

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Anna Thereza Prates Grillo**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MULETA MODULAR: DA GERAÇÃO  
DA IDEIA À PROTOTIPAÇÃO**

**Porto Alegre**

**2016**

**ANNA THEREZA PRATES GRILLO**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MULETA MODULAR: DA GERAÇÃO  
DA IDEIA À PROTOTIPAÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração: Sistemas da Qualidade.

Orientador: Carlos Pérez Bergmann, Dr.  
Coorientadora: Carla Schwengber ten Caten,  
Dr<sup>a</sup>

**Porto Alegre**

**2016**

**Anna Thereza Prates Grillo**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA MULETA MODULAR: DA GERAÇÃO  
DA IDEIA A PROTOTIPAÇÃO**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

**Prof. Carlos Pérez Bergmann**  
Orientador PPGEP/UFRGS

---

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro**  
Coordenador PPGEP/UFRGS

**Banca Examinadora:**

Aline Marian Callegaro (PPGEP – UFRGS)

Angela de Moura Ferreira Danilevich (PPGEP – UFRGS)

Patricia Flores Magnago (PPGEP – UFRGS)

## **AGRADECIMENTOS**

Ao término desse trabalho agradeço imensamente...

... à minha família, por me apoiar incondicionalmente e insistir para que eu persista sempre;

... à Professora Carla Schwengber ten Caten, pela paciência, orientação e tranquilidade;

... aos colegas do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da UFRGS, que tornaram-se amigos e companheiros nessa caminhada;

... aos colegas Aline, Cesar e Rafael, por participarem do desenvolvimento e construção do projeto, como uma grande equipe;

... à colega, amiga e sócia Geana Silva dos Santos, pela amizade, parceria, colaboração e ajuda;

... à amiga e colega Raquel Schmidt, pelo companheirismo desde o início e por dividir todos os momentos que fizeram parte dessa trajetória;

... aos meus grandes amigos, que me acompanharam ao longo desses anos, dividindo comigo todos os momentos da minha vida: amo todos vocês.

## RESUMO

O uso de Tecnologia Assistiva engloba recursos e serviços para ampliar a acessibilidade das pessoas tornando-as independentes, com qualidade de vida e inclusas socialmente. Dentre os artefatos que podem auxiliar na mobilidade pessoal está a muleta, que é um dos equipamentos mais utilizados nos casos de lesões em membros inferiores. A muleta possui basicamente o mesmo formato e ergonomia desde a sua invenção, causando diversas lesões nos usuários além de não ter um *design* que traga identificação da personalidade. O desenvolvimento de um novo produto requer que o mesmo seja tecnologicamente viável e convertido em valor para o cliente. Dessa forma, a metodologia do *Design Thinking* veio para suprir essa necessidade, utilizando a sensibilidade e os métodos dos *designers* para resolver problemas e atender às necessidades das pessoas. O objetivo geral proposto na pesquisa é o de descrever o processo de criação de um novo conceito de muletas, com base na percepção e análise das necessidades dos usuários até a construção de um protótipo. Para isso, realizou-se levantamentos em bancos bibliográficos e de patentes, criando assim uma base de informações do que já foi estudado e criado. Em seguida aplicou-se ferramentas de cunho basicamente qualitativo, buscando conhecimento e informações diretamente com os usuários e profissionais envolvidos, até chegar na ideia proposta que é a de uma Muleta Modular. Por fim, desenvolveu-se o protótipo da muleta e dos acessórios também propostos, tangibilizando a ideia e tornando possível a sua validação junto aos usuários. Acredita-se que a Muleta Modular apresenta uma grande contribuição para o conforto físico e emocional das pessoas, reduzindo as lesões causadas, resolvendo problemas do cotidiano e, principalmente, colaborando para a redução do estigma social existente em torno da deficiência.

**Palavras-chave:** desenvolvimento de produto, tecnologia assistiva, muleta, muleta modular.

## **ABSTRACT**

The use of Assistive Technology includes resources and services to increase the accessibility of people, making them independent with quality of life and socially included. Among the items that can assist in personal mobility is the crutch, which is one of the most used equipment in cases of lower limb injuries. The crutch has basically the same format and ergonomics since its invention, causing several injuries to users besides not having a design that brings personality identification. The development of a new product requires that it be technologically viable and converted into value for the customer. In this way, the Design Thinking methodology has the power to meet this need, using the sensitivity and methods of designers to solve problems and supply the people's needs. The main goal of this study is to describe the creation process of a new concept of crutches, based on the perception and analysis of the users' needs until the construction of a prototype. For this, surveys were conducted in bibliographical and patent databases, as a result, was created a data bank of what has already been published and developed. Then tools with qualitative nature were applied, seeking knowledge and information directly with the users and professionals involved, until has been defined the proposed idea, a Modular Crutch. Finally, the Modular Crutch prototype and the proposed accessories were developed, creating a tangible idea and making the validation with users possible. It is believed that the Modular Crutch presents a great contribution to the people's physical and emotional comfort, reducing the injuries caused, solving daily problems and, mainly, collaborating to reduce the existing social stigma around disability.

**Keywords:** product development, assistive technology, crutch, modular crutch.

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

### 1. Introdução

Figura 1-1. Estrutura da dissertação

### 2. Artigo 1

Figura 2-1. Muleta Axilar

Figura 2-2. Muleta de Tríceps

Figura 2-3. Muleta Canadense

Figura 2-4. Muleta de Plataforma

Tabela 2-1. Número de patentes por palavras-chave encontradas na pesquisa aos bancos

Figura 2-5. Desenho da patente 7,992,583 / 2011

Figura 2-6. Desenho da patente 8,408,224 / 2013

Figura 2-7. Desenho da patente 8,707,975 / 2014

Figura 2-8. Desenho da patente 9,032,982 / 2015

### 3. Artigo 2

Figura 3-1. Modelo de *Design Thinking* de Brown

Figura 3-2. Processo inovador no *Design*

Tabela 3-1. Método de trabalho – Etapas do desenvolvimento do produto e as ferramentas aplicadas

Tabela 3-2. Desenvolvimento do método POEMS proposto por Kumar

Tabela 3-3. Desenvolvimento do método *User Response Analysis* proposto por Kumar

Tabela 3-4. Desenvolvimento do método *Summary Framework* proposto por Kumar

Figura 3-3. Muleta Modular: a) vista isométrica; b) vista explodida – 1 – módulo braçadeira, 2 – módulo empunhadura, 3 – módulo haste e 4 – módulo base

### 4. Artigo 3

Figura 4-1. Modelo de *Design Thinking* de Brown

Figura 4-2. Modelo de *Design Thinking* de Clark e Smith

Figura 4-3. Modelo de *Design Thinking* de Lindberg

Tabela 4-1. Ferramentas aplicadas no desenvolvimento da Muleta Modular e seus respectivos resultados

Figura 4-4. Muleta Modular: a) vista isométrica; b) vista explodida – 1 – módulo braçadeira, 2 – módulo empunhadura, 3 – módulo haste e 4 – módulo base

Figura 4-5. *Mock up* da muleta montada (esquerda) e com os acessórios (direita)

Figura 4-6. *Mock up* do Módulo Braçadeira

Figura 4-7. *Mock up* do Módulo Empunhadura

Figura 4-8. *Mock up* do Módulo Haste

Figura 4-9. *Mock up* do Módulo e em formato ‘botinha’

Figura 4-10. *Mock up* do Acessório Capa Acolchoada

Figura 4-11. *Mock up* do Acessório Bolsa Especial

Figura 4-12. *Mock up* do Acessório Fita Reflexiva

Figura 4-13. Protótipo final montado da Muleta Modular com duas opções de customização (esquerda) e com acessórios (direita)

Figura 4-14. Protótipo do Módulo Braçadeira

Figura 4-15. Protótipo do Módulo Empunhadura

Figura 4-16. Protótipo do Módulo Haste em alumínio

Figura 4-17. Protótipo do Módulo Haste em bambu

Figura 4-18. Protótipo do Módulo Base em borracha, poliuterano e formato ‘botinha’, da esquerda para a direita

Figura 4-19. Protótipo do Acessório Capa Acolchoada

Figura 4-20. Protótipo do Acessório Bolsa Especial

Figura 4-21. Protótipo do Acessório Fita Reflexiva



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 TEMA E OBJETIVOS.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA .....	15
1.3 MÉTODOS DE PESQUISA .....	16
1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2 MULETA MODULAR: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DE PATENTES .....	19
2.1 INTRODUÇÃO .....	19
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	21
2.3 RESULTADOS.....	23
2.4 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	31
3 MULETA MODULAR: PROCESSO DE GERAÇÃO DA IDEIA.....	36
3.1 INTRODUÇÃO .....	36
3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	38
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	43
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
4 MULETA MODULAR: PROCESSO DE PROTOTIPAÇÃO .....	55
4.1 INTRODUÇÃO .....	55
4.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	56
4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	61
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	64
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	79
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	80
REFERÊNCIAS.....	81

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma inovação requer que a mesma seja tecnologicamente viável, condizente com a estratégia de negócios da empresa assim como uma oportunidade de mercado e convertida em valor para o cliente (BROWN, 2008). Dessa forma, a metodologia do *Design Thinking* – DT, veio para suprir essa necessidade, inovando principalmente ao introduzir novos significados aos produtos, serviços ou relacionamentos (VIANNA *et al.*, 2012).

O *Design Thinking* é uma metodologia criativa para desenvolvimento de inovações que utiliza a sensibilidade e os métodos dos designers para resolver problemas e atender às necessidades das pessoas com uma tecnologia viável e comercialmente factível (BROWN, 2008). O DT é a inovação centrada no usuário, que exige colaboração, interação e abordagens práticas para encontrar as melhores ideias e soluções finais (BROWN, 2009). Para compreender melhor as propriedades do *Design Thinking* para o desenvolvimento de inovações, é essencial o entendimento de como o *designer* pensa. Isso se dá ao fato de que pelo uso da lógica abdutiva, os *designers* têm a capacidade de identificar problemas e contradições e criar percepções sobre os comportamentos humanos que orientam o desenvolvimento de soluções para as necessidades não satisfeitas (MARTIN, 2009).

Para entender as necessidades dos envolvidos e chegar nas melhores soluções do projeto do produto, é possível aplicar ferramentas que se baseiam em dados basicamente qualitativos e que possibilitam atender às necessidades diretas dos usuários (KUMAR, 2013). Vijay Kumar (2013) propõe um processo inovador no *design*, com sete etapas, no qual é possível ser aplicado 101 métodos de *design* com vistas a criação de soluções para os problemas abordados. As soluções são trabalhadas e ganham forma através do desenvolvimento de protótipos, visando despender somente o tempo e esforços necessários para gerar informações úteis para evoluir o desenvolvimento da ideia. Os dados gerados com a aplicação dos métodos propostos são essencialmente de natureza qualitativa, sendo coletados através da observação (KUMAR 2013; BOER; BONINI, 2015; RAZZOUK; SHUTE, 2012).

No DT estimula-se o desenvolvimento de protótipos aos trabalhar nas possíveis soluções, pois dessa forma torna-se possível identificar falhas que somente na prática podem ser vistas, otimizando o tempo e o esforço necessários despendidos no desenvolvimento (KUMAR 2013; BOER; BONINI, 2015; RAZZOUK; SHUTE, 2012). A prototipagem é essencial do processo de concepção da ideia, visto que transforma uma ideia em algo tangível

e, muitas vezes, em modelos experimentais, permitindo visualizar o conceito, identificar oportunidades de melhorias e criar novas soluções (BROWN, 2008; LIEDTKA, 2011).

A Tecnologia Assistia (TA) identifica todos os recursos e serviços que contribuem no intuito de incluir pessoas com deficiência e torná-las independentes através da ampliação de habilidades funcionais (BERSCH; 2013). É também definida como "uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências" (COOK; POLGAR, 2013).

Dentre os artefatos que podem auxiliar a mobilidade pessoal estão: bengalas, muletas, andadores, carrinhos, cadeiras de rodas manuais ou elétricas, *scooters*, entre outros veículos de locomoção (BERSCH; 2013). Basicamente as muletas devem ser capazes de fazer duas coisas: (1) reduzir a descarga de peso sobre um dos membros inferiores; e (2) ampliar a base de apoio para aumentar o equilíbrio e oferecer estabilidade ao paciente (KAEMPF, 2016; NAGASAKI *et al.* 2016).

As muletas existem há mais de 5.000 anos sendo, muito provavelmente, uma das ferramentas ortopédicas mais antigas do mundo (HERNIGOU, 2014; SHORTEL *et al.*, 2001). Os materiais mudaram, porém o *design* geral da muleta é basicamente o mesmo desde o início, mantendo-se uma ou duas barras paralelas com suportes para axila ou antebraços. Esse *design* causa alguns problemas para os usuários, como gasto energético pela dificuldade do uso, lesões causadas pela ergonomia e movimentos repetitivos e dificuldade de movimentação e realização de atividades diárias (SHORTEL *et al.*, 2001).

## 1.1 TEMA E OBJETIVOS

O presente estudo tem como tema o desenvolvimento de inovações em produtos de Tecnologia Assistiva que atendam às necessidades reais e específicas dos usuários. Para o produto muletas, houve avanços em termos de materiais e leveza, no entanto a ergonomia e o *design* permanecem os mesmos, causando lesões nos usuários além de dificilmente criar uma identificação pessoal, aumentando o estigma social em torno da deficiência.

Com isso, entende-se que existe uma necessidade latente de desenvolver inovações que possam trazer aos usuários de muletas um maior conforto físico e emocional, além de auxiliar para a solução de problemas simples e rotineiros enfrentados por eles.

Logo, o objetivo geral desta dissertação é o de descrever o processo de criação de um novo conceito de muletas, com base na percepção e análise das necessidades dos usuários até a construção de um protótipo.

O estudo inicia com o levantamento das informações existentes, bibliográficas e de patentes, com o intuito de conhecer e entender o que já está sendo discutido sobre o tema. Em seguida, na segunda parte da dissertação, descreve-se o processo de ideação do produto, com a aplicação de ferramentas propostas dentro da metodologia do *Design Thinking*. Por fim, realizou-se o processo de prototipação da muleta idealizada, desde a descrição dos conceitos até chegar em um produto mínimo viável. Dividiu-se a dissertação em três artigos científicos que correspondem as três fases da pesquisa.

O Artigo 1 tem como objetivo levantar informações quanto aos aspectos educacionais e tecnológicos que subsidiem o desenvolvimento de um novo tipo de muleta denominada Muleta Modular. Nesse estudo as principais contribuições foram: (i) entendimento dos conceitos e tipos de muletas; (ii) levantamento da bibliografia existente acerca do tema; e (iii) conhecimento das inovações já desenvolvidas no mundo por meio de um levantamento em bancos de patentes. O Artigo 2 tem como objetivo apresentar uma solução de melhoria em muletas, entendendo e considerando as reais necessidades dos usuários por meio de uma metodologia eficaz de desenvolvimento de produto – o *Design Thinking*. As principais contribuições deixadas foram: (i) compreensão das dificuldades enfrentadas pelos usuários; (ii) atenção a real necessidade existentes e da contribuição esperada; (iii) desenvolvimento de uma inovação que atenda às expectativas e também de acessórios voltados a dificuldades específicas existentes. Já o Artigo 3 tem o objetivo de desenvolver o processo de prototipação da muleta proposta no Artigo 2, passando pela etapa de *Mock up*, ou seja, da pré-prototipação, visando chegar a um produto mínimo viável. Deixou-se de contribuição: (i) identificação e solução de problemas do projeto; (ii) tangibilização da ideia com o protótipo desenvolvido; e (iii) validação do produto.

## 1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA

Segundo resultados divulgados pelo IBGE, do Censo 2010, o País possui 45,6 milhões de pessoas com alguma deficiência, o que representa 23,91% da população. Tais números revelam a grande demanda existente para o desenvolvimento de tecnologia nacional e ações governamentais de concessão de TA que atendam a essa grande demanda (BERSCH; 2013).

A muleta é um dos equipamentos mais utilizados nos casos de lesões em membros inferiores (MORETZSONH, 2005) e, segundo o mesmo autor, há uma necessidade de melhoria nas muletas atualmente comercializadas, tendo em vista o grande número de lesões causadas pela falta de conforto das mesmas. Além disso, entende-se que a diminuição do estigma social na deficiência deve estar na base do desenvolvimento das Tecnologias Assistivas, atendendo a necessidade latente de satisfação e bem-estar dos usuários (MARTINS, 2009).

### 1.3 MÉTODOS DE PESQUISA

A presente pesquisa utiliza múltiplos métodos, sendo considerada de natureza aplicada, de caráter exploratório e com abordagem qualitativa. A escolha dos métodos se deu pelos mesmos favorecerem o entendimento das informações, contribuindo dessa forma para a formulação de novos conceitos e definições. Além disso, optou-se também pelo uso de diferentes procedimentos metodológicos, conforme Figura 1-1.

Com relação a sua natureza, a dissertação é considerada uma pesquisa aplicada, tendo em vista que o foco de interesse está na utilização, aplicação e consequências práticas dos conhecimentos adquiridos. A pesquisa exploratório permite uma maior familiaridade com o tema e o aprimoramento das ideias (GIL, 2007). A abordagem qualitativa auxilia no entendimento do fenômeno estudado por meio de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos (GODOY, 1995).

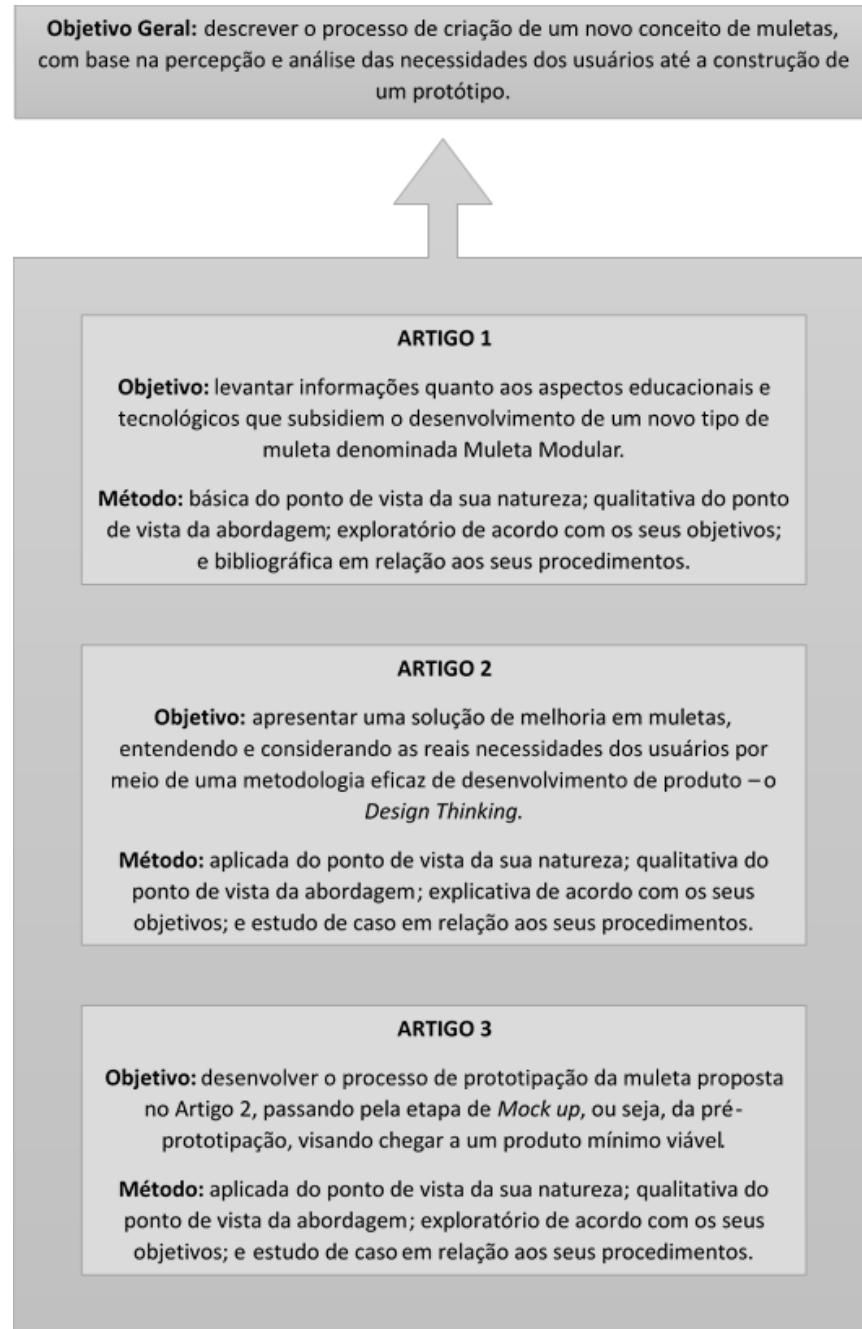


Figura 1-1. Estrutura da dissertação. Fonte: primária.

#### 1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Durante a fase de ideação (Artigo 2), foram aplicadas 5 ferramentas da metodologia do *Design Thinking*, não sendo possível descrevê-las na íntegra por uma limitação de espaço.

Não foram realizados testes mecânicos (resistência, durabilidade, etc) no protótipo funcional construído (Artigo 3).

#### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos.

O capítulo 1 é um capítulo introdutório que conta com comentários iniciais, conceituação do tema, objetivos, justificativa, métodos adotados na dissertação, delimitações e estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta o primeiro artigo, intitulado “Muleta Modular: Revisão bibliográfica e de patentes”.

O capítulo 3 apresenta o segundo artigo, intitulado “Muleta Modular: Processo de geração da ideia”.

O capítulo 4 apresenta o terceiro artigo, intitulado “Muleta Modular: Processo de prototipação”.

O capítulo 5 é composto pelas considerações finais e lacunas para futuras pesquisas.

## 2 MULETA MODULAR: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DE PATENTES

**Resumo:** A Tecnologia Assistiva busca incluir pessoas com deficiências e torná-las mais independentes e com maior qualidade de vida. Dentre os dispositivos que podem ajudar na mobilidade pessoal, podem ser citadas as muletas, apoio comumente utilizado por pessoas com lesões nos membros inferiores. As muletas existem há cerca de 5mil anos, e, apesar de ter havido uma evolução nos materiais utilizados, o *design* é basicamente o mesmo desde o início. Esse *design* causa diversos problemas para os usuários, como lesões, desconforto, dificuldade para a realização de atividades, entre outros. Diante do exposto, para desenvolver um novo modelo de muletas se faz necessário um estudo quanto ao estado da arte das muletas, levantando-se informações bibliográficas e de patentes com fins de subsidiar o desenvolvimento de uma inovação, sendo esse o objetivo geral do estudo. Utilizou-se para o levantamento do referencial bibliográfico uma revisão da literatura, de caráter descritivo e exploratório. Para o entendimento das tecnologias já existentes, realizou-se um levantamento nos bancos de patentes. Com o resultado apresentado, verificou-se uma lacuna a ser explorada na área de desenvolvimento de inovação para o produto muleta, tendo em vista que existem muitos estudos voltados para a dificuldade enfrentada pelos usuários e poucos estudos sobre inovações voltadas a sanar essa problemática, sustentando a importância de desenvolver um produto inovador que busque uma melhoria na qualidade de vida das pessoas.

**Palavras chave:** desenvolvimento de produto, *design thinking*, muleta, muleta modular.

### 2.1 INTRODUÇÃO

O termo *Assistive Technology*, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva (TA), foi criado em 1988 e é um conceito ainda em definição, apresentando diferentes terminologias como sinônimos, tais como ‘Ajudas Técnicas’, ‘Tecnologia de Apoio’, ‘Tecnologia Adaptativa’ e ‘Adaptações’ (SARTORETTO; BERSCH, 2014).

A TA identifica todos os recursos e serviços que contribuem no intuito de incluir pessoas com deficiência e torná-las independentes através da ampliação de habilidades funcionais (BERSCH; 2013). É também definida como "uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências" (COOK; POLGAR, 2013).

No Brasil, o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) define tecnologia assistiva como: "uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social" (BRASIL, 2009, p. 09).



Segundo resultados divulgados pelo IBGE, do Censo 2010, o País possui 45,6 milhões de pessoas com alguma deficiência, o que representa 23,91% da população. Tais números revelam a grande demanda existente para o desenvolvimento de tecnologia nacional e ações governamentais de concessão de TA que atendam a essa grande demanda (BERSCH; 2013).

Dentre os artefatos que podem auxiliar a mobilidade pessoal podem ser citados: bengalas, muletas, andadores, carrinhos, cadeiras de rodas manuais ou elétricas, *scooters*, entre outros veículos de locomoção (BERSCH; 2013). Alguns pacientes, após procedimentos cirúrgicos realizados nos membros inferiores, necessitam o auxílio de muletas no período pós operatório imediato. Basicamente as muletas devem ser capazes de fazer duas coisas: (i) reduzir a descarga de peso sobre um dos membros inferiores; e (ii) ampliar a base de apoio para aumentar o equilíbrio e oferecer estabilidade ao paciente (KAEMPF, 2016; NAGASAKI *et al.* 2016).

As muletas existem há mais de 5.000 anos e são, muito provavelmente, uma das ferramentas ortopédicas mais antigas do mundo, evoluindo de galhos de árvore que auxiliavam na deambulação até os modelos apresentados atualmente (HERNIGOU, 2014; SHORTEL *et al.*, 2001). Os materiais mudaram, porém o *design* geral da muleta é basicamente o mesmo desde o início, mantendo-se uma ou duas barras paralelas com suportes para axila ou antebraços. Esse design causa alguns problemas para os usuários, como: (a) alto gasto energético, uma vez que o indivíduo necessita cerca de duas vezes mais energia para caminhar com uma muleta do que numa caminhada normal; (b) lesões causadas por movimentos repetitivos nas mãos, punhos e braços, sendo que essas lesões afetam muitos usuários e são causadas pelo uso constante de muletas, podendo agravar no caso de patologias como artrites ou outra condição debilitante nos membros superiores; (c) problemas oriundos da falta de movimentação, uma vez que usuários de muletas se sentem desmotivados por cansarem facilmente e adquirirem problemas nas articulações das mãos/braços. Dentre outros problemas apontados, também podem ser citados a falta de crescimento dos ossos, a circulação sanguínea prejudicada, infecções urinárias, úlceras de pressão, entre outras (SHORTEL *et al.*, 2001).

Diante do exposto e partindo da premissa que para desenvolver um novo modelo deste artefato é necessário um estudo quanto ao estado da arte das muletas nos aspectos tecnológicos, propõe-se a presente pesquisa. Com isso, o objetivo principal do estudo é levantar informações quanto aos aspectos educacionais e tecnológicos que subsidiem o desenvolvimento de um novo tipo de muleta denominada Muleta Modular.

A estrutura deste artigo está dividida em quatro seções. A primeira seção contempla o tema, a justificativa e os objetivos do estudo. A segunda seção apresenta os métodos de pesquisa e de trabalho, no qual as etapas de execução são descritas. Na seção três são descritos os resultados obtidos no Levantamento Bibliográfico e no Levantamento de Patentes. Por fim, na última seção, são apresentadas as conclusões obtidas por meio do desenvolvimento da pesquisa e considerações finais.

## 2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa é classificada como básica do ponto de vista da sua natureza e qualitativa do ponto de vista da abordagem (SILVA E MENEZES, 2000). De acordo com os seus objetivos é exploratória, por envolver levantamento bibliográfico, e em relação aos seus procedimentos técnicos é bibliográfica (GIL, 1991).

Múltiplos métodos para o desenvolvimento do estudo foram utilizados. Para o levantamento do referencial bibliográfico foi realizada uma revisão sistemática, de caráter descritivo e exploratório, sem metanálise (LINDE; WILLICH, 2003). Para o conhecimento do estado da arte dos produtos e tecnologias existentes foi realizado um levantamento em bancos de patentes.

### 2.2.1 Etapa 1: Levantamento Bibliográfico

A revisão da literatura foi realizada por meio de consulta ao portal de periódicos da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, utilizando-se as palavras chave: *muleta modular*, *modulate crutch*, *muleta customizável* e *custom crutch*. As palavras chave foram combinadas entre si com o operador booleano ‘AND’. O uso do portal da CAPES se deve pelo fato de o mesmo ser uma dos maiores repositórios virtuais do mundo, além de contar com diversas bases de dados importantes, tais como Science Direct, Medline e PubMed.

Para a realização da busca foi selecionada a opção que apresentava as palavras em todos os campos, a opção ‘qualquer’, somente artigos publicados em periódicos revisados por pares, em qualquer idioma e no período dos últimos 10 anos, sendo a pesquisa em questão realizada em julho de 2016. Foram analisados todos os títulos e resumos, selecionando-se os artigos de interesse de acordo com os seguintes critérios: (i) tratar do produto *muleta*; (ii) ser da área de desenvolvimento de produtos inovadores, tanto em relação a desenvolvimento de materiais quanto de tecnologias, e/ou (iii) abordar a usabilidade da *muleta*, considerando o

entendimento da necessidade do usuário. Quando houve o caso de dúvidas sobre a relevância do estudo, buscou-se a leitura do artigo na íntegra. A busca pelas palavras chave propostas não gerou um número significativo de resultados, sendo necessário realizar uma nova e mais ampla busca com a palavra chave ‘*crutch*’. Em seguida, fez-se um refinamento nessa busca para eliminar artigos de assuntos irrelevantes a temática em questão, focando principalmente na necessidade do usuário, pois foi onde se encontrou maior relevância dentre os resultados.

Dessa forma, na primeira busca retornaram seis artigos e, na segunda, 394. Após análise e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados apenas dois artigos da primeira busca e 16 da segunda. Tabulou-se os dados em uma planilha de Excel, contendo informações como título, autor, periódico, ano, país, objetivo e resultados obtidos, com o objetivo de analisar os dados de forma mais clara e eficiente. Com isso, a análise foi realizada por meio da compilação de informações relevantes que tratavam das experiências, dos estudos e da importância do desenvolvimento de novas tecnologias assistivas.

### **2.2.2 Etapa 2: Levantamento de Patentes**

Além dos estudos científicos, é importante conhecer o que existe e está sendo desenvolvido sobre a ideia proposta, tanto para não trabalhar repetidamente em projetos paralelos, quanto para utilizar os diferentes pontos de vista para agregar nas especificações do produto. Para isso, utilizou-se uma busca e análise em bancos de patente em nível internacional com o objetivo de compilar produtos e propostas similares em busca de oportunidades de melhoria.

Uma patente é um título de proteção de uma invenção, concedida mediante requerimento do inventor e devendo cumprir critérios legais determinados pelo governo local. A proteção dada à invenção pela patente é por um tempo limitado e territorialmente para o país no qual ocorre o depósito. No pedido de patente deve constar claramente o objeto e suas possíveis variações, indicando também a melhor forma de execução e uso (WIPO, 2013).

Para a realização do levantamento de patentes proposto, consultaram-se em alguns bancos de dados especializados as seguintes palavras-chave: *modulate crutch* e *custom crutch*, com o intuito de conhecer especificamente estudos em torno de muletas modulares e customizáveis. Os bancos de dados consultados foram: (i) USPTO - *United States Patent and Trademark Office*; (ii) INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial; (iii) Esp@cenet - *European Patent Office*; (iv) WIPO – *PatentScope*; (v) CPO - *China Patent & Trademark Office*; (vi) JPO - *Japan Patent Office*; e (vii) CIPO - *Canadian Intellectual Property Office*.

Os resultados encontrados foram tabelados e analisados conforme suas relevâncias quanto à temática, sendo em seguida expressadas descritivamente as principais descobertas em relação ao invento, aos materiais, às funções e à ideia proposta.

## 2.3 RESULTADOS

Estudos nas mais diversas áreas foram identificados na revisão da literatura. No entanto, havia poucos artigos com foco específico em muletas. Com isso, a análise da presente revisão incluiu artigos com conteúdo mais amplo do que a usabilidade e inovações em muletas.

### 2.3.1 Etapa 1: Levantamento Bibliográfico

Existem quatro tipos de muletas: axilar, de tríceps, de plataforma e de antebraço (muleta Canadense ou *Lofstrand*).

As muletas axilares (Figura 2-1) podem ser produzidas de madeira, de alumínio e de titânio. Elas possuem esse nome devido ao topo da muleta apresentar uma base axilar coberta por espuma e borracha, a fim de melhorar a fricção contra o peito. Apesar da utilização axilar, não se recomenda colocar o peso apoiado nessa região uma vez que pode causar danos no plexo braquial, incluindo nervos e vasos. A região do pegador deve ser resistente para amortecer a compressão palmar (EDELSTEIN, 2013; ELDEINSTEIN 2008; MUCHE; MCCARTY, 2015).



Figura 2-1. Muleta Axilar. Fonte: Mercur, 2016.

As muletas de tríceps (Figura 2-2) foram desenvolvidas durante a epidemia de poliomielite no século XX e destinadas aos pacientes com paralisia nos músculos do ombro. Assemelha-se à muleta axilar, porém com faixas adicionais para o braço no intuito de manter o cotovelo estendido, apesar do envolvimento da extremidade superior (EDELSTEIN, 2013; ELDEINSTEIN, 2008; MUCHE; MCCARTY, 2015).



Figura 2-2. Muleta de Tríceps. Fonte: Eldeinstein, 2008.

Muletas de Antebraço ou Canadense (*Lofstrand*) (Figura 2-3) são produzidas normalmente de alumínio cobertas por vinil, possuem posição e comprimento do pegador ajustáveis. A extremidade aberta do manguito é colocada na face lateral do antebraço para permitir flexão do cotovelo e agarrar sem deixar cair a muleta. A parte superior da muleta está inclinada a 20 graus para proporcionar um ajuste confortável e estável. Muitas pessoas preferem as muletas de antebraço, pois a deambulação é mais fácil e segura, uma vez que o apoio do antebraço estabiliza o punho e suporta o peso do indivíduo (EDELSTEIN, 2013; ELDEINSTEIN 2008; MUCHE; MCCARTY, 2015).



Figura 2-3. Muleta Canadense. Fonte: Mercur, 2016.

A muleta de plataforma (Figura 2-4) fornece uma calha permitindo o apoio do antebraço, para aqueles que não podem suportar o peso corporal através das mãos. A plataforma possui um ângulo de 90 graus de modo que o antebraço fique repousado enquanto o braço controla a muleta e fica confortavelmente apoiado (EDELSTEIN, 2013; ELDEINSTEIN 2008; MUCHE; MCCARTY, 2015).



Figura 2-4. Muleta de Plataforma. Fonte: Eldeinstein, 2008.

Dentre os tipos de muletas existentes, destacam-se as de modelo canadense e axilar, em termos de oferta no mercado e de preferência pelos usuários (RAMBANI *et al.*, 2007). As muletas axilares fornecem apoio da axila para o chão, permitindo uma transferência de 80% do peso corporal do indivíduo. Já as muletas canadenses, transferem de 40-50% do peso do

corpo, substituindo usualmente a bengala (KEDLAYA; KUANG, 2008; RAMBANI *et al.*, 2007).

Um estudo realizado por Rambani *et al.* (2007) comparou o uso da muleta padrão com a inovadora muleta de mãos livres, que é descrita como "uma plataforma que suporta a perna e na qual o peso é transmitido do joelho para a muleta". O estudo se deu ao fato de existir desenvolvimento de condições médicas secundárias – lesões – resultantes do uso prolongado de muletas (HUANG *et al.*, 2005; RAMBANI *et al.*, 2007). O estudo em questão apontou que a muleta padrão requer o uso dos membros inferiores e superiores, por esse motivo os pacientes que sofrem de lesões em ambos membros teriam dificuldades na sua utilização. Os resultados dos ensaios da pesquisa apontaram pequenas lesões no joelho e desconforto nas costas pelo uso da muleta de mãos livres, no entanto se associou benefícios como liberação mais rápida do hospital bem como uma maior independência na mobilidade (RAMBANI *et al.*, 2007). Pesquisas realizadas por Huang *et al.* (2005) e Kedlaya e Kuang (2008) observaram lesões pronunciadas pelo uso de muletas padrões, entre elas: degeneração da articulação do ombro, lesões nos braços, mãos e áreas peitorais, síndrome do túnel do carpo e inclusive a possibilidade de neuropatias braquiais compressivas.

Em relação ao padrão de uso, existe uma tendência a não utilização ou à utilização descontinuada da muleta, que é relatada nos estudos de acompanhamento e resultados. Muitos usuários costumam abandonar o uso das muletas por motivo de desconforto ou impedimento da realização de alguma atividade (CORNMAN *et al.*, 2005; DEMERS *et al.*, 2008; KEDLAYA; KUANG, 2008; WESSELS *et al.*, 2003). Demers *et al.* (2008) realizou uma pesquisa que incluiu o acompanhamento de pacientes aos quais foi recomendado o uso de um dispositivo de tecnologia assistiva. Os pesquisadores descobriram que de 139 participantes, 33,1% relataram ter abandonado o uso do dispositivo. Deste estudo, os usuários de muletas representaram 12,9% dos participantes e foram considerados mais propensos a abandonar o uso do que os demais. Rotularam-se vários padrões e trajetórias no uso de dispositivos de tecnologia assistiva, como o uso continuado *versus* descontinuado, uso único *versus* uso múltiplo, importância primária e secundária, idade, estado físico e mental percebido e diferencial com diagnóstico de reabilitação e uso contínuo. Demers *et al.* (2008) observaram que os participantes mais velhos e aqueles com lesões crônicas ou mais graves eram mais propensos a manter o uso do seu dispositivo.

As pesquisas realizadas acerca da experiência do usuário revelam os desafios mais percebidos, apontando assim oportunidades de melhoria para o desenvolvimento de inovações. Dentre os desafios mais relevantes, aponta-se que as muletas são muito pesadas e

utilizá-las pode se tornar uma tarefa cansativa e ruidosa, segundo DeGarpari (2001). As muletas produzem um ruído significativo devido a seções adjacentes que a tornam ajustável na altura. A menção de despendimento desnecessário de energia para operar as muletas foi comumente encontrada na literatura revisada. As muletas exigem que a área abdominal e o membro superior sejam funcionais e requerem grandes quantidades de energia para o uso (HUANG *et al.*, 2005; KEDLAYA; KUANG, 2008; RAMBANI *et al.*, 2007; SHORTELL *et al.*, 2001).

As muletas axilares e canadenses também criam aos usuários a incapacidade de usarem as extremidades superiores enquanto estão na posição ortostática, tornando-se assim um desafio a realização de atividades e tarefas cotidianas (MANN *et al.*, 2002). A mobilidade física é essencial para a realização das Atividades de Vida Diária (AVD) de muitas pessoas, incluindo a socialização e a transição entre locais. Em um estudo realizado para verificar a correlação da dificuldade de mobilidade com a idade, realizado por Iezzoni *et al.* (2001), verificou-se que 20% dos participantes relataram ter pouca dificuldade, 26,5% afirmaram ter dificuldade moderada, enquanto 48% demonstraram grande dificuldade com a mobilidade durante o uso de muletas, bengalas e andadores. Os dispositivos assistivos relacionados à mobilidade podem de fato atribuir questões de limitações funcionais e de desempenho de AVD, além de que a dificuldade gerada acaba resultando em sentimentos de exclusão, diminuição da independência e outras frustrações (IEZZONI, 2001).

### **2.3.2 Etapa 2: Levantamento de Patentes**

Em 1917, Emile Schlick patenteou uma bengala para caminhada a qual foi a primeira forma de muleta comercializada onde havia na parte superior um apoio para o braço. No entanto, no ano de 1945, A.R. Lofstrand Jr. patenteou o primeiro *design* de muleta ajustável ao peso do usuário. O design de muletas de antebraço é credenciado a Thomas Fetterman, que contraiu poliomielite na década de 50 quando tinha apenas oito anos de idade. Devido aos perigos associados com a utilização contínua das muletas axilares, tais como escorregamento e quedas, além de possíveis danos ao nervo axilar, ele projetou muletas que poderiam ser utilizadas com segurança. Fetterman sabia da necessidade de segurança no uso das muletas com maior aderência ao solo e então desenvolveu uma muleta com uma ponta de gel a fim de absorver os choques. Atualmente, este tipo de muleta conhecida como “Muleta Canadense” é a mais recomendada pelos especialistas ortopédicos e frequentemente usada por pessoas gravemente debilitadas ou com várias outras condições de deficiência graves (HERNIGOU, 2014).



A pesquisa nos bancos de patentes obteve um número significativo de resultados no portal USPTO, diferente dos demais portais onde retornaram poucos resultados, sendo que em alguns não se obteve resultado algum, conforme pode ser visto na Tabela 2-1.

FONTE	Nº DE PATENTES / PALAVRA CHAVE	
	<i>'Modulate Crutch'</i>	<i>'Custom Crutch'</i>
USPTO	18	68
INPI	01	00
Esp@cenet	00	02
WIPO	01	02
CPO	00	00
JPO	00	00
CIPO	00	00

Tabela 2-1. Número de patentes por palavras-chave encontradas na pesquisa aos bancos.

Fonte: Primária.

Desses resultados, apenas 16 foram selecionados, com base no título e na descrição da invenção, utilizando-se como critério para essa seleção o fato de se tratar de um invento similar à proposta ou voltado para o produto 'muleta'. Dentre os selecionados, destacam-se:

- Patente: 7,992,583 / 2011

Título: Sistema reconfigurável e modular de suporte de caminhada 2 em 1.

Descrição: Sistema de suporte para caminhada modular, separável em duas partes. A separação pode ser feita manualmente ou ainda, opcionalmente, pode ser proporcionado um mecanismo de aumento de força para facilitar o desenganche. Propõe-se fornecer acessórios na própria estrutura ou como dispositivos adicionais. O módulo de apoio é fornecido em diferentes cores e decorações, para ajudar a superar o estigma percebido por alguns usuários decorrente do uso do suporte. Trata-se de uma bengala, conforme Figura 2-5 (LISENBY; MARION, 2011).

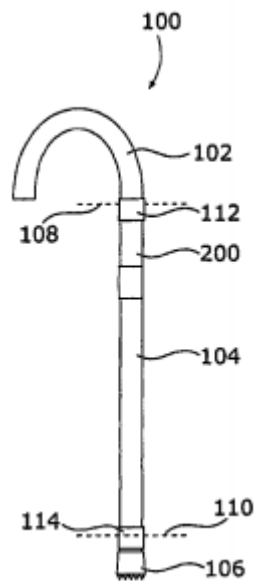


Figura 2-5. Desenho da patente 7,992,583 / 2011. Fonte: Lisenby; Marion, 2011.

- Número da patente: 8,408,224 / 2013

Título: Dispositivo de assistência para caminhar

Descrição: Dispositivo de assistência para caminhar que possui dois módulos. O módulo de suporte possui uma pegador de mão enquanto o segundo módulo conta com um membro de base. A base tem uma superfície arredondada que está configurada para rodar em relação à superfície à medida que o utilizador caminha, como pode ser visto na Figura 2-6 (OZUNA; OZUNA, 2013).

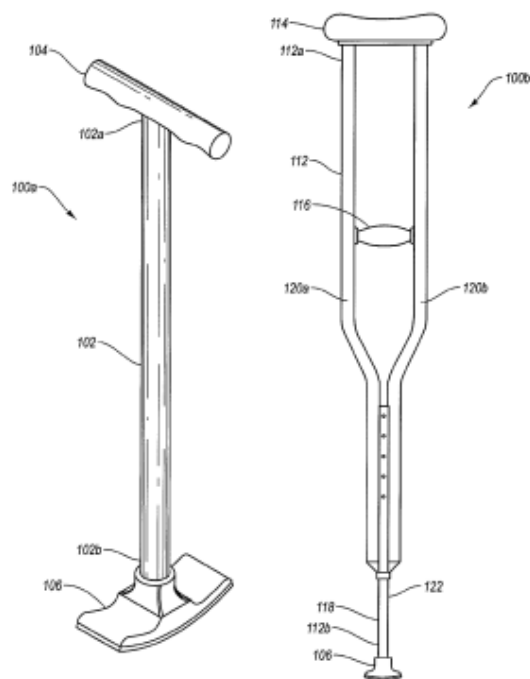


Figura 2-6. Desenho da patente 8,408,224 / 2013. Fonte: Ozuna; Ozuna, 2013

- Número da patente: 8,707,975 / 2014

Título: Muleta

Descrição: Suporte vertical com um pegador de mão articulado e com a extremidade inferior geralmente esférica, conforme Figura 2-7 (LARSON; LESTER, 2014).

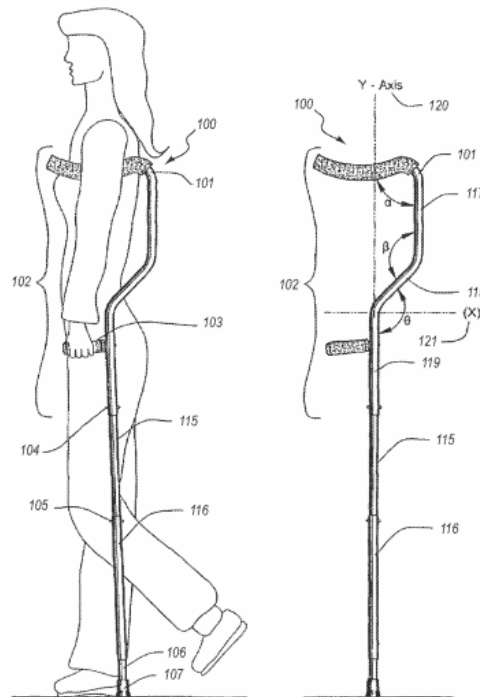


Figura 2-7. Desenho da patente 8,707,975 / 2014. Fonte: Larson; Lester, 2014.

- Número da patente: 9,032,982 / 2015

Título: Aparelho de muleta e método de design e fabricação

Descrição: O aparelho inclui uma pega e um suporte para o antebraço, que estão acoplados a um membro alongado que se estende desde o suporte do antebraço até a superfície (Figura 2-8). A superfície interna do suporte do antebraço e a superfície externa do pegador correspondem a uma representação digital do antebraço e da palma da mão do usuário (SUMMIT; TRAUNER, 2015).

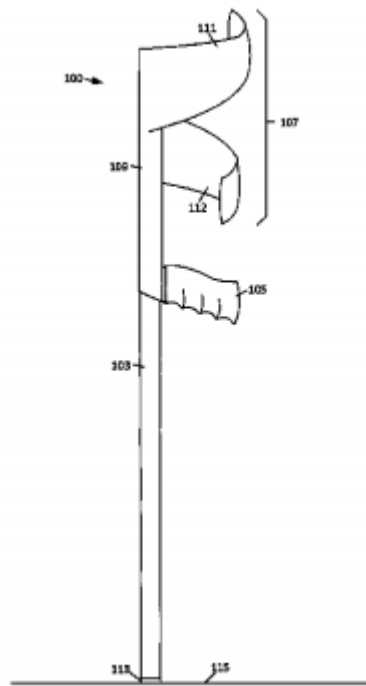


Figura 2-8. Desenho da patente 9,032,982 / 2015. Fonte: Summit; Trauner, 2015.

## 2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as análises realizadas foi possível ganhar uma compreensão acerca de: (i) como os consumidores utilizam dispositivos de muleta recomendados; (ii) principais problemas durante e decorrentes do uso; e (iii) possível descontinuação do uso de muletas como resultado da experiência negativa. A literatura revisada relatou grandes problemas comuns com dispositivos de tecnologia assistiva relacionados à mobilidade e vários tipos de muletas. Como resultado destas análises, há uma necessidade de uma pesquisa mais aprofundada sobre os fatores de uso e necessidade específica do usuário da muleta.

Ficou evidente a existência de uma lacuna a ser explorada na área de desenvolvimento de inovações no produto muleta, tendo em vista que mesmo após ampliar o alcance da pesquisa com o uso da palavra-chave ‘*crutch*’ ainda foram obtidos poucos resultados relacionados. Muitos artigos abordam a temática da dificuldade enfrentada pelos usuários, no entanto existem poucos estudos sobre inovações voltadas para sanar essa problemática.

O objetivo principal traçado foi o de levantar informações quanto aos aspectos educacionais e tecnológicos com a finalidade de subsidiar o desenvolvimento de um novo tipo de muleta. Para tanto, realizou-se um levantamento bibliográfico, por meio do Portal da CAPES, e um levantamento nos principais bancos de patentes. Os resultados obtidos

mostraram que existe uma evolução no desenvolvimento de muletas, no entanto ainda há um espaço a ser explorado para proporcionar significativas melhorias na qualidade de vida das pessoas com necessidade de utilização de muleta(s).

É importante atentar para o estigma social em torno dos usuários de muletas, principalmente os permanentes. Buscar soluções voltadas para essa questão pode ter um impacto social aumentado, além de ocorrer uma possível diminuição no abandono do uso dos dispositivos assistivos pelos usuários.

Propõe-se para estudos futuros o desenvolvimento de inovações no produto muleta, considerando os aspectos ergonômicos, estéticos, sociais, entre outros.

## REFERÊNCIAS

- BERSCH, Rita. Introdução à tecnologia assistiva. Porto Alegre: CEDI, 2013.  
Disponível em: <[http://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)>.  
Acesso em 29/11/2016.
- BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva . – Brasília: CORDE, 2009. 138 p.
- COOK, A. M.; POLGAR, J. M. Assistive Technologies: Principles and Practices. Mosby, Year Book, Inc., 2013.
- CORNMAN, J. C.; FREEDMAN, V. A.; AGREE, E. M. Measurement of assistive device use: Implications for estimates of device use and disability in late life. *The Gerontologist*, 45(3), pp. 347-358, 2005.
- DEGASPARI, J. Lightweight crutches. *Mechanical Engineering*, 123, p. 14, 2001.
- DEMERS, L.; FUHRER, M. J.; JUTAI, J. W.; SCHERER, M.; PERVIEUX, I.; DERUYTER, F. Tracking mobilityrelated assistive technology in an outcomes study. *Assistive Technology*, 20, pp. 73-83, 2008.
- EDELSTEIN, J. E. Assistive Devices for Ambulation, *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, Volume 24, Issue 2, May 2013, Pages 291-303.
- ELDENSTEIN, J. Atlas of Orthoses and Assistive Devices. Canes, Crutches and Walkers. In Hsu, J; Michael, J; Fisk, J (Ed.), *AAOS Atlas of Orthoses and Assistive Devices*, pp. 533-542, Philadelphia, PA: Mosbey Elsevier, 2008.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- HERNIGOU, P. Crutch art painting in the middle age as orthopaedic heritage (Part I: the lepers, the poliomyelitis, the cripples). *International Orthopaedics*. 2014;38(6):1329-1335. doi:10.1007/s00264-013-2266-x.
- HUANG, K.; HSU, W.; LEE, K.; HSU, R. W. Did the use of crutches in an elderly patient activate a dormant subclavian lymphatic malformation? A case report. *Acta Orthopaedica*, 76(5), pp. 725-727, 2005.
- IEZZONI, L. I.; MCCARTHY, E. P.; DAVIS, R. B.; SIEBENS, H. Mobility difficulties are not only a problem of old age. *Journal of General Internal Medicine*, 16(4), pp. 235-243, 2001.
- IEZZONI, L. I.; RAO, S. R.; KINKEL, R. P. Experiences acquiring and using mobility aids among working-age person with multiple sclerosis living in communities in the United States. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(12), pp. 1010-1023, 2010.

KAEMPF, G. Treino de Marcha: pós operatório de cirurgia no joelho. Traumatologia do esporte. Disponível em: <<http://www.gustavokaempf.com.br/index.php/reabilitacao/uso-de-muletas.html>>. Acesso em: 29/11/2016.

KEDLAYA, D.; KUANG, T. Assistive devices to improve independence. 2008. Disponível em: <<http://emedicine.medscape.com/article/325247-overview>>. Acesso em: 27/11/2016.

LARSON, B.; LESTER, K. 2014. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fmetahtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=9&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=custom&s2=crutch&OS=custom+AND+crutch&RS=custom+AND+crutch>>. Acesso em 23/11/2016.

LINDE, K.; WILLICH, S. N. How objective are systematic reviews? Differences between reviews on complementary medicine. *J R Soc Med.*, 96, 17-22, 2003.

LISENBY; MARION. 2011. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fmetahtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=17&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=custom&s2=crutch&OS=custom+AND+crutch&RS=custom+AND+crutch>>. Acesso em 23/11/2016.

MANN, W. C.; GOODALL, S.; JUSTISS, M. D.; TOMITA, M. Dissatisfaction and nonuse of assistive devices among frail elders. *Assistive Technology*, 14, pp. 130-139, 2002.

MERCUR. Muleta Axilar de Alumínio. 2016. Disponível em: <<http://www.mercur.com.br/produtos/visualizar/164/muleta-axilar-de-aluminio>> Acesso em: 30/11/2016.

MUCHE, J.A; MCCARTY, S . Geriatric Rehabilitation.Medscape. 2015. Disponível em: <<http://emedicine.medscape.com/article/318521-overview>>. Acesso em: 29/11/2016.

NAGASAKI, T. et al. Analysis of crutch position in the horizontal plane to confirm the stability of the axillary pad for safe double-crutch walking. *J. Phys. Ther. Sci.* 28: 1438–1442, 2016.

OZUNA, M.; OZUNA, A. 2013. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fmetahtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=13&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=custom&s2=crutch&OS=custom+AND+crutch&RS=custom+AND+crutch>>. Acesso em 23/11/2016.

RAMBANI, R.; SHAHID, M. S.; GOYAL, S. The use of a hands-free crutch in patients with musculoskeletal injuries: Randomized control trial. *International Journal of Rehabilitation Research*, 30(4), pp. 357-359, 2007.

SARTORETTO, M.L.; BERSCH, R. Assistiva: tecnologia e educação. 2014. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>>. Acesso em: 29/11/2016

SHORTELL, D.; KUCER, J.; NEELEY, W. L.; LEBLANC, M. The design of a compliant composite crutch. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 38(1), pp. 23-32, 2001.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SUMMIT, S.; TRAUNER, K. 2015. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&p=1&u=%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html&r=3&f=G&l=50&co1=AND&d=PTXT&s1=custom&s2=crutch&OS=custom+AND+crutch&RS=custom+AND+crutch>>. Acesso em 23/11/2016.

WESSELS, R.; DIJCKS, B.; SOEDE, M. Non-Use of provided assistive technology devices: A literature overview. *Technology and Disability*, 15(4), 231-238, 2003.

WIPO. WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. (2016). Glossário: patente. Acesso em 16 de Setembro de 2016, disponível em [http://www.wipo.int/export/sites/www/standards/en/tracked-changes/08-01-01\\_changes\\_2013.pdf](http://www.wipo.int/export/sites/www/standards/en/tracked-changes/08-01-01_changes_2013.pdf)



### 3 MULETA MODULAR: PROCESSO DE GERAÇÃO DA IDEIA

**Resumo:** A Tecnologia Assistiva é importante para a independência de pessoas com limitações físicas, sendo assim é uma questão-chave identificar e analisar as necessidades dos usuários para o desenvolvimento de novos produtos que atendam a essas características específicas da vida diária. Especificamente no o produto muletas, atualmente os usuários precisam se adaptar às opções existentes no mercado, nos formatos disponíveis. Pensando nisso, o estudo em questão tem o objetivo de apresentar uma solução para melhorias em muletas, entendendo e considerando as reais necessidades dos usuários por meio de uma metodologia eficaz de desenvolvimento de produto: o *Design Thinking*. Com a aplicação de ferramentas propostas por Kumar (2013) foi possível chegar a uma solução de Muleta Modular, dividida em quatro módulos que podem ser customizáveis de acordo com as necessidades de cada usuário. Também se desenvolveu acessórios que atendem necessidades práticas, sendo eles uma bolsa acoplável para carregar pequenos objetos, uma capa acolchoada para a empunhadura e fitas reflexivas. O projeto foi apresentado para diferentes usuários de muletas que receberam a proposta com satisfação e interesse. Uma empresa de produtos ortopédicos também retornou positivamente e o estudo foi apresentado em um programa realizado pela Escola de Engenharia da UFRGS, recebendo a segunda colocação por possuir uma alta capacidade de impacto social e de viabilidade de execução.

**Palavras chave:** desenvolvimento de produto, *design thinking*, muleta, muleta modular.

#### 3.1 INTRODUÇÃO

A Tecnologia Assistiva (TA) desempenha um papel importante para a autonomia das pessoas com necessidades especiais (BÜHLER, 1996) e busca cada vez mais adequar os dispositivos para atender tais necessidades, melhorando assim a qualidade de vida das mesmas (MITTLER, 2007). A TA é importante para a independência de pessoas com limitações físicas e, por isso, é questão-chave identificar e analisar as necessidades dos usuários de muletas, por exemplo, reconhecendo características específicas da vida diária. O envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento é significativo e conhecer as experiências daqueles usuários com longo prazo de uso é fundamental (BÜHLER, 1996).

No caso do mercado atual de muletas do Brasil especificamente, os usuários precisam se adaptar às opções existentes nos formatos disponíveis. Pensando nisso uma equipe multidisciplinar, envolvendo profissionais das áreas de engenharia e saúde, identificou a necessidade de desenvolvimento de muletas customizadas para atender às necessidades específicas dos usuários.

Considerando as possíveis alternativas disponíveis na literatura para auxiliar no entendimento e atendimento das necessidades individuais dos *stakeholders*, a opção de modularização foi identificada como um fator importante na gestão e desenvolvimento de

negócios, utilizada como um meio para aumentar a competitividade das organizações (IBRAHIM *et al.*, 2012). Ela permite trabalhar as melhorias por módulo, reduzindo o custo e a complexidade do desenvolvimento do produto, aumentando a flexibilidade, proporcionando melhorias de produção e reduzindo o descarte de material (MILLER, 1998). A alternativa de modularização pode significar uma preocupação da empresa com a sustentabilidade (SHARMA *et al.*, 2010) e com a percepção do cliente, considerando que a apresentação de diferentes opções de muletas pode aumentar a satisfação do cliente (DU; JIAO; TSENG, 2006).

Para entender as necessidades dos *stakeholders* e chegar às melhores soluções do projeto do produto, é possível ainda utilizar a metodologia do *Design Thinking* (DT), aplicando ferramentas que se baseiam em dados basicamente qualitativos, que possibilitam atender às necessidades diretas dos usuários (KUMAR, 2013). O DT é uma metodologia que está amplamente difundida no mundo dos negócios, com premissas de desenvolvimento de soluções com novas funcionalidades e criando novas experiências, valor e significado para os consumidores (BOER; BONINI, 2015).

O presente estudo tem como tema a Tecnologia Assistiva e sua busca por melhorias na qualidade de vida de pessoas com necessidades físicas especiais. Como justificativa do trabalho, aponta-se que a muleta é um dos equipamentos mais utilizados nos casos de lesões em membros inferiores (MORETZSONH, 2005) e, segundo o mesmo autor, há uma necessidade de melhoria nas muletas atualmente comercializadas, tendo em vista o grande número de lesões causadas pela falta de conforto das mesmas. Além disso, entende-se que a diminuição do estigma social na deficiência deve estar na base do desenvolvimento das Tecnologias Assistivas, atendendo a necessidade latente de satisfação e bem-estar dos usuários (MARTINS, 2009).

Uma pesquisa realizada em bases de dados e de patentes mostrou que existe uma lacuna a ser explorada no desenvolvimento de inovações que atendam às necessidades dos usuários de muletas, tal qual os estudos voltados para a mesma são de forma geral em torno das dificuldades enfrentadas, sem encontrar muitas pesquisas acerca da resolução para as problemáticas apontadas (GRILLO *et al.*, 2016).

Com isso, o objetivo principal do presente estudo é apresentar uma solução de melhoria para muletas, entendendo e considerando as reais necessidades dos usuários por meio de uma metodologia eficaz de desenvolvimento de produto – o *Design Thinking*.

A estrutura deste artigo está dividida em cinco seções. A primeira seção contempla o tema, a justificativa e os objetivos do estudo. A segunda seção apresenta uma breve revisão da

bibliografia, apresentando os principais conceitos da metodologia *Design Thinking* e do método proposto por Kumar (2013). Na seção três são estabelecidos o método de pesquisa e o método de trabalho, na qual as etapas de execução do estudo são descritas. Na quarta seção, são apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação prática em um estudo de caso, a partir do qual serão desenvolvidos os objetivos propostos. Por fim, na última seção, são apresentadas as conclusões e sugestões para estudos futuros.

### 3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente revisão bibliográfica aborda o estado da arte das muletas, a metodologia *Design Thinking* e os métodos propostos por Kumar (2013). Os estudos aqui apresentados visam facilitar a compreensão do produto foco da pesquisa, bem como da metodologia e métodos por meio dos quais inovações possam ser desenvolvidas.

#### 3.2.1 Estado da Arte das Muletas

Existem quatro tipos de muletas: axilar, de tríceps, de plataforma e de antebraço (modelo canadense). Dentre esses tipos, destacam-se as de modelo canadense e axilar, em termos de oferta no mercado e de preferência pelos usuários (RAMBANI *et al.*, 2007). As muletas axilares fornecem apoio da axila para o chão, permitindo uma transferência de 80% do peso corporal do indivíduo. As muletas canadenses, transferem de 40-50% do peso do corpo (KEDLAYA; KUANG, 2008; RAMBANI *et al.*, 2007). Devido a isso, o uso prolongado de muletas acaba gerando lesões e desconfortos, dentre elas podem ser citadas: degeneração da articulação do ombro, lesões nos braços, mãos e áreas peitorais, síndrome do túnel do carpo e inclusive a possibilidade de neuropatias braquiais compressivas (HUANG *et al.*, 2005; RAMBANI *et al.*, 2007; KEDLAYA; KUANG, 2008).

Quanto à experiência vivida pelo usuário e o padrão de uso, existe uma tendência à descontinuação do uso da muleta, conforme relatado em estudo desenvolvido por Demers *et al.* (2005). O abandono do uso se dá tanto pelas lesões causadas no ser humano, quanto pela dificuldade encontrada na realização de atividades cotidianas (CORNMAN *et al.*, 2005; DEMERS *et al.*, 2008; KEDLAYA; KUANG, 2008; WESSELS *et al.*, 2003).

A pesquisa realizada nos bancos bibliográficos e de patentes (GRILLO *et al.*, 2016) apontam que existe uma lacuna a ser explorada, visando desenvolver inovações em muletas com a finalidade de sanar os tantos problemas apontados na bibliografia.

### 3.2.2 *Design Thinking* (DT)

Uma metodologia pode ser definida como o estudo dos métodos cujo objetivo é o de captar e analisar as suas características, avaliar suas capacidades, potencialidades, limitações ou distorções e criticar os pressupostos de sua utilização. Por outro lado, a criatividade, pode ser descrita como a faculdade de quem é criativo, e seria a capacidade de criar coisas novas. Unindo ambos conceitos, teremos a metodologia criativa: uma ciência que estuda os métodos para criação de coisas novas (NITZSCHE, 2012).

De acordo com Brown (2008), o *Design Thinking* é uma metodologia criativa para desenvolvimento de inovações que utiliza a sensibilidade e os métodos dos designers para que qualquer pessoa possa resolver problemas e atender às necessidades dos consumidores com uma tecnologia viável e comercialmente factível. Ele estimula o pensamento não racional e não lógico e o desenvolvimento de empatia e de visão a partir de outros pontos de vista, tanto de outras pessoas como de outras áreas.

O DT é a inovação centrada no usuário, que exige colaboração, interação e abordagens práticas para encontrar as melhores ideias e soluções finais. O caminho para conseguir a solução ideal passa por desvendar a necessidade dos clientes ao avaliar soluções tecnologicamente confiáveis e elaborar uma estratégia de negócio viável, de modo a ser convertido em valor para o consumidor e, em oportunidade de mercado, para a empresa (BROWN, 2009).

Para compreender melhor as propriedades do *Design Thinking* para o desenvolvimento de inovações, é essencial o entendimento de como o *designer* pensa. Isso se dá ao fato de que pelo uso da lógica abdutiva, os *designers* têm a capacidade de identificar problemas e contradições e criar percepções sobre os comportamentos humanos que orientam o desenvolvimento de soluções para as necessidades não satisfeitas (MARTIN, 2009).

Para Brown (2008), o processo de *Design Thinking* gira em torno de três fases fundamentais: inspiração, ideação e implementação (Figura 3-1). Durante essas fases, os problemas são questionados, as ideias geradas e as respostas obtidas. Elas não são lineares, pois podem ocorrer simultaneamente e se repetir para construir as ideias ao longo do percurso da inovação.

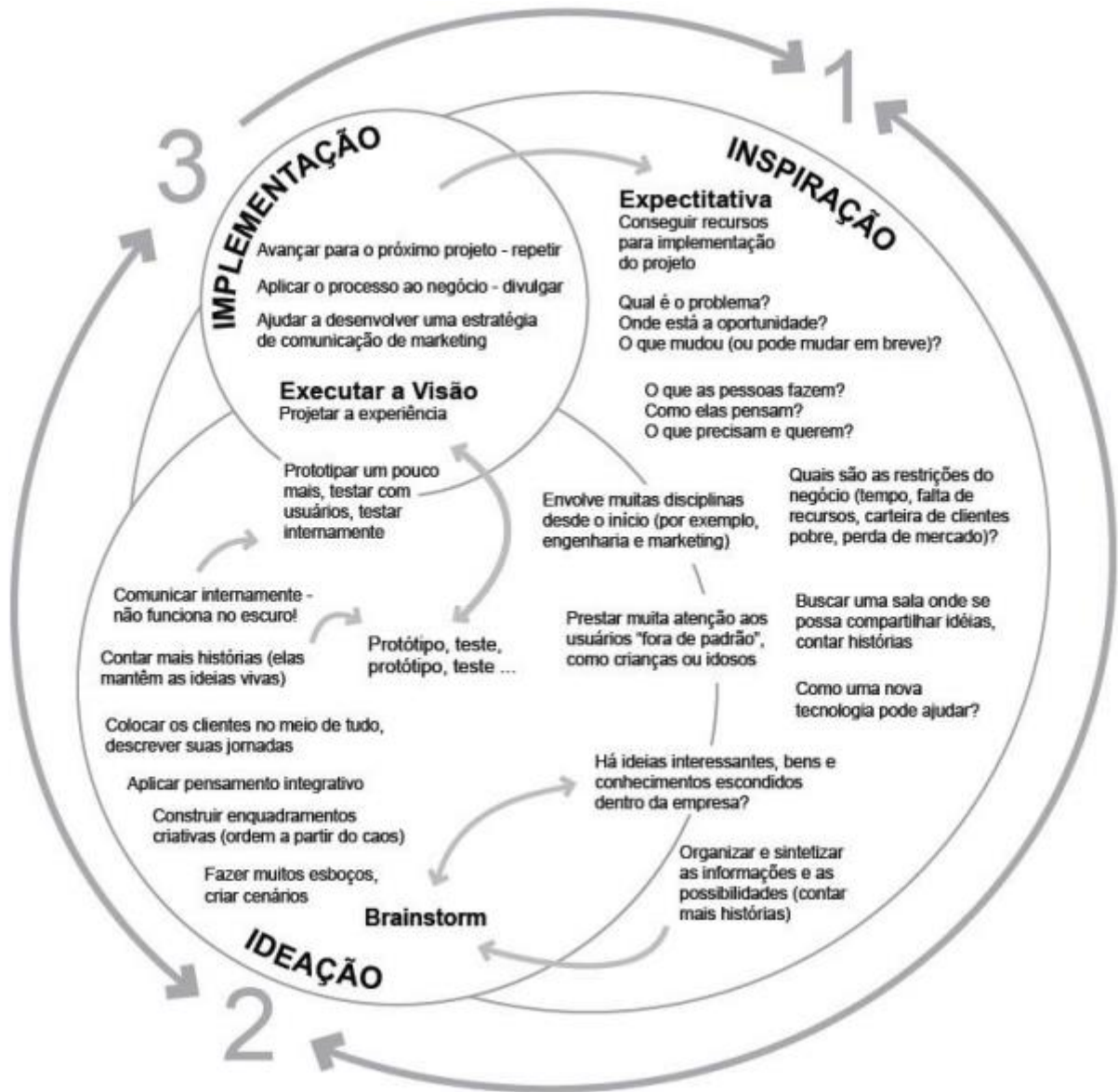


Figura 3-1. Modelo de *Design Thinking* de Brown. Fonte: Brown, 2008.

A fase de 'Inspiração' é quando ocorre a identificação do problema real a ser solucionado ou o desafio (qual é a solução que meus clientes precisam?). A fase de 'Ideação' é a de geração e a prototipação de ideias e conceitos, ao qual surgem inovações sobre os problemas identificados anteriormente. A 'Implementação' é o planejamento do método que irá atingir a realidade futura esperada, como a criação de protótipos de modelos de negócio para avaliar os impactos nas atividades da organização como um todo (BROWN 2008).

Com o intuito de obter os melhores resultados em cada fase, é possível utilizar métodos específicos para cada etapa trabalhada, como proposto por Kumar (2013).

### 3.2.3 Métodos de Kumar

O processo proposto por Kumar (2013) é inovador no *Design*, no qual o mesmo compilou e descreveu ferramentas que visam a inovação. Para isso, ele apresenta sete etapas (Figura 3-2), nas quais podem ser aplicados 101 métodos visando à criação de soluções para problemas abordados.

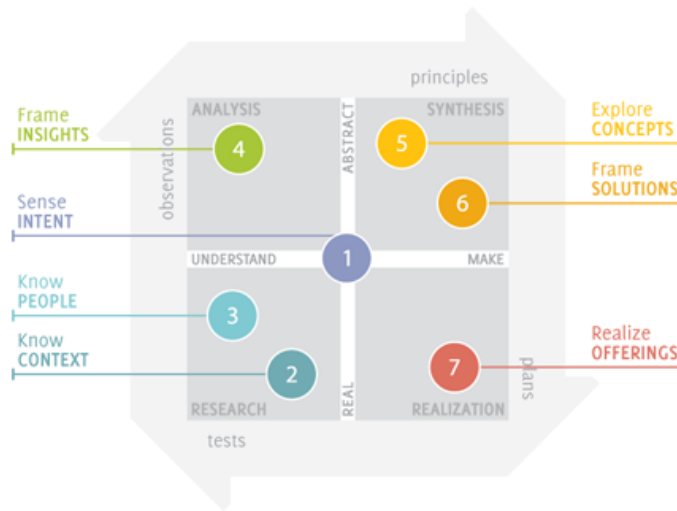


Figura 3-2. Processo inovador no *Design*. Fonte: Kumar, 2013.

Segundo Kumar (2013), Figura 3-2, nesse processo há um polo vertical, pelo qual o pensamento flui entre o abstrato e o real, e um polo horizontal, que vai do entendimento à realização. Além disso, ele também está subdividido em quatro quadrantes, que formam um modelo bem estruturado, sendo eles: Pesquisa (*Research*), Análise (*Analysis*), Síntese (*Synthesis*) e Realização (*Realization*). As etapas estão inseridas no fluxo do processo, sendo elas:

- 1) *Sense Intent* (Declaração da Proposta): descobre-se por onde começar, olhando para todas as mudanças que acontecem no negócio, tecnologia, sociedade, cultura, política, entre outros. Toma-se conhecimento dos últimos acontecimentos e notícias no setor em questão, ajudando a pensar na proposta que irá guiar o projeto e estudando as tendências que podem afetá-lo.
- 2) *Know Context* (Entendendo o Contexto): estuda-se o contexto, as circunstâncias ou eventos que afetam o ambiente no qual está inserido a inovação (produtos, serviços, experiências, marcas, dentre outros). Entende-se a própria organização, olhando também para os concorrentes e suas estratégias em evolução.

- 3) *Know People* (Entendendo o Usuário): busca-se entender as pessoas, sendo elas os usuários finais ou partes interessadas, e as suas interações no cotidiano. Utilizam-se métodos de pesquisa observacionais e etnográficos para aprender mais profundamente sobre as pessoas. É o momento de gerar os *insights* mais importantes, tanto como uma revelação interessante quanto como aprendizagem que surge da observação do comportamento real.
- 4) *Frame Insights* (Estruturando *Insights*): estrutura-se todo o conteúdo encontrado e aprendido nas etapas anteriores, buscando encontrar ideias e padrões que serão importantes para o desenvolvimento da inovação.
- 5) *Explore Concepts* (Explorando Conceitos): coleta-se ideias para identificar oportunidades e explorar novos conceitos, utilizando dos princípios estruturados anteriormente como ponto de partida. Deve-se assegurar que ideias novas sejam geradas através de sessões de colaboração, nas quais os membros da equipe agregam e constroem as ideias sobre os conceitos uns dos outros. Pode-se começar a geração de protótipos iniciais, tanto para fins de discussões da equipe quanto para um *feedback* do cliente.
- 6) *Frame Solutions* (Estruturando Soluções): constrói-se o grande conjunto de conceitos desenvolvidos anteriormente, combinando-os para formar as soluções. Avalia-se cada conceito e identificam-se os que trazem mais valor para as partes interessadas. As descrições das soluções são transformadas em representações (protótipos) para dar à equipe, aos usuários e aos clientes uma sensação real de "o que/como poderia ser".
- 7) *Realize Offerings* (Consolidando a Oferta/Produto): avalia-se as soluções e os protótipos testados para fins de iniciar a fase de implementação. Garante-se que as soluções são construídas em torno das experiências das pessoas e podem fornecer valor real. Definem-se orientações estratégicas viáveis para a implementação do projeto, criando roteiros para mostrar a progressão das soluções nas etapas.

Embora a ideia de processo remeta a algo linear, tal regra não se aplica a essa abordagem, conferindo uma liberdade maior e uma exploração melhor da ideia ao longo do projeto (KUMAR, 2013).

### 3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa é classificada como aplicada do ponto de vista da sua natureza e qualitativa do ponto de vista da abordagem (SILVA E MENEZES, 2000). De acordo com os seus objetivos é explicativa e em relação aos seus procedimentos é um estudo de caso (GIL, 1991), seguindo a metodologia do *Design Thinking*.

Para o desenvolvimento do estudo foram escolhidos alguns métodos dentre os propostos por Kumar (2013) sob o critério de priorização das necessidades dos usuários e por serem aplicáveis dentro das condições disponíveis.

A escolha do método se deu pelo mesmo ir ao encontro ao proposto pelo *Design Thinking*, além de permitir a aplicação de um conjunto mais amplo de ferramentas para o desenvolvimento de um produto inovador. O DT trabalha de forma colaborativa e junto aos seus consumidores, criando assim soluções de alto impacto no mercado por serem criadas de baixo para cima.

A Tabela 3-1 apresenta o método de trabalho proposto, com as etapas do desenvolvimento do produto e seus objetivos, as ferramentas aplicadas e a definição de cada uma delas.



ETAPAS	OBJETIVOS	FERRAMENTAS APLICADAS	DEFINIÇÃO
Imersão Preliminar ( <i>Sense Intent</i> )	Identificar potenciais oportunidades de inovação para assim direcionar a pesquisa e a exploração sobre o tema.	<i>Trends expert interview</i>	Conversa com especialistas buscando identificar tendências, últimos desenvolvimentos e futuros possíveis.
Imersão Profunda ( <i>Know People</i> )	Compreender as atividades, necessidades e motivações das pessoas envolvidas visando suprir tais necessidades e desenvolver um valor novo e significativo.	<i>POEMS</i>	Estuda pessoas ( <i>P-people</i> ), objetos ( <i>O-objects</i> ), ambientes ( <i>E-environments</i> ), mensagens ( <i>M-messages</i> ), e serviços ( <i>S-services</i> ) num contexto.
Análise e Síntese ( <i>Frame Insights</i> )	Identificar novas oportunidades de inovação a partir do <i>know people</i> e <i>know context</i> .	<i>User response analysis</i>	Análise das respostas dos participantes da pesquisa buscando entender os padrões e gerar <i>insights</i> .
Ideação ( <i>Explore Concepts</i> )	Explorar ideias relevantes, gerar conceitos e criar valores centrados nas pessoas e no contexto.	<i>Ideation Session (Brainstorming)</i>	Sessão para geração de ideias com base no conhecimento adquirido sobre as pessoas e o contexto.
		<i>Summary Framework</i>	Criação de um quadro resumindo os insights chave para análise. Contém informações abrangentes para a discussão.
Prototipação ( <i>Frame Solutions</i> )	Criar opções a partir dos conceitos gerados que se encaixem no contexto e atendam às necessidades das pessoas.	<i>Concept Prototype (Mock up)</i>	Desenvolvimento de uma representação do produto, não necessariamente com os materiais finais.
		Protótipo final	Construção de um produto mínimo viável com materiais que poderão ser utilizados no produto final.

Tabela 3-1. Método de trabalho – Etapas do desenvolvimento do produto e as ferramentas aplicadas. Fonte: primária.

Como delimitação da pesquisa, as etapas *Know Context* (Entendendo o Contexto) e *Realize Offerings* (Consolidando a Oferta/Produto) presentes no processo de Kumar (2013) não serão trabalhadas, tendo em vista que o DT suporta que o processo seja desenhado conforme as necessidades do projeto. Tal qual, a etapa de Prototipação proposta no método de trabalho não será explorada neste capítulo, ficando de sugestão para um novo estudo (GRILLO, 2016), detalhando assim suas fases e o produto em si.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta do projeto partiu de uma empresa do setor de produtos ortopédicos situada na Região Sul do Brasil. Foi lançado o desafio de apresentar uma inovação no produto muleta, onde uma equipe multidisciplinar, composta por acadêmicos e profissionais das áreas da saúde e engenharia, trabalhou para buscar uma solução. O desenvolvimento do projeto foi além do desafio, passou também por um programa de empreendedorismo e, por conseguinte, estudar-se-á a viabilidade de implementação.

Com base no processo proposto por Kumar (2013) e, conforme o método de trabalho apresentado na seção anterior, são apresentadas, a seguir, as etapas realizadas e os métodos aplicados com seus respectivos resultados.

#### 3.4.1 Imersão Preliminar

Na etapa de Imersão Preliminar foram identificadas oportunidades de inovação e direcionado o foco da pesquisa.

##### 3.4.1.1 *Trends Expert Interview*

Na etapa de Imersão Preliminar foi utilizada a ferramenta Trends expert interview, que se trata de entrevistar envolvidos a fim de compreender as necessidades e identificar tendências e futuros possíveis. A ferramenta foi aplicada conforme os passos descritos a seguir:

- a) Determinação dos tópicos para entendimento: buscou-se perceber a rotina do entrevistado, as dificuldades que o mesmo enfrenta ou enxerga e os sentimentos associados a cada ponto levantado.
- b) Identificação dos especialistas entrevistados: foram entrevistados usuários de muletas permanentes e temporários, familiares, profissionais da saúde (médico ortopedista e fisioterapeuta) e profissionais do comércio de produtos ortopédicos.
- c) Preparações para a entrevista: optou-se por realizar conversas informais, com alguns tópicos norteadores – como rotina, dificuldades, problemas e percepções – com fins de obter o retorno mais honesto possível e evitando a indução de respostas.
- d) Condução das entrevistas: as entrevistas foram realizadas pessoalmente ou por vídeochamada, sendo todas gravadas e posteriormente transcritas.
- e) Análise e síntese: após a transcrição dos áudios, o grupo se reuniu para elencar as principais percepções obtidas, apresentadas na continuidade da presente seção.

Verificou-se uma distinção na percepção dos usuários permanentes e temporários, os primeiros possuem uma motivação emocional envolvida, pois entendem que é um problema que possuem e precisam lidar com ele o resto da vida. Dessa forma, identificou-se a importância de considerar o conforto emocional que a inovação pode trazer. Também foi possível compreender dificuldades em pequenas atividades do cotidiano, como no carregamento de objetos, ato de subir escadas, utilização de transportes públicos, apoio das muletas quando não estão em uso e prática de exercícios e brincadeiras, principalmente no que diz respeito às crianças, locomoção em terrenos desnivelados, entre outros. Em relação ao conforto, a maior reclamação é para o pegador no punho, pois além de causar calosidades nas mãos, estas também escorregam em dias de temperaturas quentes ou em pessoas que possuem sudorese (suor excessivo). Para sanar esse problema alguns usuários utilizam luvas ou fitas *overgrip* (película sintética utilizada nos cabos de raquetes para absorção do suor e melhor aderência), no entanto não existe uma satisfação com o uso das mesmas, as luvas incomodam e atrapalham nas demais atividades, já as fitas sujam e não trazem o conforto necessário.

Os profissionais da área da saúde, médico ortopedista e fisioterapeuta apontam que as muletas axilares e canadenses são os produtos assistivos que mais atendem a sociedade. Os usuários temporários são uma grande parcela, bem como pacientes neurológicos e amputados. Eles atentam para o grande número de lesões causadas pela falta de ergonomia e conforto, sendo recorrente o tratamento de lesões nos pacientes usuários, o que torna a vivência com as muletas ainda mais difícil.

O ponto de vista dos vendedores de produtos ortopédicos está voltado para o mercado. Segundo os mesmos, os usuários permanentes investem mais nas muletas, porém não encontram muitas opções que se adequem as suas necessidades específicas. A maior parcela de clientes fica por parte dos usuários temporários, no entanto eles não estão dispostos a dispor de um grande investimento, buscando muitas vezes empréstimos ou os serviços de aluguéis.

O problema da falta de adaptabilidade das muletas para as diferentes estruturas corporais e necessidades específicas se mostra latente para todos os entrevistados.

### **3.4.2 Imersão Profunda**

Nesta etapa, o objetivo principal foi o de analisar e compreender as atividades e necessidades das pessoas envolvidas para então desenvolver um valor novo e significativo para o produto.

### 3.4.2.1 POEMS

Com o uso dessa ferramenta buscou-se compreender melhor o contexto e as necessidades dos usuários de muletas, bem como o meio no qual estão inseridos. Para tanto, realizaram-se três fases:

- a) Preparação para saída de campo: preparou-se questionamentos sobre a rotina, atividades cotidianas, dificuldades e sentimentos associados.
- b) Saída de campo: foram feitas três saídas de campo, sendo uma para observar e conversar com usuários e familiares; outra para consultar os profissionais da saúde mais envolvidos: um médico ortopedista e um fisioterapeuta; e a última saída contemplou visitas em lojas de produtos ortopédicos para compreender o serviço.
- c) Entendimento e análise pelo POEMS: após transcrição dos áudios das entrevistas e uma análise e compreensão de cada elemento, preencheu-se o POEMS com as percepções obtidas, conforme é apresentado na Tabela 3-2.

		<b>Entendendo o contexto</b>	<b>Percepções obtidas em campo</b>
<b>Pessoas</b>	<b>P</b>	As principais pessoas envolvidas na utilização de muletas são portadores de necessidades físicas especiais (usuários permanentes) ou pessoas que sofreram algum tipo de trauma (usuários temporários).	Usuários temporários percebem a utilização de muletas como uma experiência nova que permite entender os usuários permanentes. Percebe-se que as mãos estão sempre ocupadas. Usuários permanentes possuem uma questão emocional envolvida muito forte acerca do estigma social existente.
<b>Objetos</b>	<b>O</b>	Os objetos utilizados no uso da muleta são: muleta (obrigatório), luvas para proteção das mãos, sacola para carregar os pertences ou mochila (opcional).	São utilizadas muletas canadense, axilar ou andadores. O objeto escolhido varia conforme a adaptação dos usuários, pois há um padrão já estabelecido. Luvas são usadas mais por usuários permanentes, mas se percebe um incômodo com o uso das mesmas.
<b>Ambientes</b>	<b>E</b>	O ambiente onde os usuários de muletas estão inseridos é qualquer ambiente de circulação e vivência, seja a rua, prédios, casa, shoppings, etc.	Os usuários percebem dificuldades nas tarefas domésticas, subir escadas e para abrir portas. Dificuldade de locomoção nas ruas à noite, por segurança e também em pisos desformes.
<b>Mensagens</b>	<b>M</b>	Pessoas que utilizam muletas pertencem ao grupo com dificuldades de acessibilidade.	Usuário percebe que quando as muletas não estão consigo, é como se faltasse uma parte do seu corpo. Pessoas que usam muletas são vistas como “deficientes”.
<b>Serviços</b>	<b>S</b>	As muletas podem ser compradas, alugadas ou emprestadas.	Há quebras na parte do apoio e perda da borracha de segurança. As muletas são facilmente encontradas no mercado em lojas de produtos ortopédicos, porém sem muitas opções de modelos e marcas.

Tabela 3-2. Desenvolvimento do método POEMS proposto por Kumar (2013). Fonte: primária.

### 3.4.3 Análise e Síntese

Buscou-se nesse momento reunir todas as informações coletadas nas etapas anteriores, analisando-as e transformando-as em ideias.

#### 3.4.3.1 *User Response Analysis*

A ferramenta visa analisar as respostas dos participantes entrevistados anteriormente, tornando assim possível entender os padrões e gerar os *insights*. A Tabela 3-3 mostra a compilação dos pontos identificados.

	Segurança	Estética	Fator de compra	Aspectos negativos	Preço	Qualidade	Social
<b>Respostas – Usuários permanentes e temporários</b>	Em dias de chuva há maior risco de quedas.	Para crianças e jovens percebe-se uma preocupação maior com a estética.	Por adaptação do usuário.	Dificuldade de adaptação com a muleta e execução de tarefas cotidianas. Ocorrência de lesões com o uso.	Usuários permanentes estão dispostos a investir mais em qualidade.	Há valor agregado percebido pela durabilidade da muleta e adaptabilidade do usuário.	Há dificuldades de acessibilidade e estigma social em torno da deficiência.
<b>Respostas – Profissionais da saúde</b>	Muletas canadenses articuladas auxiliam a segurar um copo.	Não foi mencionado.	Cores são mais atrativas. Maior conforto.	Lesões no punho e nervos axilar.	Sistema Único de Saúde (SUS) tem tabela de valores, se a muleta não se enquadrar não atingirá grande parte da população.	Deve existir uma funcionalidade para se adaptar aos diferentes contextos, visando uma maior qualidade de vida.	As muletas fazem parte das tecnologias assistivas. Resistência no uso.
<b>Respostas – Vendedor de produtos ortopédicos</b>	Não foi mencionado.	Crianças e jovens solicitam opções de cores, mas não existem muitas.	Pela pouca diferença existente entre as muletas oferecidas, as pessoas optam pelas mais baratas.	Poucas opções no mercado. Dificuldade de locomoção dos usuários.	Diferença de preço é pequena entre as mais comuns.	Diferença de qualidade em materiais, como o da base de borracha que ocorre desgaste.	Não foi mencionado.

Tabela 3-3. Desenvolvimento do método *User Response Analysis* proposto por Kumar (2013).

Fonte: primária.

Aponta-se como principais padrões a serem considerados: (i) falta de diversidade de produtos disponíveis no mercado; (ii) grande número de lesões e desconforto; (iii) dificuldade de mobilidade e de execução de tarefas cotidianas por parte dos usuários; (iv) estigma social

em torno da deficiência; e (v) falta de adaptabilidade das muletas para os diferentes tipos de estruturas corporais.

### 3.4.4 Ideação

Na etapa de Ideação, que consiste em gerar ideias relevantes e conceitos que criem valores centrados nas pessoas, foi definido o projeto e suas características específicas.

#### 3.4.4.1 Ideation Session (Brainstorming)

Após entender melhor o contexto e as necessidades dos usuários por meio das ferramentas aplicadas anteriormente, a equipe se reuniu para a geração de ideias. As ideias foram propostas de maneira aleatória, com cada integrante apontando os *insights* que tiveram ao longo das experiências e levando em consideração tudo o que estava sendo dito.

Com a listagem das ideias realizada, analisou-se uma a uma, descartando as inviáveis, sob critérios factibilidade e coerência com o escopo do projeto, e selecionando assim as melhores propostas. As melhores ideias foram analisadas e classificadas de acordo com fatores como: viabilidade econômico-financeira e de produção, interesse do cliente, atendimento às necessidades do usuário (satisfação) e nível de inovação. Desta forma foi selecionada a ideia que resultou no projeto a ser desenvolvido pela equipe: uma muleta modular e customizável.

Após definida a ideia principal do projeto, realizou-se um novo *brainstorming*, desta vez para levantar novas ideias e *insights* específicos para as características do produto, passando para a próxima ferramenta para a análise deste levantamento e as determinação das características: o *Summary Framework*.

#### 3.4.4.2 Summary Framework

O método tem o intuito de analisar os *insights* gerados, identificando e definindo assim as características do produto. A Tabela 3-4 apresenta as ideias levantadas durante o *Brainstorming* realizado, agrupadas segundo o seu foco e selecionadas após a discussão e a análise, levando em conta os mesmos fatores considerados anteriormente: viabilidade econômico-financeira e de produção, interesse do cliente, atendimento às necessidades do usuário (satisfação) e nível de inovação. Estas ideias compõe a nova proposta de muleta a ser apresentada.

Produto	Módulos	Mercado	Acessórios
Uma muleta com	Módulo Haste em	Desenvolvimento de	Capa acolchoada para a

quatro módulos: Braçadeira, Empunhadura, Haste e Base	bambu	acessórios que atendam às necessidades	Empunhadura
Substituir a peça reflexiva na Empunhadura por adesivo refletor (a peça cai com frequência)	Módulos Empunhadura e Base em diferentes formatos	Vender módulos e acessórios em farmácias	Bolsa especial para acoplar na Haste
Encaixes fáceis de manipular entre os módulos	Módulo Braçadeira em diferentes cores e estampas (principalmente as infantis)	Apresentação em módulos no mercado, o cliente monta na hora da compra	Fita reflexiva para a Haste e para a Empunhadura
	Uso de materiais alternativos e ecológicos em todos os módulos		

Tabela 3-4. Desenvolvimento do método *Summary Framework* proposto por Kumar (2013).

Fonte: primária.

Tendo em vista todos os pontos listados, definiu-se que a Muleta Modular deve possuir quatro módulos: (i) braçadeira, (ii) empunhadura, (iii) haste e (iv) base, conforme apresentado na Figura 3-3. Cada módulo pode ser oferecido com múltiplas opções, que variam em fatores como: cor, *design*, formato, material e ergonomia. Além disso, definiu-se também o desenvolvimento de alguns acessórios com o objetivo de atenderem necessidades específicas de um novo segmento/nicho de mercado. Os acessórios a serem desenvolvidos são: capa acolchoada para o empunhadura, bolsa especial acoplável e fitas reflexivas.

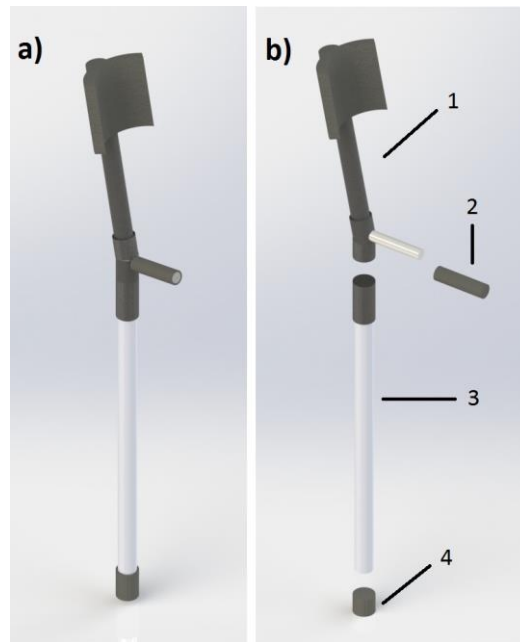


Figura 3-3. Muleta Modular: a) vista isométrica; b) vista explodida – 1 – módulo braçadeira, 2 – módulo empunhadura, 3 – módulo haste e 4 – módulo base. Fonte: primária.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo visou apresentar uma proposta de melhorias em muletas, levando em consideração as reais necessidades do usuário. Ao utilizar como base a metodologia do *Design Thinking* e os métodos propostos por Kumar (2013), chegou-se na solução de uma Muleta Modular, atendendo com satisfação o objetivo proposto.

O diferencial do produto apresentado neste estudo está na possibilidade da organização ter soluções viáveis e vendáveis, com possível redução do custo de fabricação e, conseqüentemente, de variação do valor do produto. A modularização da muleta permite que os módulos sejam trabalhados unitariamente e muletas customizadas possam ser oferecidas para os clientes, atendendo às necessidades individuais dos usuários e melhorando assim a satisfação dos mesmos com o produto.

Uma vez que não foram alterados os fundamentos do produto, o projeto se torna executável considerando que as empresas fabricantes não precisariam fazer grandes modificações no seu processo produtivo e maquinário atual. Além disso, a organização pode explorar a vendabilidade do produto, criar novos acessórios e novos nichos de mercado. Além de aumentar o mix de produtos, é possível explorar novos pontos de vendas, como, por exemplo, farmácias, que já comercializam contenções elásticas e outros produtos ortopédicos de menor porte.



Como forma de validação da ideia, o projeto foi apresentado para diferentes usuários de muletas, que receberam a proposta com surpresa e satisfação, principalmente em relação às soluções advindas dos acessórios desenvolvidos, resolvendo problemas da vida cotidiana. A empresa de produtos ortopédicos, proponente do desafio que deu início ao projeto, retornou positivamente, estando a Muleta Modular entre as melhores entregues. Por fim, o projeto também foi apresentado em um programa realizado pela Escola de Engenharia da UFRGS em conjunto com uma empresa voltada para o empreendedorismo, recebendo a segunda colocação por possuir uma alta capacidade de impacto social e de viabilidade de execução.

Como sugestão de estudos futuros, propõe-se uma continuação do projeto ao desenvolver a etapa de Prototipação, especificando os requisitos do produto, detalhando as suas fases e apresentando um produto mínimo viável (GRILLO, 2016).

## REFERÊNCIAS

- BOER, G., & BONINI, L. (2015). Design thinking: uma nova abordagem para inovação. Acesso em 14 de junho de 2015, disponível em Terra Forum Consultores: <http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/artigo-designthinking.pdf>
- BROWN, T. Design Thinking. Harvard Business Review. June, 2008.
- BROWN, T. Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation. New York: HarperCollins, 2009.
- BÜHLER, C. “Approach to the Analysis of User Requirements in Assistive Technology”, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.17, No.2, 1996, pp 187-192.
- CORNMAN, J. C.; FREEDMAN, V. A.; AGREE, E. M. Measurement of assistive device use: Implications for estimates of device use and disability in late life. The Gerontologist, 45(3), pp. 347-358, 2005.
- DEMERS, L.; FUHRER, M. J.; JUTAI, J. W.; SCHERER, M.; PERVIEUX, I.; DERUYTER, F. Tracking mobilityrelated assistive technology in an outcomes study. Assistive Technology, 20, pp. 73-83, 2008.
- DU, X., JIAO, J., TSENG, M. M. “Understanding Customer Satisfaction in Product Customization”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.31, No.3-4, 2006, pp 396-406.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- GRILLO, A. Muleta Modular: Processo de prototipação. Dissertação de Mestrado – UFRGS, 2016.
- GRILLO, A.; SANTOS, G. Muleta Modular: Revisão bibliográfica e de patentes. Dissertação de Mestrado – UFRG, 2016.
- HUANG, K.; HSU, W.; LEE, K.; HSU, R. W. Did the use of crutches in an elderly patient activate a dormant subclavian lymphatic malformation? A case report. Acta Orthopaedica, 76(5), pp. 725-727, 2005.
- IBRAHIM, A., SABARI, R., AMLUS, M. H., ARIFFIN, A. S., NAIMAH, A., MOKHTAR, S. “Factors That Contribute in Successful Implementing of Modularity Product : Study of Manufacturing Firm in Malaysia.”, Proceedings of the Knowledge Management International Conference (KMICe) 2012, Johor Bahru, Malaysia, 2012, pp 583–586.
- KEDLAYA, D.; KUANG, T. Assistive devices to improve independence. 2008. Disponível em: <<http://emedicine.medscape.com/article/325247-overview>>. Acesso em: 27/11/2016.
- KUMAR, V. “101 Design Methods: A Structured Approach for Driving Innovation in Your Organization”, John Wiley & Sons New Jersey, 2013.

MARTIN, R. L. The design of business: why design thinking is the next competitive advantage. Boston, MA, USA: Harvard Business Press, 2009.

MARTINS, J. A. “Aspectos da experiência da deficiência física: uma abordagem sócio-antropológica”, Thesis (master’s degree), Universidade Federal de Mato Grosso, 2009.

MILLER, T. D. “Defining Modules, Modularity and Modularization Evolution of the Concept in a Historical Perspective”, Proceedings of the 13th IPS Research Seminar, 1998, pp 1–19.

MITTLER, J. “Assistive Technology and IDEA: Regulations.”, Technology Integration: Providing Access to the Curriculum for Students with Disabilities, Long Island University, 2007, pp 81–85.

MORETSZONH, O. “Os auxiliares da marcha. Uso de muletas, bengalas e andadores”, Campinas, 2005.

NITZSCHE, R. “Afinal, o que é design thinking?”, São Paulo: Rosari, 2012.

RAMBANI, R.; SHAHID, M. S.; GOYAL, S. The use of a hands-free crutch in patients with musculoskeletal injuries: Randomized control trial. International Journal of Rehabilitation Research, 30(4), pp. 357-359, 2007.

SHARMA, A., IYER, G. R., MEHROTRA, A., KRISHNAN, R. “Sustainability and Business-to-Business Marketing: A Framework and Implications”, Industrial Marketing Management, Vol.39, No.2, 2010, pp 330–341.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

WESSELS, R.; DIJCKS, B.; SOEDE, M. Non-Use of provided assistive technology devices: A literature overview. Technology and Disability, 15(4), 231-238, 2003.

## 4 MULETA MODULAR: PROCESSO DE PROTOTIPAÇÃO

**Resumo:** O desenvolvimento de uma inovação deve, além de ser alinhada com as estratégias da empresa, atender as necessidades dos usuários, principalmente em termos de inovações em Tecnologia Assistiva. A metodologia do *Design Thinking* vem ao encontro com essa proposta, trazendo modelos que definem o problema diretamente com o usuário final, gerando ideias que são validadas também junto ao usuário. No processo da concepção da ideia, a prototipagem é essencial, visto que tangibiliza o produto ou serviço, permitindo visualizar o conceito, identificar oportunidades de melhorias e criar novas soluções. O presente estudo tem como objetivo desenvolver o processo de prototipação de uma Muleta Modular, produto resultante da pesquisa realizada anteriormente, além dos acessórios desenvolvidos com o objetivo de atender necessidades específicas. O processo de prototipação passou pela etapa de *Mock up*, da pré-prototipação com materiais alternativos, até chegar a um produto mínimo viável.

**Palavras chave:** desenvolvimento de produto, *design thinking*, muleta, muleta modular, protótipo, prototipação.

### 4.1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma inovação requer que a mesma seja tecnologicamente viável, condizente com a estratégia de negócios da empresa assim como uma oportunidade de mercado e convertida em valor para o cliente (BROWN, 2008). Neste sentido, a metodologia do *Design Thinking* – DT supre essa necessidade, inovando principalmente ao introduzir novos significados aos produtos, serviços ou relacionamentos (VIANNA *et al.*, 2012).

Brown (2008) sugere um modelo no qual a metodologia é apresentada em três fases: i) inspiração, onde há um processo de descoberta centrado no ser humano; ii) ideação, no qual ocorrem atividades de geração, desenvolvimento e testes de ideias; e iii) implementação, na qual é realizado o mapeamento de um caminho para se chegar ao mercado. Durante as fases, o problema para o qual se busca uma solução é questionado, ideias são geradas e soluções são propostas, sendo que não são necessariamente lineares, podendo ocorrer simultaneamente ou se repetirem, até se chegar a soluções inovadoras (BONINI; SBRAGIA, 2011; BROWN, 2008).

A fase de ideação parte dos problemas levantados na fase anterior para gerar ideias e conceitos, desenvolvendo-se protótipos que tem como função levantar os pontos fortes e fracos do projeto (BONINI; SBRAGIA, 2011). A prototipagem é essencial do processo de concepção da ideia, visto que transforma uma ideia em algo tangível e, muitas vezes, em

modelos experimentais, permitindo visualizar o conceito, identificar oportunidades de melhorias e criar novas soluções (BROWN, 2008; LIEDTKA, 2011).

Foi desenvolvido anteriormente um estudo no qual se buscou uma melhoria incremental para o produto muleta com o uso da metodologia do *Design Thinking* (GRILLO *et al.*, 2016-1). Após a aplicação de métodos propostos por Kumar (2013), como resultado da pesquisa, chegou-se a uma Muleta Modular – composta por quatro módulos, além do desenvolvimento de acessórios que visam atender necessidades específicas dos usuários de muletas.

O presente estudo tem como tema a prototipação de ideias para a Muleta Modular, utilizando a metodologia do *Design Thinking*. Como justificativa do trabalho, aponta-se que a realização de protótipos durante as fases de desenvolvimento de produtos reduz as incertezas do projeto, pois os mesmos são uma forma ágil de abandonar alternativas que não são bem recebidas, tornando a solução de problemas mais assertiva (VIANNA *et al.*, 2012). Portanto, o objetivo principal do presente estudo é desenvolver o processo de prototipação da Muleta Modular (GRILLO *et al.*, 2016-1), passando pela etapa de *Mock up*, ou seja, da pré-prototipação, visando chegar a um produto mínimo viável.

A estrutura deste artigo está dividida em cinco seções. A primeira seção contempla o tema, a justificativa e o objetivo do estudo. A segunda seção apresenta uma breve revisão da bibliografia, apresentando o estado da arte das muletas, os principais modelos da metodologia *Design Thinking* e os conceitos de prototipação. Na seção três são estabelecidos o método de pesquisa e a descrição das etapas de execução do estudo. Na quarta seção, são apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação prática, onde serão desenvolvidos os objetivos propostos. Por fim, na última seção, será apresentada a conclusão e sugestões para estudos futuros.

#### 4.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica em questão trata do estado da arte das muletas, da metodologia *Design Thinking* e dos conceitos e métodos de prototipação. Os estudos apresentados tem o intuito de facilitar a compreensão do produto foco da pesquisa, assim como da metodologia e da importância da prototipação no desenvolvimento de novos produtos.

#### 4.2.1 Estado da Arte das Muletas

As muletas existem há mais de 5.000 anos sendo, muito provavelmente, uma das ferramentas ortopédicas mais antigas do mundo (HERNIGOU, 2014; SHORTELL et al., 2001). Os materiais mudaram, porém a *design* geral da muleta é basicamente o mesmo desde o início, mantendo-se uma ou duas barras paralelas com suportes para axila ou antebraços. Esse *design* causa alguns problemas para os usuários, como gasto energético pela dificuldade do uso, lesões causadas pela ergonomia e movimentos repetitivos e dificuldade de movimentação e realização de atividades diárias.

Dentre os modelos existentes, os mais comumente utilizados são: o axilar e o canadense. As muletas canadenses são feitas normalmente de alumínio cobertas por vinil e possuem a altura ajustável. A extremidade aberta do manguito é colocada na face lateral do antebraço, permitindo assim a flexão do cotovelo e agarrar sem deixar cair a muleta. A parte superior da muleta é inclinada a 20°, proporcionando assim um ajuste confortável e estável. A muleta canadense acaba sendo uma das mais utilizadas, pois a caminhada é mais fácil e segura já que o apoio do antebraço estabiliza o punho suportando melhor o peso do indivíduo (EDELSTEIN, 2013; ELDEINSTEIN 2008; MUCHE; MCCARTY, 2015).

A pesquisa nos bancos de patentes feita por Grillo *et al.* (2016-2) mostrou uma precariedade no desenvolvimento de inovação em muletas. No entanto, foi apresentado que as patentes existentes tentam suprir os problemas ergonômicos e causadores de lesões, não considerando outros fatores como facilitação para atividades da rotina e diminuição do estigma social existente para os usuários.

Uma patente depositada nos EUA (LISENBY; MARION, 2011) apresentou uma bengala separável em duas partes, com a possibilidade de fornecimento de acessórios, além de propor fornecê-la em diferentes cores e decorações, pensando no estigma decorrente. No entanto, se acredita que uma separação em mais partes seria um projeto mais robusto, tendo em vista que existiria mais possibilidade de customização e adaptação das necessidades específicas de cada usuário.

#### 4.2.2 *Design Thinking* (DT)

O DT está sendo difundido no mundo dos negócios, com premissas de desenvolvimento de soluções com novas funcionalidades e criando novas experiências, valor e significado para os consumidores (BOER; BONINI, 2015). Não existe apenas um modelo para o *Design Thinking*, encontrando-se na literatura diferentes propostas com níveis variáveis de sucesso.

Brown (2009) foi um dos primeiros autores a exercer uma tentativa de definição e aplicação deste conceito à dimensão da gestão. Segundo este autor, o processo de DT ocorre em um sistema de três fases, sendo elas: inspiração, ideação e implementação, enfatizando o fato de este ser um modelo de forma circular, e de existir a possibilidade de avançar e retroceder entre as várias fases (Figura 4-1). Nesse conceito, o modelo principia na “inspiração”, sendo este o ponto onde ocorre o reconhecimento da existência de um problema, e subseqüentemente uma oportunidade; em seguida vem a fase de “ideação”, onde surgem diversas possibilidades de resposta ao problema; e, por fim, a fase de “implementação”, que ocorre a implementação da ideia, e a conseqüente aprendizagem decorrente dessa aplicação (BROWN, 2009).

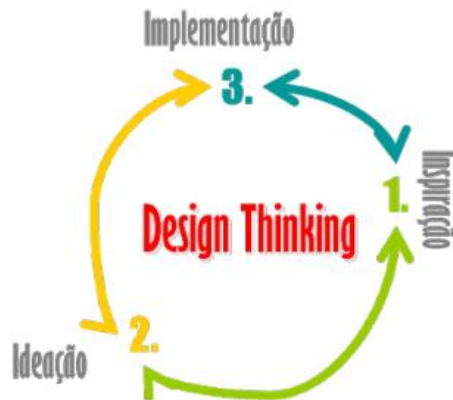


Figura 4-1. Modelo de *Design Thinking* de Brown. Fonte: Brown, 2009.

Um outro modelo é apresentado por Clark e Smith (2008), que entendem o DT como uma metodologia de resolução de problemas passível de ser aplicada às mais diversas áreas, sendo responsável por desenvolver sensibilidades e inteligências nos profissionais que a utilizam, podendo-se destacar: a inteligência emocional, relacionada com a empatia; a inteligência integrativa, relacionada com a capacidade de aglomerar diferentes ideias, trabalhando os detalhes e especificidades sem perder o foco no objetivo principal; e a inteligência experimental, relacionada com a capacidade de aprender com a experimentação. O modelo em questão se divide em cinco etapas (Figura 4-2), sendo elas: (i) compreensão do problema, (ii) observação do cliente, (iii) conceptualização da solução a ser colocada em prática, (iv) validação da solução selecionada, e (v) implementação da solução escolhida; sendo que entre a fase de observação do cliente e validação da ideia poderão existir loops iterados (CLARK; SMITH, 2008).

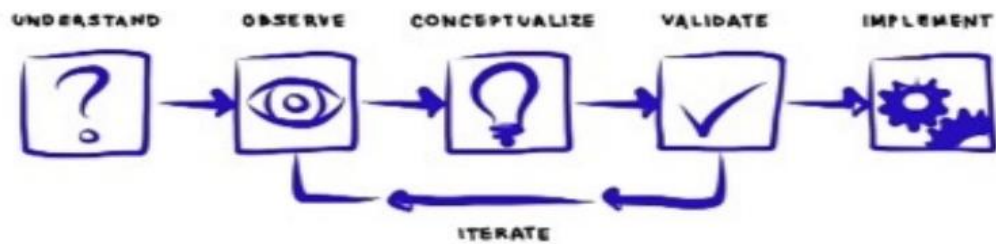


Figura 4-2. Modelo de *Design Thinking* de Clark e Smith. Fonte: Clark e Smith, 2008.

Lindberg *et al.* (2010) apresenta um modelo cujo principal objetivo é estabelecer um equilíbrio entre a flexibilidade e sequencialidade, sendo por isso apresentado de uma forma linear, porém com possibilidades de *loop* para pontos precedentes do modelo. Dessa forma, o modelo apresentado por estes autores (Figura 4-3) é constituído por seis fases: as duas primeiras fases (Entender e Observar) focam na análise do problema, sendo de grande importância por permitirem uma melhor compreensão e conseqüentemente melhores soluções geradas, além de ser necessário o uso de empatia para ganhar um novo ponto de vista, essencial em uma abordagem holística. A fase seguinte (Definir) consiste em sistematizar as informações recolhidas e definir o problema. Por conseguinte, nas fases de Idealizar e Prototipar são criadas as soluções criativas para a resolução do problema, e respectivos protótipos são construídos. Na última fase (Testar), testam-se os protótipos em contexto real, observando-se e realizando correções quando necessário (LINDBERG *et al.*, 2010).

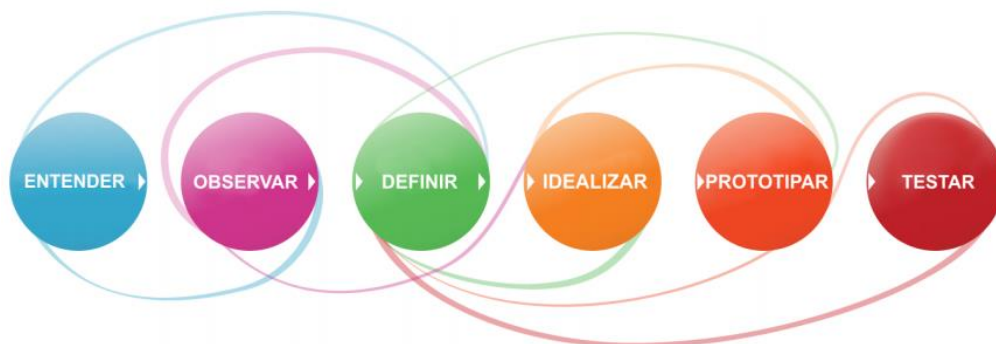


Figura 4-3. Modelo de *Design Thinking* de Lindberg. Fonte: Lindberg, 2010.

Pode-se verificar que com o passar do tempo e, conseqüentemente, com o amadurecimento da metodologia no mercado, os modelos vão se tornando mais detalhados em termos de fases, atentando cada vez mais para a importância da prototipação das ideias como forma de identificar pontos a serem melhorados mais rapidamente, como pode ser visto na subseção que segue.



### 4.2.3 Prototipação

O *Design Thinking* tem como característica incorporar as percepções do cliente em profundidade e estimular a prototipagem rápida, além de ser um método essencialmente otimista, construtivo e experimental, focado nas necessidades das pessoas que irão utilizar o produto ou serviço (BROWN, 2010; BROWN; WYATT, 2010). No DT estimula-se o desenvolvimento de protótipos aos trabalhar nas possíveis soluções, pois dessa forma torna-se possível identificar falhas que somente na prática podem ser vistas, otimizando o tempo e o esforço necessários para gerar informações úteis ao desenvolvimento (KUMAR 2013; BOER; BONINI, 2015; RAZZOUK; SHUTE, 2012).

A produção de uma ideia exige testes extensivos para verificar certos atributos antes de comprometer todos os recursos com base apenas nas decisões tomadas nas fases iniciais do processo. Ao longo do processo de desenvolvimento do produto (PDP), várias formas de representação são empregadas sob a forma de protótipos, sejam eles 2D ou 3D, físicos ou não. O papel desses protótipos é antecipar possíveis problemas, reduzir as incertezas ao mínimo durante o processo e facilitar a comunicação entre designers, clientes, fabricantes e demais envolvidos (GIACAGLIA *et al.*, 2011).

Collins (2001) define *Mock up* como “um modelo de trabalho em grande escala de uma máquina, etc, para testes, pesquisas, etc” e Protótipo como “uma das primeiras unidades fabricadas de um produto, que é testado para que o design possa ser alterado, se necessário antes de o produto é fabricado comercialmente”.

Para Vianna *et al.* (2012), prototipar é “tangibilizar uma ideia, a passagem do abstrato para o físico de forma a representar a realidade - mesmo que simplificada - e propiciar validações”. Os autores também afirmam que a prototipação pode acontecer em paralelo às outras fases, ou seja, conforme as ideias forem surgindo elas podem ser testadas e, se validadas, até implementadas antes do projeto terminar.

Quanto à concepção e engenharia de produtos, Naveiro e Romeiro Filho (2010) definem alguns modelos físicos e virtuais de protótipos:

- Protótipo virtual ou modelo eletrônico: modelo de computador 3D, usado para visualização geral, verificação de montagem e/ou simulações funcionais;
- Maquete/*Mock up*: representação parcialmente funcional de um produto para simulação de uso e estética e avaliação ergonômica;
- Modelo de escala: representação não-funcional, geralmente em escala reduzida, para a avaliação geral do produto;

- Protótipo: modelo funcional com as características do produto pretendido para testes de campo e de consumo antes da sua produção em série.

Quanto aos tipos de protótipos possíveis de construir, *Vianna et al.* (2012) apontam:

- Papel: representações de interfaces gráficas com diferentes níveis de fidelidade, desde um desenho à mão até uma embalagem com detalhes finais de texto e cores.
- Modelo de volume ou *Mock up*: representações de produtos que podem variar os níveis de fidelidade; esses protótipos têm a aparência do produto final, mas ainda não é funcional. Atualmente são protótipos feitos com o uso das impressoras 3D, ou então montagens com materiais alternativos.
- Encenação: simulação improvisada de uma situação para encenar aspectos de um serviço, podendo representar desde a interação de uma pessoa com uma máquina até um simples diálogo (*storyboard*). Ideal para que terceiros visualizem a proposta de produto ou serviço – como ele seria na prática.
- Protótipo de serviços: simulação de artefatos materiais, ambientes ou relações interpessoais que representem os aspectos de um serviço, de forma a simular a prestação da solução proposta, mostrando assim os aspectos abstratos dos serviços.

#### 4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa é classificada como aplicada do ponto de vista da sua natureza e qualitativa do ponto de vista da abordagem (SILVA E MENEZES, 2000). De acordo com os seus objetivos é exploratória e em relação aos seus procedimentos é um estudo de caso (GIL, 1991), seguindo a metodologia do *Design Thinking*.

Esse estudo se dá como continuidade da pesquisa desenvolvida por Grillo *et al.* (2016-1), onde foram escolhidas algumas ferramentas propostas por Kumar (2013), sob o critério de priorizar as necessidades dos usuários e sua aplicabilidade, com a finalidade de desenvolver melhorias para o produto muleta. O resultado da aplicação de cada ferramenta, para a Muleta Modular desenvolvida pode ser visto na Tabela 4-1.

O método utilizado (KUMAR, 2013) vai de encontro à metodologia *Design Thinking*, visto que trabalha de forma colaborativa e junto aos seus consumidores, criando assim soluções de alto impacto no mercado. Além disso, a proposta da própria metodologia salienta

a aplicação de um conjunto mais amplo de ferramentas para o desenvolvimento de um produto inovador, trazendo um aprofundamento no conhecimento do setor ao qual está inserido.

FERRAMENTAS APLICADAS	DEFINIÇÃO	RESULTADOS	INSIGHTS
<i>Trends expert interview</i>	Conversa com especialistas buscando identificar tendências, últimos desenvolvimentos e futuros possíveis.	Realizadas entrevistas com fisioterapeutas, usuários de muletas e atendente de loja de produtos ortopédicos. Verificou-se a importância do conforto emocional para os usuários, principalmente os permanentes. Muletas axilares e canadenses são as que mais atendem a sociedade. O perfil temporário é uma grande clientela, bem como pacientes neurológicos e amputados.	As muletas devem ser seguras para os usuários;  Desenvolvimento de acessórios para atender necessidades específicas;  Muletas confortáveis para uso temporário ou contínuo;  Personalização de muletas para criar uma identificação com o usuário.
<i>POEMS</i>	Estuda pessoas ( <i>P-people</i> ), objetos ( <i>O-objects</i> ), ambientes ( <i>E-environments</i> ), mensagens ( <i>M-messages</i> ), e serviços ( <i>S-services</i> ) num contexto.	P: usuários permanentes ou temporários. O: muleta, luvas para proteção das mãos, sacola para carregar os pertences. E: qualquer ambiente de circulação e vivência, seja a rua, prédios, casa, shoppings, etc. M: grupo com dificuldades de acessibilidade. S: muletas podem ser compradas, alugadas ou emprestadas.	Muletas que possibilitem abrir portas, subir escadas, carregar celular, andar em terrenos disformes;  Há quebras na parte do apoio e perda da ponteira (borracha de segurança);  Necessidade de maior conforto para as mãos.
<i>User response analysis</i>	Análise das respostas dos participantes da pesquisa buscando entender os padrões e gerar <i>insights</i> .	Foram entrevistados usuários, profissionais da saúde e uma vendedora de loja de produtos ortopédicos. Foi salientada a importância da funcionalidade no sentido de adaptar-se aos diferentes contextos onde a pessoa está inserida, aumentando a qualidade de vida. Há valor agregado percebido pela durabilidade da muleta.	Customização da muleta pode contribuir positivamente na adaptabilidade do usuário;  Produto mais diversificado, tanto em relação a materiais quanto a formatos;  Uma pequena bolsa pode ser acoplada para carregar utensílios, como o celular, por exemplo.
<i>Ideation Session (Brainstorming)</i>	Sessão para geração de ideias com base no conhecimento adquirido sobre as pessoas e o contexto.	As ideias foram propostas de maneira aleatória, com cada integrante apontando os <i>insights</i> que tiveram ao longo das experiências. Analisou-se uma a uma, descartando as inviáveis e selecionando assim as melhores propostas.	Muleta dobrável (dimensão reduzida para carregar ou guardar);  Utilização do bambu;  Possibilidade de acessórios, diferentes cores, diferentes tamanhos.
<i>Summary Framework</i>	Criação de um quadro resumindo os <i>insights</i> chave para análise. Contém informações abrangentes para discussão.	Os <i>insights</i> gerados anteriormente foram analisados, definindo-se as características específicas do produto. Definiu-se os quatro módulos da muleta e os acessórios a serem desenvolvidos.	Módulos: braçadeira, empunhadura, haste e base.  Acessórios: capa acolchoada para a empunhadura, bolsa acoplável e fitas reflexivas.

Tabela 4-1. Ferramentas aplicadas no desenvolvimento da Muleta Modular e seus respectivos resultados. Fonte: primária.

Considerando os resultados obtidos com a aplicação das ferramentas propostas por Kumar (2013) para o desenvolvimento da Muleta Modular, o estudo em questão foi focado na etapa de prototipação, que é composta pelas seguintes fases:

- (i) Descrição do Produto: fase no qual ocorre uma descrição final do produto pretendido, visando compreender cada uma das suas partes em questões de estrutura e funcionalidade.
- (ii) *Mock up*: pré-protótipo com o objetivo de começar a enxergar o produto final e identificar oportunidades de melhorias.
- (iii) Protótipo Final: construção de um produto mínimo viável, já corrigindo as melhorias identificadas na fase anterior e identificando alternativas futuras para os módulos.

#### 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o método de trabalho apresentado na seção anterior, a seguir são apresentadas as fases que compõe a prototipação da Muleta Modular tal como seus respectivos resultados.

##### 4.4.1 Descrição do Produto

O produto desenvolvido definiu-se como uma Muleta Modular, dividida em quatro módulos, sendo eles: (i) Braçadeira, (ii) Empunhadura, (iii) Haste e (iv) Base, conforme apresentado na Figura 4-4. Cada módulo pode ser oferecido com múltiplas opções, que variam em fatores como: cor, design, formato, material e ergonomia. Também foram desenvolvidos três acessórios especiais para muletas – Bolsa Especial, Capa Acolchoada e Fitas Reflexivas – melhor descritos a seguir.

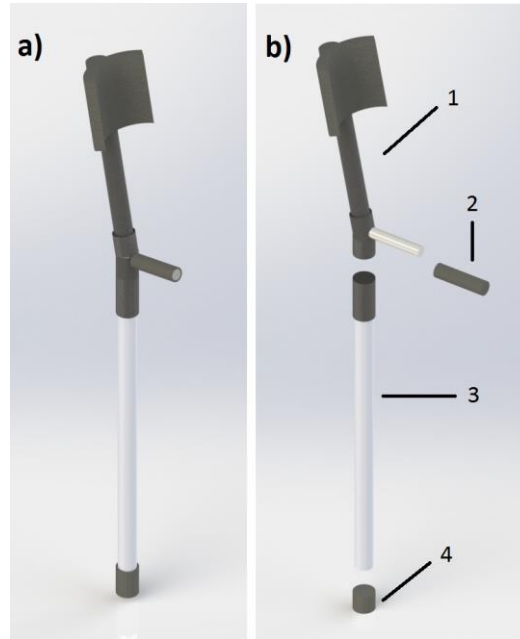


Figura 4-4. Muleta Modular: a) vista isométrica; b) vista explodida – 1 – módulo braçadeira, 2 – módulo empunhadura, 3 – módulo haste e 4 – módulo base. Fonte: primária.

i) Braçadeira: uso de material plástico na parte de apoio do braço, conforme já é produzido atualmente. Possui variação de cor e estampas, com possibilidade de utilizar escudos de times de futebol e símbolos com apelo infantil, além de ter variação de tamanhos (infantil e adulto). O encaixe para o módulo Empunhadura pode ser feito em alumínio, para garantir resistência e segurança ao usuário. Já o encaixe com a haste é do tipo rosca.

ii) Empunhadura: apoio de mão feito de plástico que encaixa na Braçadeira, podendo possuir diferentes cores e formatos (reto ou ergonômico). Além disso, ao observar as muletas de usuários em campo, verificou-se que a tampa refletora de acrílico presente na empunhadura faltava em grande parte delas. Em conversa com vendedores de produtos ortopédicos, confirmou-se que tal peça cai com facilidade, ocorrendo grande procura por reposição, o que não existe no mercado atual. Tendo em vista estas informações, foi feita a substituição da peça acrílica na Empunhadura por uma fita adesiva reflexiva, com o intuito de garantir uma maior durabilidade da peça de segurança.

iii) Haste: a haste pode ter diferentes opções de material, como por exemplo o alumínio, plástico, bambu, entre outros. Também podem ser oferecidos diferentes cores e estampas dependendo do tipo de material, além de opções de tamanho, considerando que pessoas com estatura elevada encontram dificuldade de adaptação com os modelos existentes.

iv) Base: borracha de suporte em formato redondo, sugerindo-se utilizar uma diferente composição, visando uma maior durabilidade do módulo. Além deste, apresenta-se

uma nova proposta: o formato ‘botinha’ – a fim de auxiliar no impulso da caminhada, fornecendo agilidade para os usuários mais experientes.

As conexões entre os módulos são dadas da seguinte maneira: (i) Braçadeira – Empunhadura: encaixe da empunhadura na base da braçadeira por pressão; (ii) Braçadeira – Haste: encaixe tipo rosca; (iii) Haste – Base: encaixe da base na haste por pressão.

Além dos módulos, também foram apresentados acessórios que podem ser acoplados à muleta visando um melhor conforto e satisfação do usuário. Os acessórios desenvolvidos são:

- Capa acolchoada para a empunhadura: muitos usuários apresentaram reclamações sobre o conforto oferecido para as mãos. As empunhaduras atuais das muletas são de plástico, tornando-se escorregadios e causando lesões como calosidades. Surge assim a capa acolchoada, um acessório que visa oferecer conforto e segurança, feito de um material macio, absorvivo e lavável.
- Bolsa especial para muletas: por parte do usuário, há dificuldade de carregar pequenos objetos, sendo utilizadas sacolas penduradas na empunhadura. Esta solução acaba atrapalhando a caminhada, pois a sacola balança quando em movimento. Pensando nisto, apresenta-se em uma bolsa especial para muletas, em formato comprido e aderente à Haste e com adequada fixação e firmeza durante o uso.
- Fitas adesivas reflexivas: fitas de reposição em caso de desgaste ou queda da fita da Empunhadura, sugerindo-se comercializar também faixas reflexivas para serem coladas na Haste ou na parte traseira da Braçadeira, chamando assim mais atenção e fornecendo mais segurança para o usuário.

#### 4.4.2 *Mock up*

Durante a etapa de Ideação do desenvolvimento de um produto, considera-se importante fazer um ‘pré-protótipo’, não necessariamente utilizando os materiais finais pretendidos, mas qualquer outro que permita ter uma visão tangível das ideias propostas, permitindo assim analisar cada parte, conexão e possibilidades de melhorias. Identificar possíveis problemas ainda nas fases preliminares de desenvolvimento acarreta em um menor custo agregado e uma otimização no tempo total disposto para o projeto.

O *Mock up* da Muleta Modular foi realizado com grande parte das peças em madeira e MDF (*Medium-Density Fiberboard*), sendo todas elas desenhadas e desenvolvidas no laboratório de prototipagem da UFRGS (Figura 4-5).



Figura 4-5. Mock up da muleta montada (esquerda) e com os acessórios (direita). Fonte: primária.

#### 4.4.2.1 Módulo 1 – Braçadeira

A estrutura da Braçadeira do *Mock up* foi desenhada em um programa específico e mandrilada em MDF, sendo necessário arredondar e reduzir a dimensão, com o uso de uma lixa, no encaixe da Empunhadura, conforme mostrado na Figura 4-6. Utilizou-se um papelão recortado no braço e pintou-se toda a peça de preto para prover maior realismo na simulação. Para o encaixe com a Haste, acoplou-se um dos lados de um encaixe tipo rosca em PVC.



Figura 4-6. *Mock up* do Módulo Braçadeira. Fonte: primária.



Nesse momento foram validados os encaixes com os módulos Empunhadura e Haste, tendo em vista que ambos apresentaram facilidade na manipulação e segurança.

#### 4.4.2.2 Módulo 2 – Empunhadura

A empunhadura foi simulada com cano de PVC com tampa, inserindo um adesivo refletor no lugar da peça acrílica refletora utilizada atualmente em muletas (Figura 4-7)



Figura 4-7. *Mock up* do Módulo Empunhadura. Fonte: primária.

#### 4.4.2.3 Módulo 3 – Haste

Como *Mock up* da Haste, utilizou-se um cabo de vassoura de madeira, cortado para uma altura média, e trabalhado nas pontas para receber os encaixes dos demais módulos. O uso da madeira foi pensado também com a finalidade de dar uma alusão ao uso de materiais alternativos (Figura 4-8).



Figura 4-8. *Mock up* do Módulo Haste. Fonte: primária.

#### 4.4.2.4 Módulo 4 – Base

Com base em referências pesquisadas, foi desenvolvido um novo tipo de base, chamada de ‘botinha’. O nome se dá ao formato, que se assemelha ao de uma bota. Entende-

se que a angulação apresentada pode auxiliar na impulsão e oferecer agilidade para usuários mais experientes. A equipe desenhou e mandrilou a peça em MDF, atentando às ranhuras da sola (Figura 4-9).

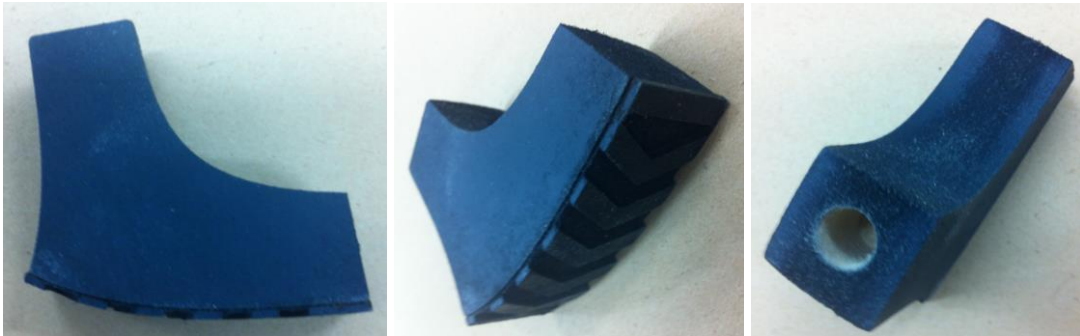


Figura 4-9. *Mock up* do Módulo e em formato ‘botinha’. Fonte: primária.

#### 4.4.2.5 Acessório 1 – Capa Acolchoada

A Capa Acolchoada do *Mock up* foi desenvolvida com material previamente para o uso final, o neoprene, por ser um material que contém as características desejadas: maleável, absoritivo, lavável e denso. Foi costurada então a mão uma capa acolchoada para a Empunhadura, sem preocupação com acabamentos e maiores detalhes (Figura 4-10).



Figura 4-10. *Mock up* do Acessório Capa Acolchoada. Fonte: primária.

Como o neoprene utilizado foi de baixa espessura, 5mm, sentiu-se a necessidade de a capa ser mais densa e apresentar um maior conforto.

#### 4.4.2.6 Acessório 2 – Bolsa Especial

Uma pochete em couro deu a ideia aproximada do formato procurado para a Bolsa Especial e foi utilizada como *Mock up*, agregando também materiais como velcro e cordão para buscar a fixação adequada na Haste (Figura 4-11).



Figura 4-11. *Mock up* do Acessório Bolsa Especial. Fonte: primária.

#### 4.4.2.7 Acessório 3 – Fita Reflexiva

Adesivos refletivos comuns, vendidos como equipamentos de segurança, foram recortados e utilizados para representar o produto Fita Reflexiva a ser comercializado (Figura 4-12).



Figura 4-12. *Mock up* do Acessório Fita Reflexiva. Fonte: primária.

#### 4.4.3 Protótipo Final

A fase do Protótipo Final teve como objetivo construir um produto mínimo viável, utilizando os materiais que poderão ser utilizados no produto final comercializado. Realizou-se então a prototipagem da Muleta Modular (Figura 4-13), considerando as sugestões de melhorias verificadas na fase de *Mock up* e deixando ainda possibilidades de melhoria em questões de conexões e materiais dos módulos, conforme são apontadas a seguir.

Para a construção do Protótipo Final, foram utilizados materiais provenientes de duas muletas comuns, uma de adulto e outra infantil, desconstruídas com fins de atender ao projeto.



Figura 4-13. Protótipo final montado da Muleta Modular com duas opções de customização (esquerda) e com acessórios (direita). Fonte: primária.

##### 4.4.3.1 Módulo 1 – Braçadeira

Utilizou-se duas Braçadeiras de plástico de muletas comuns, separando-as das respectivas Hastes e Empunhaduras, sendo uma de tamanho adulto e outra de tamanho infantil. Para fazer a base de suporte da Empunhadura, realizou-se a injeção de um tubo de plástico preso por um parafuso, garantindo assim a resistência. No entanto, recomenda-se estudar a possibilidade de utilizar um tubo de metal, visando oferecer mais segurança e rigidez (Figura 4-14).



Figura 4-14. Protótipo do Módulo Braçadeira. Fonte: primária.

#### 4.4.3.2 Módulo 2 – Empunhadura

As Empunhaduras utilizadas foram aquelas cortadas da muleta comum, trabalhadas internamente para terem um bom acabamento e encaixe na base (Figura 4-15).

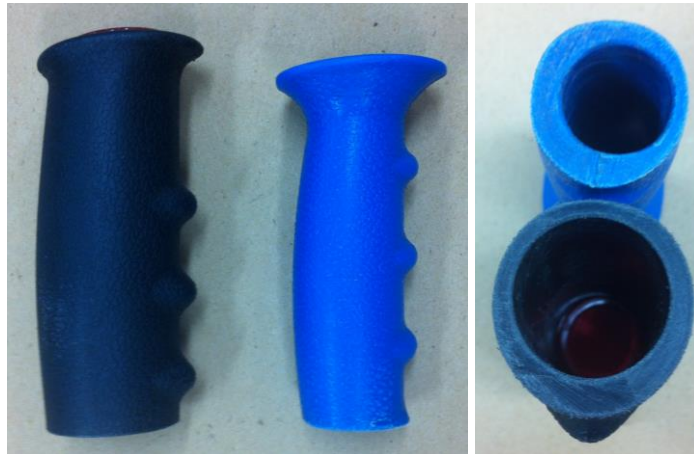


Figura 4-15. Protótipo do Módulo Empunhadura. Fonte: primária.

As melhorias nesse módulo podem variar em formato, tamanho, material e cor, apresentando assim no mercado diferentes opções para diferentes tipos de necessidades. Cabe destacar que este módulo é o que mais apresenta incômodos e lesões aos usuários, conforme salientado durante a apresentação das ferramentas aplicadas no desenvolvimento do produto (GRILLO *et al.*, 2016-1).

#### 4.4.3.3 Módulo 3 – Haste

Duas Hastes de alumínio aproveitadas das muletas serviram como representações das possibilidades de cores, pintando-se uma delas de vermelho (Figura 4-16) e se mantendo o material usualmente utilizado em muletas: o alumínio.



Figura 4-16. Protótipo do Módulo Haste em alumínio. Fonte: primária.

Para o módulo Haste podem ser trabalhados novos tipos de materiais alternativos, como polímeros, madeira, bambu, demais metais, entre outros, sendo necessário apenas adequar os encaixes com os módulos anexados. Para exemplificar, prototipou-se também uma opção em bambu, utilizando um bambu tratado com um diâmetro aproximado ao usual da muleta, conforme Figura 4-17.



Figura 4-17. Protótipo do Módulo Haste em bambu. Fonte: primária.

#### 4.4.3.4 Módulo 4 – Base

Considerou-se duas opções de Base já existentes no mercado, sendo a primeira feita em borracha – mais rígida, e a segunda em poliuretano. Esta segunda opção possui uma maior resistência, segundo a pesquisa realizada com usuários e no mercado, pois tem mais e apresenta menos quebra em relação às de borracha. A Base do tipo ‘botinha’ desenvolvida na pesquisa não foi prototipada com o material adequado, borracha ou poliuretano, mantendo-se o modelo em MDF apenas para a representação (Figura 4-18).





Figura 4-18. Protótipo do Módulo Base em borracha, poliuterano e formato ‘botinha’, da esquerda para a direita. Fonte: primária.

#### 4.4.3.5 Acessório 1 – Capa Acolchoada

Verificou-se na fase de *Mock up* que a capa para a Empunhadura precisaria ser dupla ou utilizar um neoprene com maior espessura. Por motivo de dificuldade para encontrar neoprene de alta espessura no comércio local, com o auxílio de uma costureira, optou-se por fazer uma capa dupla, com mais conforto e melhor qualidade de acabamento (Figura 4-19).



Figura 4-19. Protótipo do Acessório Capa Acolchoada. Fonte: primária.

#### 4.4.3.6 Acessório 2 – Bolsa Especial

Também utilizando o serviço de uma costureira, foi feito uma bolsa especial para a muleta, em neoprene, com um bom acabamento e, principalmente, uma boa fixação na haste (Figura 4-20). A escolha do material se deu ao fato de ser lavável, oferecendo assim ao usuário mais higiene e durabilidade.



Figura 4-20. Protótipo do Acessório Bolsa Especial. Fonte: primária.

#### 4.4.3.7 Acessório 3 – Fita Reflexiva

Utilizando adesivo refletor, foram recortados os formatos das Fitas Reflexivas para serem comercializados, tanto para a Braçadeira e Haste, quanto dos círculos para a Empunhadura (Figura 4-21).

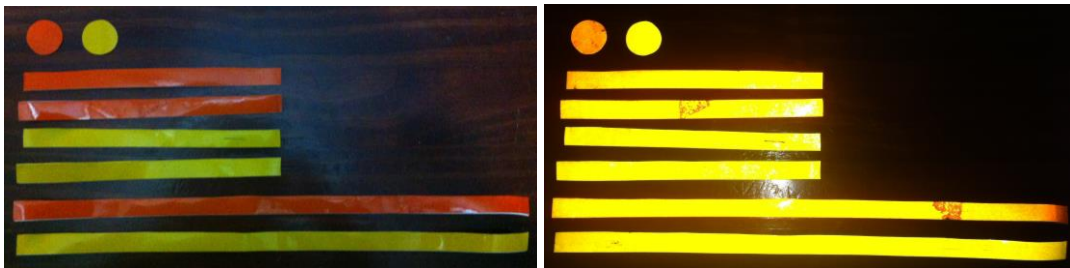


Figura 4-21. Protótipo do Acessório Fita Reflexiva. Fonte: primária.

## 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo proposto no estudo foi desenvolver o processo de prototipação da Muleta Modular idealizada na pesquisa de Grillo *et al.* (2016-1), passando pela etapa de *Mock up* e visando chegar a um produto mínimo viável. Após descrever detalhadamente os requisitos do produto, realizou-se o *Mock up*, com materiais alternativos que concretizaram a ideia, os pontos críticos e a funcionalidade. Um protótipo funcional foi desenvolvido com o uso de muletas desconstruídas, atentando aos pontos levantados anteriormente e atendendo ao objetivo proposto com satisfação.



A prototipação se mostrou de grande importância, tendo em vista que alguns pontos funcionais só puderam ser identificados após a sua montagem, como, por exemplo, os encaixes e os formatos de base. Também se verificou que, uma vez desmontável, a Muleta Modular torna-se mais prática e segura para apoiar e guardar. O desencaixe reduz a dimensão da muleta, facilitando o seu transporte tanto em veículos quanto de forma manual.

Foi possível explorar materiais alternativos, porém existe uma lacuna a ser preenchida nesse quesito, sugerindo-se para estudos futuros testes e prototipações com diferentes materiais nos módulos, levando para o projeto alternativas de diferentes custos e benefícios, tanto sociais quanto ambientais.

A validação do protótipo foi feita da mesma forma da ideia, apresentando-os para usuários de muletas de diferentes idades e condições sociais, os quais deram um *feedback* positivo, principalmente em relação aos acessórios desenvolvidos, por atenderem problemas cotidianos específicos. Além disso, o protótipo também foi apresentado em um programa realizado pela Escola de Engenharia da UFRGS em conjunto com uma empresa de empreendedorismo, chamando a atenção de mentores e participantes e agregando interessados de diversas áreas para trabalhar no projeto.

Espera-se com o final do desenvolvimento da ideia que exista uma continuidade na pesquisa, que novos estudos sejam feitos para o aperfeiçoamento do produto até o tornar uma opção viável de comercialização para os usuários de muletas. Dessa forma, acredita-se que existirá uma contribuição para uma melhoria no conforto físico e emocional dos usuários de muletas, possibilitando que se sintam bem com o que estão utilizando. Pensando nisso, a equipe deu como nome para o produto ‘Muleta Modular 4U’, que faz analogia aos ‘4 módulos’ que constituem a muleta desenvolvida, voltada para as necessidades do usuário: ‘*For You*’ (para você).

## REFERÊNCIAS

- BOER, G., BONINI, L. (2015). Design thinking: uma nova abordagem para inovação. Acesso em 14 de junho de 2015, disponível em Terra Forum Consultores: <http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/artigo-designthinking.pdf>
- BONINI, L. A., SBRAGIA, R. O modelo de design thinking como indutor da inovação nas empresas: um estudo empírico. *Revista de Gestão e Projetos*, 2(1), 2011.
- BROWN, T. Design Thinking. *Harvard Business Review*. June, 2008.
- BROWN, T. Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation. New York: HarperCollins, 2009.
- BROWN, T. Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Elsevier., 2010.
- BROWN, T.; WYATT, J. Design Thinking for Social Innovation. *Stanford Social Innovation Review*, 8, n. 1, 2010.
- CLARK, K.; SMITH, R. unleashing the power of design thinking. *Des Manag Rev*, 19(3):7-15, 2008.
- COLLINS. Collins concise dictionary. 5th ed., Glasgow, HarperCollins, 1767 p., 2001.
- EDELSTEIN, J. E. Assistive Devices for Ambulation, Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, Volume 24, Issue 2, May 2013, Pages 291-303.
- ELDENSTEIN, J. Atlas of Orthoses and Assistive Devices. Canes, Crutches and Walkers. In Hsu, J; Michael, J; Fisk, J (Ed.), *AAOS Atlas of Orthoses and Assistive Devices*, pp. 533-542, Philadelphia, PA: Mosbey Elsevier, 2008.
- GIACAGLIA, M., LARA, A. H., MOURA, N. Digital manufacturing terminology in the product and the construction industries. *Revista Arquitetura*, Vol. 7, n. 2, p. 172-181, 2011.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- GRILLO, A. Muleta Modular: Processo de geração da ideia. Dissertação de Mestrado – UFRGS, 2016-1.
- GRILLO, A.; SANTOS, G. Muleta Modular: Revisão bibliográfica e de patentes. Dissertação de Mestrado – UFRG, 2016-2.
- HERNIGOU, P. Crutch art painting in the middle age as orthopaedic heritage (Part I: the lepers, the poliomyelitis, the cripples). *International Orthopaedics*. 2014;38(6):1329-1335. doi:10.1007/s00264-013-2266-x.
- KUMAR, V. “101 Design Methods: A Structured Approach for Driving Innovation in Your Organization”, John Wiley & Sons New Jersey, 2013.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de inovações pode ser feito seguindo diferentes metodologias, sejam elas tradicionais ou criativas. Independente da abordagem escolhida, o foco principal deve ser sempre as pessoas e o maior desafio é entender e atender às suas necessidades. Sendo assim, uma inovação desenvolvida voltada para o usuário possui vantagens competitivas e uma maior capacidade de sucesso no mercado.

O objetivo geral da dissertação foi o de descrever o processo de criação de um novo conceito de muletas, com base na percepção e análise das necessidades dos usuários até a construção de um protótipo, o qual foi alcançado por meio dos três artigos desenvolvidos.

No Artigo 1 se levantou informações quanto aos aspectos educacionais e tecnológicos, com a finalidade de subsidiar o desenvolvimento de um novo tipo de muleta. Realizou-se um levantamento bibliográfico, por meio do Portal da CAPES, e um levantamento nos principais bancos de patentes. Os resultados obtidos mostraram que existe uma evolução no desenvolvimento de muletas, no entanto ainda há um espaço a ser explorado para trazer significativas melhorias na qualidade da vida das pessoas com necessidade em utilizar a muleta.

No segundo artigo foi apresentada uma proposta de melhorias em muletas, levando em consideração as reais necessidades do usuário. Utilizou-se para tanto a metodologia do *Design Thinking* e os métodos propostos por Kumar (2013), chegando na solução de uma Muleta Modular e de três acessórios, sendo eles uma bolsa especial para muletas, uma capa acolchoada para a empunhadura e fitas reflexivas para a segurança. Os métodos aplicados abordaram em profundidade o desejo do usuário, envolvendo também especialistas, como profissionais da área da saúde e fabricantes e vendedores de produtos ortopédicos.

Por fim, no Artigo 3 se desenvolveu o processo de prototipação da Muleta Modular idealizada no Artigo 2, passando pela etapa de *Mock up* para chegar a um produto mínimo viável. Após descrever detalhadamente os requisitos do produto, realizou-se o *Mock up*, com materiais alternativos que concretizaram a ideia, os pontos críticos e a funcionalidade. Um protótipo funcional foi desenvolvido com o uso de muletas desconstruídas, atentando aos pontos levantados anteriormente, realizando-se também os protótipos dos acessórios propostos.

Como forma de validação da ideia, o projeto foi apresentado para diferentes usuários de muletas, que receberam a proposta com surpresa e satisfação, principalmente em relação às soluções advindas dos acessórios desenvolvidos, resolvendo problemas da vida cotidiana. A

empresa de produtos ortopédicos, proponente do desafio que deu início ao projeto, retornou positivamente, estando a Muleta Modular entre as melhores entregues. Por fim, o projeto também foi apresentado em um programa realizado pela Escola de Engenharia da UFRGS em conjunto com uma empresa voltada para o empreendedorismo, recebendo a segunda colocação por possuir uma alta capacidade de impacto social e de viabilidade de execução.

Com o final do desenvolvimento da ideia, espera-se que exista uma continuidade na pesquisa, aperfeiçoando-a até torná-la uma opção no mercado, contribuindo assim para uma melhoria no conforto físico e emocional dos envolvidos.

Por acreditar no impacto positivo que o projeto tem sobre as pessoas, a equipe deu como nome para o produto 'Muleta Modular 4U', fazendo uma analogia aos '4 módulos' que constituem a muleta desenvolvida que também é voltada para as necessidades do usuário: '*For You*' (para você).

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se que novos estudos sejam feitos quanto aos componentes da Muleta Modular 4U:

- i. Braçadeira: composta de outros materiais (silicone e polipropileno); base de encaixe da empunhadura em metal; e possibilidade de oferecer o modelo axilar como módulo.
- ii. Empunhadura: prototipagem totalmente ergonômica para facilitar as conexões em rosca.
- iii. Haste: testes com bambu; testes com novas conexões; possibilidade de acessório que auxilie na subida de escadas.
- iv. Base: mudanças na composição da borracha (firmeza X flexibilidade).
- v. Estrutura de custos.

## REFERÊNCIAS

- BERSCH, Rita. Introdução à tecnologia assistiva. Porto Alegre: CEDI, 2013.  
Disponível em: <[http://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)>.  
Acesso em 29/11/2016.
- BOER, G., & BONINI, L. (2015). Design thinking: uma nova abordagem para inovação. Acesso em 14 de junho de 2015, disponível em Terra Forum Consultores: <http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/artigo-designthinking.pdf>
- BROWN, T. Design Thinking. Harvard Business Review. June, 2008.
- BROWN, T. Change by design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation. New York: HarperCollins, 2009.
- COOK, A. M.; POLGAR, J. M. Assistive Technologies: Principles and Practices. Mosby, Year Book, Inc., 2013.
- GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4º. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Rev. adm. empres., São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Abril 1995.
- HERNIGOU, P. Crutch art painting in the middle age as orthopaedic heritage (Part I: the lepers, the poliomyelitis, the cripples). International Orthopaedics. 2014;38(6):1329-1335. doi:10.1007/s00264-013-2266-x.
- KAEMPF, G. Treino de Marcha: pós operatório de cirurgia no joelho. Traumatologia do esporte. Disponível em: <<http://www.gustavokaempf.com.br/index.php/reabilitacao/uso-de-muletas.html>>. Acesso em: 29/11/2016.
- KUMAR, V. “101 Design Methods: A Structured Approach for Driving Innovation in Your Organization”, John Wiley & Sons New Jersey, 2013.
- LIEDTKA, J. Learning to use design thinking tools for successful innovation. Strategy & Leadership, 39(5), 13-19, 2011.
- MARTIN, R. L. The design of business: why design thinking is the next competitive advantage. Boston, MA, USA: Harvard Business Press, 2009.
- MARTINS, J. A. “Aspectos da experiência da deficiência física: uma abordagem sócio-antropológica”, Thesis (master’s degree), Universidade Federal de Mato Grosso, 2009.
- MORETSZONH, O. “Os auxiliares da marcha. Uso de muletas, bengalas e andadores”, Campinas, 2005.
- NAGASAKI, T. et al. Analysis of crutch position in the horizontal plane to confirm the stability of the axillary pad for safe double-crutch walking. J. Phys. Ther. Sci. 28: 1438–1442, 2016.

RAZZOUK, R.; SHUTE, V. What Is Design Thinking? and Why Is It important? Review of Educational Research, 82, n. 3, 2012. 330-348.

SHORTELL, D.; KUCER, J.; NEELEY, W. L.; LEBLANC, M. The design of a compliant composite crutch. Journal of Rehabilitation Research and Development, 38(1), pp. 23-32, 2001.

VIANNA et al. Design thinking: inovação em negócios. Rio de Janeiro, MJV Press, 2012.