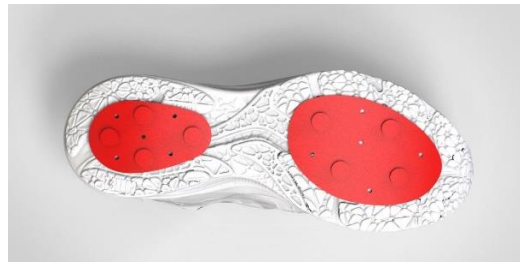
Conjecturado posteriormente à visita aos sapateiros Marcos e Ricardo, o referido modelo foi assertivo ao unir a estratégia de adaptação exterior à parte interna do calçado, de modo a ser acoplado abaixo da sola original do produto o qual se pretende adaptar, necessidade percebida conforme as dificuldades encontradas pelo integrante Lucas, antigo portador de dismetria.

Após contato com a empresa Perini 3D e reuniões destinadas ao debate sobre o projeto, a retirada dos rouba-pesos demonstrou-se vantajosa, garantindo a integridade do protótipo e não influenciando significativamente no aumento de seu peso, haja vista que o processo de impressão em si deixa lacunas internas que já funcionam como redutores de peso. A forma mais curvada do protótipo foi capaz de proporcionar uma sensação de maior fluidez e naturalidade à pegada.

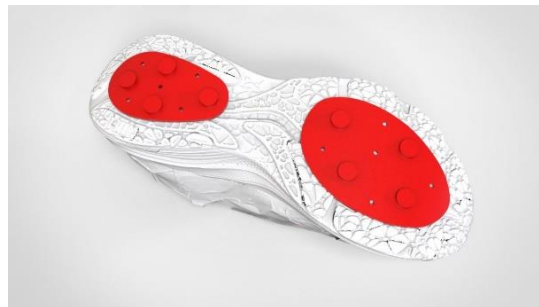
Os encaixes em Lego demonstraram-se funcionais em alguns pontos, como quanto à facilidade de conexão, mas evidenciaram a necessidade de melhora em outros: encaixes mais firmes e sem risco de desconexão e posterior possível acidente derivado.

A separação em dois polos, de modo que o contorno total do calçado não fosse rigorosamente obedecido, anunciou-se basal para garantir a acoplabilidade a vários calçados, uma das aspirações fundamentadoras do projeto, auxiliando na redução de custos. Calçados de mesmo tamanho/tipo e mesma categoria podem trocar entre si o conjunto prototipado de solas.

A aderência ao chão, necessária para evitar resvalos, mostrou-se insuficiente somente com ABS. Seria necessária a adição de uma camada de borracha à sola final, que fica em contato com o chão. Confira o protótipo nas fotos a seguir.



Visão inferior da sola apical que será acoplada à original. Fonte: Perini 3D, 2022.



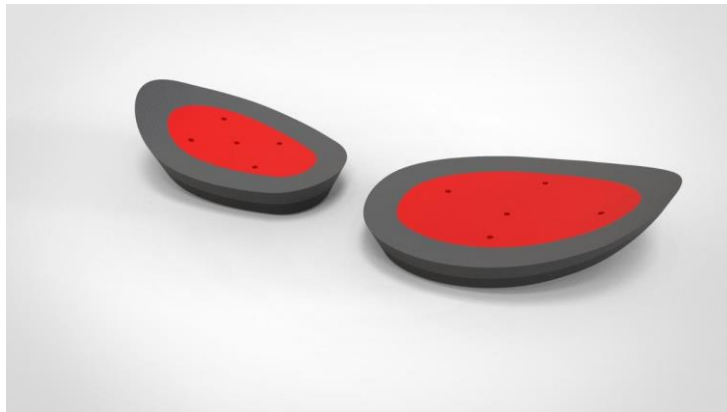
Visão inferior angulada da sola apical que será acoplada à original. Fonte: Perini 3D, 2022.



Esquema lateral-posterior das solas inferiores, posteriores e intermediárias, evidenciando o encaixe análogo a um Lego. Fonte: Perini 3D, 2022.



Esquema lateral-inferior das solas inferiores, posteriores e intermediárias, evidenciando o encaixe análogo a um Lego. Fonte: Perini 3D, 2022.



Esquema das solas inferiores, posteriores e intermediárias acopladas umas às outras. Fonte: Perini 3D, 2022.



Visão inferior: calçado por baixo. Fonte: Perini 3D, 2022.



Visão lateral do calçado com a sola acoplável aderida. Fonte: Perini 3D, 2022.



## 7.2. Protótipo - segundo

A segunda versão do modelo de protótipo foi desenvolvida com base nos pontos fracos do primeiro protótipo. Foram revisados os aspectos insatisfatórios, como o encaixe em Lego e a camada fina de borracha que teria de ser anexada à sola que vai a contato com o chão para conferir aderência.

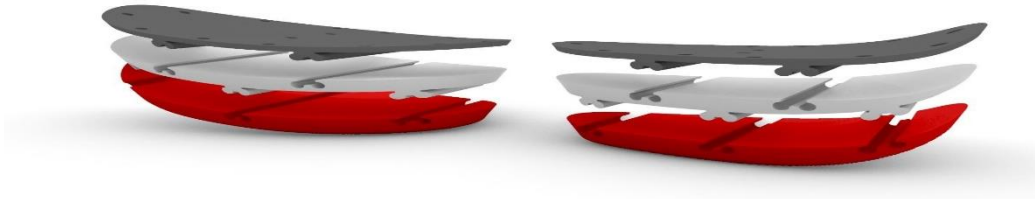
Os encaixes foram modificados de modo que sejam feitos lateralmente, impossibilitando a ocorrência de um deslizamento vertical durante o fluxo natural da pegada, principalmente no momento em que o pé deixa de tocar o chão e não há força que comprima as solas, forçando-as a ficarem conectadas entre si. Os encaixes eram de formato cilíndrico duplo.

A divisão da sola em dois polos, dianteiro e traseiro, mostrou-se notoriamente satisfatória e foi mantida.

Quanto à camada de borracha, estudou-se, como material de impressão da sola apical inferior, em vez de ABS, a utilização de outro composto ou resina, mais flexível, que fosse capaz de agir como uma sola discretamente flexível e que apresentasse aderência satisfatória, como uma borracha. A ideia de uma camada de borracha não foi descartada, mas procuravam-se soluções mais práticas. Confira o protótipo através das fotos a seguir.



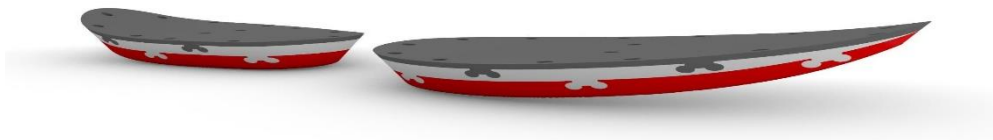
Esquema angulado do segundo conjunto de solas e seus encaixes. Não conectadas. Fonte: Perini 3D, 2023.



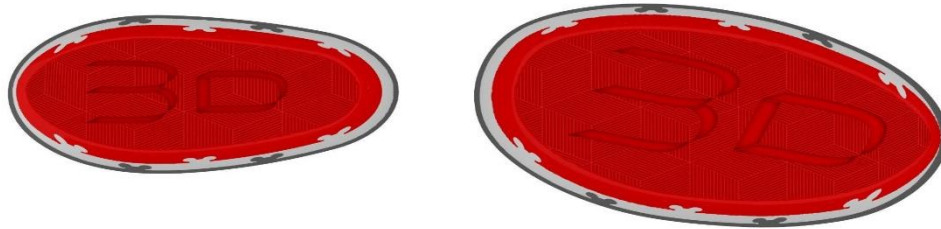
Esquema angulado (mais próximo) do segundo conjunto de solas. Encaixe (lateral) aparente. Não conectadas. Fonte: Perini 3D, 2023.



Esquema centralizado 2D. Visão horizontal lateral. Solas conectadas. Visão dos encaixes quando conectados. Fonte: Perini 3D, 2023.



Esquema de visão em três dimensões lateral angulado. Solas conectadas. Encaixes notáveis. Fonte: Perini 3D, 2023.



Esquema de visão inferior das solas conectadas. Encaixes vistos de baixo. Fonte: Perini 3D, 2023.

### **7.3. Protótipo – terceiro**

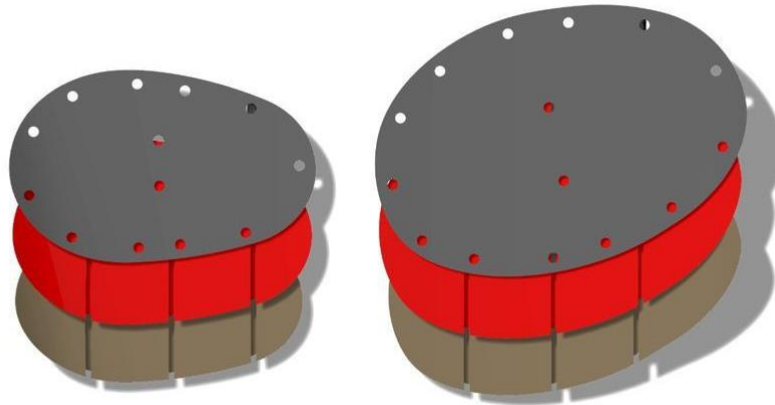
Após impressão do segundo protótipo em ABS, foram constatadas falhas nos encaixes: a precisão de impressão necessária para tornar o encaixe cilíndrico duplo viável caracterizou-se impraticável levando em conta o objetivo de criar uma alternativa economicamente acessível.

Trocou-se o design cilíndrico duplo por um design de prisma triangular, com lados não tão definidos, permitindo a impressão do modelo em impressoras de menor custo, promovendo a acessibilidade. A troca foi feita e os espaços para encaixe também foram aumentados, permitindo uma folga necessária quando se analisam as implicações físicas de impressão do modelo. Confira a seguir fotos do terceiro modelo de conjunto de solas.

O novo modelo foi impresso em ABS e, novamente, as solas não se encaixaram. Decidiu-se por imprimir o modelo em um novo termoplástico, PETG, e conduzir uma nova análise do funcionamento.

A nova impressão deverá ocorrer no início de novembro de 2023.

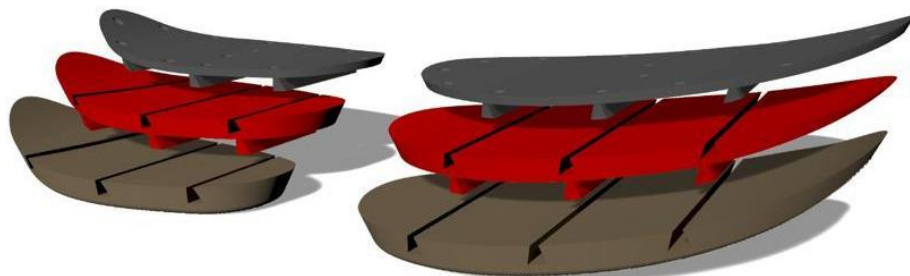




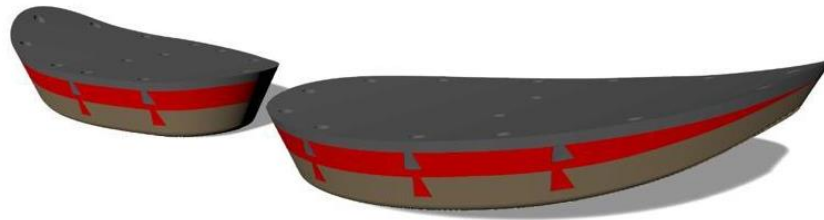
Esquema de visão de cima do conjunto de solas do terceiro modelo. Solas parcialmente encaixadas entre si. Solas apicais superiores com furos para colocação de rebites/parafusos/pregos (em análise). Fonte: Perini 3D, 2023.



Solas apicais superiores dos dois polos do conjunto de solas. Encaixes em formato de prisma triangular evidenciados. Fonte: Perini 3D, 2023.



Esquema de visão lateral angulada das diferentes solas que compõem o modelo. Solas não conectadas. Fonte: Perini 3D, 2023.

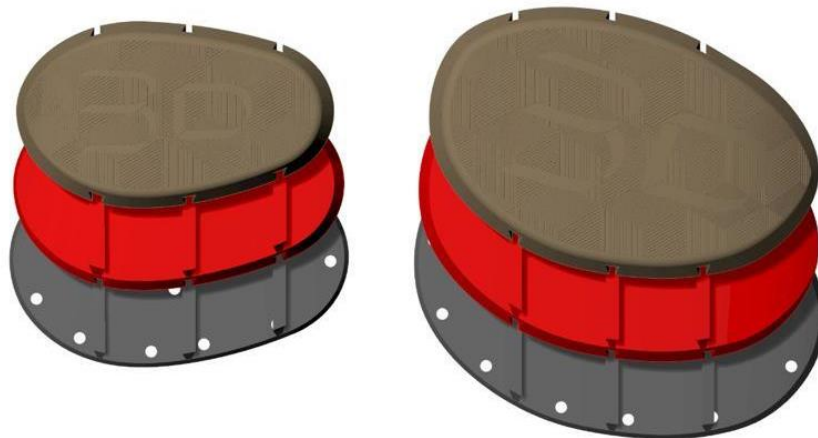


Esquema lateral angulado das solas do conjunto conectadas lateralmente. Esquema de coloração do modelo das solas: apical superior – cinza azulado, intermediária – vermelho, apical inferior – cinza esverdeado. Fonte: Perini 3D, 2023.



Esquema lateral plano do conjunto de solas, evidenciando os polos (parte de trás do calçado à esquerda e parte da frente do calçado à direita). Solas não conectadas. Formato dos encaixes também em evidência.

Fonte: Perini 3D, 2023.



Esquema de visão inferior (parte de baixo) do conjunto de solas. Polos evidenciados. Solas parcialmente encaixadas entre si. Solas apicais superiores com furos para colocação de rebites/parafusos/pregos (em análise). Fonte: Perini 3D, 2023.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como hipótese inicial do trabalho, pontuou-se a crença de que, com pesquisas na área de dismetria, moda acessível e impressão 3D, juntamente com o auxílio de profissionais nas áreas de adaptação de calçados e com o entendimento de questões físicas e mentais relacionadas à heterometria, seria possível produzir um modelo 3D de protótipo que conseguisse ser acoplável, acessível e ajustável, possibilitando o atendimento, de maneira mais satisfatória, das necessidades e desejos de pessoas afetadas pela referida condição.

As experiências desenvolvidas durante a construção do protótipo evidenciaram que a proposta inicial estava condizente com os resultados observados. Utilizando-se dos conhecimentos teóricos, incluindo equitativamente as experiências e relatos encontrados ou fornecidos por pessoas acometidas com dismetria, foi possível desenvolver um protótipo esteticamente agradável e que fornece as características pretendidas inicialmente.

Testagens e aprimoramentos estão inclusos nos planejamentos para os próximos passos. Questões financeiras atrasaram o projeto, dada a necessidade de impressão, para testes de funcionalidade, de vários protótipos. A inclusão de profissionais da área da ortopedia e fisioterapia, devido ao tempo de modelagem, ainda não foi possível, mas planeja-se que logo seja, viabilizando a conferência das opiniões de diversos especialistas quanto à totalidade dos aspectos envolvidos na projeção do protótipo.

O trabalho teve grande receptividade do público ao ser apresentado na Mostra Multidisciplinar do Colégio Santa Catarina e na MOSTRATEC, respectivamente em setembro e outubro de 2022. Pessoas com dismetria procuraram o estande do projeto na MOSTRATEC e consubstanciaram, através dos seus depoimentos, a carência já constatada no que se refere a um mercado inclusivo, que contemple as diferenças.

No dia 23 de março de 2023, durante a 21ª Edição da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE), dentre avaliadores e visitantes, o trabalho foi analisado por uma doutoranda de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo, especialista em abordagens 3D para a área da Saúde. Por ela, apontou-se uma melhoria necessária: a



substituição do termopolímero ABS por outro material, como PETG (Polietileno Tereftalato Glicol) ou TPU (termoplástico de poliuretano). No estágio atual do desenvolvimento, planeja-se a impressão e testagem do PETG como material principal das solas.

É mediante a análise do exterior e de suas necessidades, que se manifestam ao passo em que a sociedade altera-se, que é possível promover uma significativa mudança de perspectivas e impactar a vida de pessoas. E se uma só pessoa for positivamente afetada por essa mudança, já se compensa o esforço.

### **8.1. Discussões específicas**

Embasados nos veículos teóricos, meios de construção do conhecimento essencial para atender a pergunta inicial “como desenvolver uma sola de calçado ajustável, de fácil produção e acesso?”, em ressonância com as experimentações desempenhadas, os achados do estudo constataram as informações seguintes.

#### **8.1.1. Quanto à atenção e acessibilidade de tratamento contra a problemática**

O estudo constata a deficiência do oferecimento de acessibilidade íntegra e inclusiva às pessoas que sofrem de dismetria no cenário contemporâneo nacional e, mesmo nos casos em que ela ocorre, percebe-se a constância de um valor de adaptação alto e, conseqüentemente, a dificuldade e/ou impossibilidade de acesso aos serviços por parte de uma população com menos condições financeiras. Desse modo, e tendo em vista que cerca de 70% da população mundial possui algum grau de dismetria, evidenciou-se a necessidade de mais ações interventoras na área de adaptação de calçados para essas pessoas.

#### **8.1.2. Quanto à dismetria e ao acometido por ela**

Através da pesquisa sobre as causas e conseqüências da heterometria, exponenciou-se a percepção de que o desenvolvimento da condição pode ocorrer de maneiras diferentes e muito particulares para cada indivíduo e que, pois, a criação de uma sola adaptável deveria endereçar as necessidades do conforto e ser capaz de alterar-se à medida que o problema em si transforma-se também, agravando-se ou amenizando-se.



Suplementarmente, a necessidade de independência dos indivíduos no que diz respeito à facilidade de utilizar seus calçados urgia uma solução que não necessitasse obrigatoriamente de intermediadores, sendo voltada diretamente à pessoa afetada.

#### 8.1.3. Quanto à moda acessível e a impressão 3D

A análise de depoimentos sobre a moda inclusiva por parte de especialistas e compradores, além de tornar evidente a falta de atuação no setor da adaptação inclusiva, principalmente de calçados, fundamentou e aparelhou as bases que seriam desenvolvidas e trabalhadas durante a criação da sola adaptável.

#### 8.1.4. Quanto à construção do protótipo

Por meio da entrevista, investigaram-se as técnicas e truques para uma adaptação de calçado eficaz e duradoura. A conjuntura do atendimento a pessoas com dismetria na cidade de Novo Hamburgo foi descoberta como latente, ineficientemente pequena e restrita: com base nisso, foram discutidas possibilidades de tornar mais universal a disponibilidade das solas adaptáveis, parte essencial para uma real melhora da caracterização vigente do problema.

Conjugando e empregando sinergicamente os conhecimentos explorados para o contexto da ideação de um protótipo, foi possível, através de auxílio de logística e modelagem da empresa Perini 3D, criar o primeiro, o segundo e o terceiro modelos da sola acoplável e regulável, promovendo alterações para melhor adequar-se às necessidades de alteração de altura do calçado por parte do usuário e formulando exemplares adaptáveis a vários modelos de calçado, que, uma vez finalizados, poderão ser retirados e colocados conforme o desejo do utente.

#### 8.1.5. Quanto às dificuldades

Faz-se primordialmente necessário mencionar que a falta de literatura a respeito do assunto de adaptação de calçados demandou a criação de soluções alternativas aos problemas e desafios encontrados durante a realização do trabalho. Os caminhos adotados como forma de construção do conhecimento originaram-se diretamente das experiências das vidas privadas dos componentes do projeto, sendo adaptados de modo que sua

essência pudesse ser traduzida para endereçar uma condição pública e extensamente abrangente.

Métodos definidos específicos para consideração das manifestações da dismetria não foram encontrados, condicionando a manipulação de uma nova abordagem, feita com auxílio dos sapateiros envolvidos e dos profissionais capacitados da empresa que patrocina e colabora na construção da ideia no que tange ao universo da impressão 3D.

A criação e manipulação dos modelos 3D demandam tempo e, conseqüentemente, testes de duração e conforto ainda não puderam ser realizados, mas são planejados como o próximo passo da pesquisa, assim viabilizando a confecção e interpretação de dados próprios, conferindo maior profundidade e relevância à pesquisa. O Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçado e Artefatos (IBTeC), como mencionado na subseção da Metodologia, “Desenvolvimento do protótipo”, disponibiliza ao grupo seus laboratórios para que se façam as testagens físicas e biomecânicas do protótipo.

A adição de profissionais da fisioterapia e ortopedia também é planejada, uma vez que se faz necessária para o entendimento e atendimento completo do indivíduo acometido pela condição de dismetria.

Para rede de testagem diversa, vários indivíduos já manifestaram interesse através dos mais diferentes meios. Com a aquisição de mais protótipos impressos, objetiva-se, com a supervisão de profissionais capacitados e com aval de um Comitê de Ética, estruturar uma distribuição e colher depoimentos dos utentes.

#### 8.1.6. Quanto à adição ao campo de estudo

O projeto representa uma adição importante aos campos do estudo da dismetria e das soluções para ajudar a tratá-la, relativamente negligenciados pela sociedade em geral. Métodos e tecnologias desenvolvidas por meio deste podem ser empregados em outros contextos e para tratamento de outras condições derivadas. Adicionalmente, o estudo auxilia na propagação dos conhecimentos sobre dismetria, geralmente restritos a poucos indivíduos.



## REFERÊNCIAS

FIGUEIREDO, Miguel; ROCHA, Ricardo Pinto da; BECKERT, Pedro. **Dismetrias dos membros inferiores: abordagem terapêutica.** [s.d.]. Disponível em: <<https://repositorio.hff.min-saude.pt/bitstream/10400.10/732/1/ortopedia%2011-10-2012.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

FUKUDA, Thiago. **Perna Menor Que A Outra – Causas e Tratamento.** 2021. Disponível em: <[https://www.institutotrata.com.br/perna-menor-que-a-outra/#Causas\\_de\\_perna\\_menor\\_que\\_a\\_outra](https://www.institutotrata.com.br/perna-menor-que-a-outra/#Causas_de_perna_menor_que_a_outra)>. Acesso em: 15 mai. 2022.

GUIJARRO, Pedro Passos. **Calçado para portadoras de deficiência motora tem design desagradável - AUN USP.** 2014. Disponível em: <<http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=5882&ed=1038&f=31>>. Acesso em: 28 jul. 2022.

LIMA, Dalton Augusto de; MORAIS, Fabíola F. Rezende de. **FATORES CAUSAIS DA DISCREPÂNCIA DE MEMBROS INFERIORES EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES DE 1 A 15 ANOS DE IDADE.** 2017. Disponível em: <[http://fait.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/cdfkhCtaruNeR8z\\_2017-1-19-19-37-30.pdf](http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/cdfkhCtaruNeR8z_2017-1-19-19-37-30.pdf)>. Acesso em: 15 mai. 2022.

MORATO, Maria. **Palmilha para perna menor que a outra.** 2017. Disponível em: <<https://www.pessemdor.com.br/blog/palmilha-para-perna-menor-que-a-outra/>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

PEREIRA, Carla Sonsino; SACCO, Isabel de Camargo Neves. **Desigualdade estrutural discreta de membros inferiores é suficiente para causar alteração cinética na marcha de corredores?.** 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aob/a/s7g9t6Vm6bdyHRZzCTw4TVm/>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

SANTILI, Cláudio; JÚNIOR, Wilson Lino; GOIANO, Ellen de Oliveira; *et al.* **Claudicação na criança.** 2009. Disponível em:



<<https://www.scielo.br/j/rbort/a/fZCGN6QQF97bvnyfqBDPwFH/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

SHIMADA, Barbara. **Moda inclusiva:** marcas brasileiras de roupas adaptadas para pcd. 2021. Disponível em: <<https://stealthelook.com.br/moda-inclusiva-marcas-brasileiras-de-roupas-adaptadas-para-pcd/>>. Acesso em: 28 jul. 2022.

SOUSA, Andreia Pinto de; LEITE, Carla V.; CARVALHO, Daniel. **Fisioterapia:** dismetria dos membros inferiores – acompanhamento por parte do fisioterapeuta. [s.d.]. Disponível em: <<https://recil.ensinulusofona.pt/bitstream/10437/12740/1/Fisioterapia%20dismetria%20dos%20membros%20inferiores%20acompanhamento%20por%20parte%20do%20fisioterapeuta.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

VICENTE, Catarina Lopes. **O design de calçado e a impressão 3D Design de Moda.** 2016. Disponível em: <[https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/5812/1/4863\\_9665.pdf](https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/5812/1/4863_9665.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2022.

[s.n.]. **“Cerca de 90% da população tem uma dismetria”, diz especialista.** 2017. Disponível em: <<https://radiojornal.ne10.uol.com.br/noticia/2017/09/11/cerca-de-90porcento-da-populacao-tem-uma-dismetria-diz-especialista-54460/index.html#:~:text=%E2%80%9CCerca%20de%2090%25%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o,tem%20uma%20dismetria%E2%80%9D%2C%20diz%20especialista>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

[s.n.]. **Quais são os materiais utilizados na Impressão 3D?** [s.d.]. Disponível em: <<https://muv3dprint.com.br/materiais-impressao-3d/>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

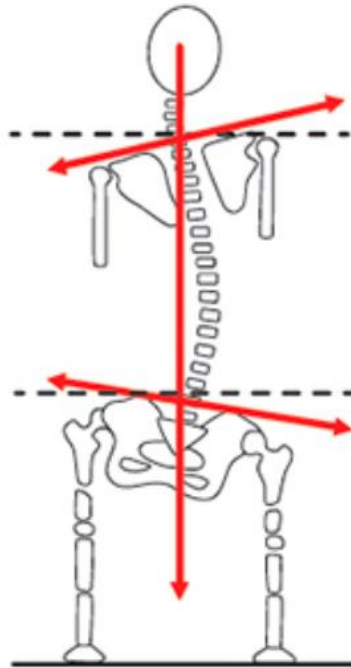
[s.n.]. **Prototipagem com Impressão 3D - Guia completo.** 2020. Disponível em: <<https://www.printit3d.com.br/amp/guia-r%C3%A1pido-para-prototipagem-de-impress%C3%A3o-3d>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

[s.n.]. **Protótipos: entenda qual sua relação com a impressão 3D.** 2021. Disponível em: <<https://3dlab.com.br/prototipos-e-impressao-3d/>>. Acesso em: 2 jun. 2022.





## ANEXO A



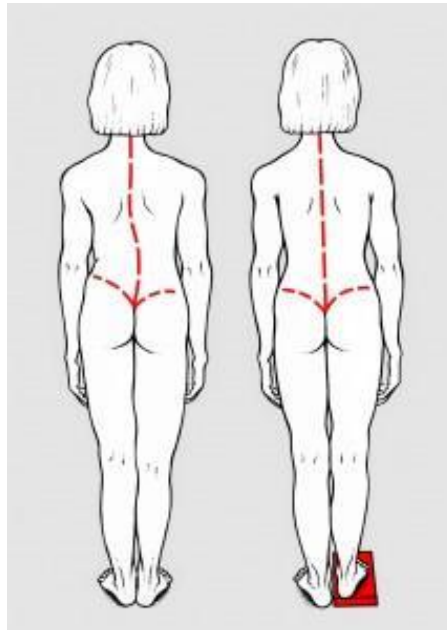
Análise anatômica de uma manifestação de dismetria. Fonte: Blog Pés sem Dor, 2017.



Criança com dismetria na perna esquerda (vista de trás). Fonte: Blog Pés sem Dor, 2017.



## ANEXO B



Uso de compensador para correção da dismetria. Fonte: Centro Clínico do Pé, [s.d.].



Correção da diferença através do uso de palmilhas. Fonte: Blog Pés sem Dor, 2017.