

**Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Materiais e Manufatura**

Fred Becker Figueira

**Projeto conceitual e avaliação do protótipo funcional de um dispositivo
assistivo para vestuário de pessoas com mobilidade reduzida**

**São Carlos
2020**

Fred Becker Figueira

Projeto conceitual e avaliação do protótipo funcional de um dispositivo assistivo
para vestuário de pessoas com mobilidade reduzida

Versão Original

Trabalho de conclusão de curso apresentado
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Materiais e Manufatura na
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo.

Área de concentração: Projeto, Fabricação e
Materiais.

Orientadora: Prof^a. Dra. Zilda de Castro
Silveira

São Carlos

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

F475p FIGUEIRA, FRED
Projeto conceitual e avaliação do protótipo funcional de um dispositivo assistivo para vestuário de pessoas com mobilidade reduzida. / FRED FIGUEIRA; orientadora Zilda Silveira; coorientadora Luciana Martinez. São Carlos, 2020.

Monografia (Graduação em Engenharia de Materiais e Manufatura) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2020.

1. funcionalidade reduzida. 2. tecnologia assistiva. 3. projeto focado em customização em massa. 4. QFD. 5. FMEA. I. Título.

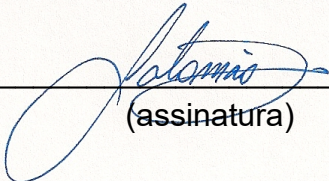
Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: FRED BECKER FIGUEIRA
Título do TCC: Projeto conceitual e avaliação do protótipo funcional de um dispositivo assistivo para vestuário de pessoas com mobilidade reduzida
Data de defesa: 08/09/2020

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Doutor Zilda de Castro Silveira (orientador)	APROVADO
Instituição: EESC - SEM	
Especialista Cláudia Andressa Cruz Affonso	APROVADO
Professor Doutor Luciana Bolzan Agnelli Martinez	APROVADO
Instituição: UFSCar	

Presidente da Banca: **Professor Associado Rafael Salomão**



(assinatura)

DEDICATÓRIA

Às quatro mulheres mais importantes da minha vida, vó Ely, Silvana, Frida e Alany, por me ensinarem a olhar o mundo de forma simples através do amor incondicional. Também dedico este trabalho aos meus companheiros da República Bola Fora, com os quais aprendi a valorizar o conhecimento real, para além da esfera acadêmica.

AGRADECIMENTOS

À turma 014 a qual tive o imenso prazer de fazer parte e, construir um grupo de amigos que foram de grande importância durante a graduação e que levarei para o resto de minha vida.

À música que sempre me acompanhou independentemente de onde e como estivesse, trazendo alegria, magia e racionalidade quando necessário.

Ao João Batista Betoni por tratar os alunos como humanos e não como máquinas.

À Prof. Dra. Zilda por instigar os alunos com projetos de engenharia numa área tão nobre como a tecnologia assistiva e, também por toda orientação dada ao decorrer deste trabalho.

À Prof. Dra. Luciana pela sua enorme contribuição no projeto, se mostrando sempre muito solícita a qualquer dúvida referente à área de terapia ocupacional

À Vitória, que trouxe o olhar mais importante deste trabalho.

A todos profissionais que trabalham arduamente no campus, dando o melhor de si, para que o ambiente acadêmico seja o melhor possível para os alunos. Espero que todo esforço que vocês dão sejam retribuídos por nós com projetos que visam a melhoria da população de maneira inteligente e igualitária. Todo conhecimento que não for tratado em âmbito social, é puramente abastecimento do próprio ego.

BECKER, F. Projeto conceitual e avaliação do protótipo funcional de um dispositivo assistivo para vestuário de pessoas com mobilidade reduzida.

Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Materiais e Manufatura. 2020. 83p.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do conceito de um dispositivo assistivo, para auxiliar na vestimenta de pessoas com limitação funcional, com geração de um protótipo conceitual para avaliação qualitativa junto ao usuário. A deficiência se apresenta sob diferentes enfoques na sociedade, oriundas do envelhecimento populacional, doenças crônicas, acidentes que resultem em sequelas permanentes ou temporárias. Na maioria dos casos, a realização de atividades do dia a dia, ou a realização de atividades terapêuticas de forma autônoma, que visem a melhoria da qualidade de vida, necessitam de dispositivos assistivos específicos, que podem ser definidos como produtos customizados ou personalizados. Baseado na metodologia de projeto com foco em Tecnologia Assistiva proposta por (Santos; Silveira, 2020) foram desenvolvidos o projeto e o protótipo conceitual de um dispositivo para auxiliar tarefas de vestimenta. Uma avaliação preliminar foi feita com uma potencial usuária na faixa etária infanto-juvenil, acometida de Paralisia Cerebral. Os protótipos foram fabricados por técnica aditiva de extrusão, cuja geometria (espessuras finas e a resistência mecânica), não permitiram testes funcionais. Entretanto, por meio de entrevista pessoal junto com a pesquisadora da área de saúde, a usuária pode manipular os dispositivos modulares e, então relatar sua opinião. Dessa forma, a usuária relatou que o dispositivo pode auxiliar no desempenho de outras tarefas, envolvendo, por exemplo, o vestuário do tronco superior. Também relatou que os dispositivos têm potencial, para reduzir a necessidade de auxílio do cuidador e melhorar a participação do usuário em suas atividades rotineiras. A participante relatou ainda, que os dispositivos devem ter as bordas arredondadas, para não desfiar ou prender nas roupas e mencionou a necessidade das pontas intercambiáveis serem fortes para aguentar os movimentos e a força realizada durante a atividade, ao empurrar e/ou puxar as roupas. O uso de ferramentas de projeto, nas etapas iniciais do projeto, especificamente a matriz da qualidade (QFD) e as ferramentas conceituais (abordagem funcional, quadro morfológico e FMEA) se mostraram importantes em ter maior assertividade na solução conceitual. Portanto, o conceito de pontas intercambiáveis, para auxílio da vestimenta pode ser considerado um dispositivo universal, para auxiliar pessoas com funcionalidade reduzida.

Palavras-chave: *funcionalidade reduzida; tecnologia assistiva; projeto focado em customização em massa; QFD; FMEA.*

BECKER, F. **Conceptual project and evaluation of functional prototype of an assistive device for clothing people with reduced mobility.** Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Materiais e Manufatura. 2020. 83p

ABSTRACT

This work presents the conceptual design development and mock-up of an assistive device, to support in the clothing of people with reduced functionality. Disability presents itself under different approaches in society, arising from population aging, chronic diseases, accidents that result in permanent or temporary sequelae. In most cases, carrying out daily activities, or performing therapeutic activities independently, promoting the quality of life, require specific assistive devices, which can be defined as customized or personalized products. Based on the design methodology for Assistive Technology proposed by (Santos; Silveira, 2020) the conceptual design and mock-up of a device to support clothing tasks were developed. The preliminary evaluation was development with a potential user in the juvenile age group, with Cerebral Palsy. The prototypes were manufactured using an additive extrusion technique, whose geometry (thin thickness and mechanical resistance), did not allow functional tests. However, based on personal interview with the health researcher, the user can manipulate the modular devices and then report her opinion. Thus, the user reported that the device can assist in the performance of other tasks, involving, for example, the upper trunk clothing. He also reported that the devices have the potential to reduce the need for caregiver assistance and improve the user's participation in their routine activities. The participant also reported that the devices must have rounded edges, so as not to fray or get caught in the clothes and mentioned the need for the grips to be strong to withstand the movements and the force performed during the activity, when pushing and / or pulling the clothes. The use of design tools, in the initial stages of the design, specifically the quality matrix (QFD) and the conceptual tools (functional approach, morphological analysis and FMEA) allowing greater assertiveness in the conceptual solution. Therefore, the concept of interchangeable tips to support clothing can be considered a universal device (universal design), to assist people with reduced functionality.

Keywords: reduced functionality; assistive technology; project focused on mass customization; QFD; FMEA.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo	14
2 EMBASAMENTO TEÓRICO	15
2.1 Projeto sistemático: considerações	15
2.1.2 Modelo DCU (Design Centrado no Usuário)	15
2.1.3 Método AT-d8sign	17
2.2 Ferramentas de projeto	19
2.2.1 Matriz dos relacionamentos (de <i>House of Quality</i> – HoQ), QFD	19
2.2.2 TRIZ (Teoria Inventiva de Soluções)	22
2.2.2 Estrutura funcional e Diagrama MEI	24
2.2.3 Análise morfológica	25
2.2.4 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)	26
2.3 Tecnologia assistiva: definições e aplicabilidade	27
2.3.1 Deficiência	27
2.3.2 Considerações sobre Tecnologia Assistiva (TA)	29
2.4 Conceitos de manufatura aditiva por extrusão (Técnica FFF – <i>Fused Filament Fabrication</i>)	34
3. MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1 Materiais	37
3.1.1 Equipamento de impressão 3D	37
3.1.2 Matéria-prima	38
3.1.3 Soluções Disponíveis no Mercado	39
4 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	41
4.1 Metodologia utilizada	41
4.1.1 Na macro etapa “Domínio transversal do projeto”	42
4.1.1.1 Identificação do domínio do problema	42

4.1.1.2 Integração dos domínios de projeto	43
4.1.1.3 Estudo de anterioridades	44
4.1.2 Na macro etapa “Espiral de concepção”	48
4.1.2.1 Definição dos requisitos de projeto	48
4.1.2.1.1 Matriz QFD	49
4.1.2.1.2 TRIZ	51
4.1.2.2 Geração dos conceitos.....	52
4.1.2.2.1 MEI primário	52
4.1.2.2.2 MEI secundário	53
4.1.2.2.3 Análise morfológica	54
4.1.2.2.4 FMEA	56
4.1.2.3 Criação dos modelos virtuais e mock-up.....	58
4.1.2.4 Seleção do material e manufatura.....	59
4.2 Definição do público-alvo e seleção do(s) participante(s).....	60
4.3 Procedimentos de teste do dispositivo	61
5 RESULTADOS.....	62
5.1 Avaliação do usuário.....	63
5.2 Recomendações de uso	64
6 Discussão	65
7 Conclusões e trabalhos futuros.....	66
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE.....	73
ANEXO	79

1 INTRODUÇÃO

A deficiência é uma condição complexa, dinâmica, multidimensional e questionada, a qual todos os indivíduos da sociedade mundial podem estar sujeitos em algum momento da vida, de forma temporária ou permanente (CHARLTON, 1998; WHO, 2010)

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) no seu Relatório sobre Deficiência e Desenvolvimento (2018), as pessoas que possuem algo tipo de deficiência são diferentes e heterogêneas; a deficiência pode afetar desde uma criança recém-nascida com uma condição congênita como a paralisia cerebral, um jovem que sofreu um acidente e perde um membro, uma mulher de meia idade que sofre de artrite severa ou um idoso que tem a sua mobilidade afetada por alguma situação ocorrida na sua vida.

Ainda segundo o Relatório sobre Deficiência e Desenvolvimento (2018), as pessoas que possuem algum tipo de deficiência têm uma maior probabilidade de viver na linha da pobreza, e isto é evidenciado através de indicadores tradicionais como renda e gastos domésticos. Tanto em países desenvolvidos e subdesenvolvidos é possível notar que há maior taxa de pessoas com deficiências é encontrada em zonas com menor infraestrutura.

Além das pessoas com deficiência, os idosos também fazem parte do público alvo desta pesquisa, uma vez que apresentam mobilidade reduzida e podem apresentar dificuldades para a realização do vestuário. A United Nations (2015) apresenta entre outros dados, a pirâmide populacional brasileira em 2010 e, um prospecto dessa pirâmide para o ano de 2050. A análise indicou um aumento significativo de indivíduos na faixa dos 50 e 60 anos, e ainda entre 70 e 85 anos.

No Brasil foram estimadas cerca de 24,6 milhões de pessoas com algum tipo de incapacidade e mais de 16 milhões de idosos, com um crescimento anual de cerca de 65 mil indivíduos nesta faixa etária, a maioria deles com algum tipo de doença crônica e/ou limitação funcional (UNITED NATIONS, 2015).

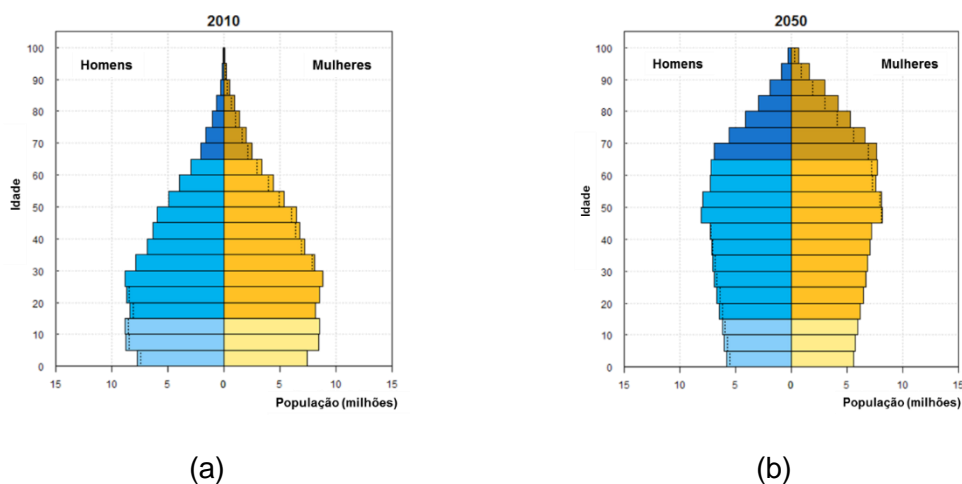


Figura 1 – Pirâmide populacional do Brasil em 2010 (a) e prospecto para 2050 (b).
 FONTE: (UNITED NATIONS, 2015).

Nesse contexto, a Tecnologia Assistiva (TA) é uma das áreas de natureza interdisciplinar, que atua diretamente com pessoas com limitações funcionais, oriundas por exemplo, de doenças crônicas, acidentes domésticos e de trânsito, disfunções físicas em geral ou ainda do processo natural de envelhecimento. A TA, portanto, é a área através da qual os profissionais prescrevem técnicas, método e soluções construtivas, que possam promover maior independência e autonomia do indivíduo. Reforçando, a natureza interdisciplinar da TA Luzo, Mello e Capanema (2004, p.110), afirmam que: “a tecnologia assistiva é fruto da aplicação de avanços tecnológicos em áreas estabelecidas. Trata-se de uma disciplina de domínio de engenheiros de reabilitação, de computação, biomédicos, eletricitistas, mecânicos, de médicos, de arquitetos, de desenhistas industriais, de terapeutas ocupacionais (...)”.

Dispositivos de assistência para auxiliar a função foram introduzidos nos Estados Unidos da América após a I Guerra Mundial e valorizados no final do século XIX e início do XX como alternativa para as pessoas com sequelas das doenças que foram epidemias daquela época.

Para June Oh e Unnikrishnan (2012), a área de TA motiva projetos de natureza multidisciplinar entre disciplinas da engenharia, da saúde, como também no meio da gerontologia, humanas, ciências sociais e arquitetura. No processo de oferta de serviço no campo da tecnologia assistiva, ao se pontuar sobre a interdisciplinaridade, Bersch (2013) também comenta que podem existir diferentes configurações da equipe, com envolvimento entre os mais diversos profissionais da educação, das exatas, da saúde e das humanas. Estes, em

comum acordo, tomam decisões acerca do serviço de tecnologia assistiva. Portanto, parcerias entre áreas devem ser construídas, promovendo ações e garantindo o desenvolvimento do campo. Cook e Polgar (2008) elucidam que, além desta interdisciplinaridade para a existência do campo de tecnologia assistiva, é imprescindível a presença de um usuário compondo o centro da equipe de desenvolvimento e consolidando as decisões acerca dos dispositivos de assistência e de seus serviços decorrentes, pois é o usuário destes.

Portanto, entendendo a Tecnologia Assistiva como uma área interdisciplinar e a necessidade estabelecida de soluções tangíveis, os produtos devem apresentar graus de customização ou mesmo personalização, de forma a cumprir as funções prescritas, com atributos de projeto fundamentais para TA, como independência, segurança e ergonomia, minimizando o abandono do dispositivo assistivo.

Nesse contexto, o desenvolvimento do projeto de produtos na área de tecnologia assistiva, cuja importância no cenário brasileiro se torna cada vez maior, deve ser auxiliada por técnicas ou sistemáticas de projeto que auxiliem nas tomadas de decisões ao longo das fases do projeto, e que o usuário possa ter participação efetiva.

As técnicas de metodologia de projeto advindas da área de pesquisa em ciência de projeto (engenharia) também apresentam juventude acadêmica: teve início na Alemanha na década de 50, com a publicação de artigos dos autores Pahl e Beitz (2007), e de um livro de “Boas práticas de projeto” publicado por Niemann (1970) cujos trabalhos deram origem as diretrizes VDI 2222 e 2223 destinadas às fases do projeto conceitual e preliminar, respectivamente. Os Estados Unidos incluíram técnicas de metodologia de projeto em normas da ASME e, tornaram disciplina obrigatória nos cursos de engenharia mecânica e áreas afins, na década de 60 do século XX.

As atividades de projeto de forma, geral, citadas pelos principais pesquisadores na área de Projeto de Engenharia, destacam quatro fases: informacional, conceitual, preliminar e detalhado.

A fase do projeto conceitual corresponde à etapa de desenvolvimento do projeto que permite efetivamente a livre geração de ideias para soluções de contradições técnicas e, ao mesmo tempo, um desenvolvimento orientado pelos requisitos dos usuários. Em problemas de engenharia, o processo de geração

de ideias envolve contradições técnicas e físicas, e resolvê-las sistematicamente pode conduzir a inovações tecnológicas e quebras de paradigmas. Assim, na referida fase pode ser considerada uma das mais críticas no processo de projeto como um todo, uma vez que a maior parte do custo do produto é determinada nesta fase, além da definição princípio de solução técnica, que influenciará significativamente as demais fases. Ainda nesta fase, são desenvolvidos também conceitos muito importantes para o projeto, como a aplicabilidade prática do produto e a obtenção de soluções inovadoras (MAYDA E BORKLU, 2014).

Portanto, esse trabalho apresenta o desenvolvimento do conceito e de uma solução construtiva para um dispositivo assistivo, para auxiliar no vestuário de pessoas com mobilidade reduzida e limitações funcionais. Para o desenvolvimento do projeto, nas fases iniciais foram aplicadas técnicas de projeto: *Quality Function Deployment* (Matriz da Qualidade); Quadro Morfológico e FMEA (*Failure Mode Effects Analysis*), dentro da metodologia de projeto proposta por Santos; Silveira (2020). A avaliação preliminar de satisfação de um usuário com mobilidade reduzida foi feita qualitativamente através de uma usuária com paralisia cerebral

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do projeto conceitual e protótipo funcional (*mock-up*), de um dispositivo assistivos, para auxiliar no vestuário de pessoas com limitação funcional.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Projeto sistemático: considerações

De acordo com Pahl et al. (2007) é fundamental que os engenheiros utilizem o conhecimento adquirido na área científica e de engenharia para solucionar problemas técnicos e posteriormente melhorar e aperfeiçoar determinada solução com os requisitos e restrições definidas do material que será utilizado, da tecnologia disponível, orçamento do projeto, legalidade do processo e principalmente os requisitos dos usuários. O processo de idealização do projeto é uma tarefa a ser compreendida, estudada e criada pelos os engenheiros de projeto e de produto, enquanto a realização física do projeto fica responsável pelo engenheiro de fabricação. Vale ressaltar que existe também o engenheiro de design que contribui para encontrar uma solução ideal, relacionando suas ideias e habilidades com a especificação econômica e ecológicas do produto.

Pahl et al. (2007); Casagrande (2018) cita que o processo de desenvolvimento de um produto é constituído por fases, tarefas e atividades, todas interligadas entre si, podendo se complementar ou até mesmo variar conforme a particularidade do projeto que será colocado em prática.

A criação de um produto depende de uma imersão dos projetistas em todos problemas enfrentados pelos usuários, não somente na área relacionada a engenharia e ao design do produto, mas também se atentar aos interesses do usuário, porque são estes que realmente vão validar o projeto (BAXTER, 2000). Para melhor desenvolvimento de um produto, é aconselhável a escolha de um método/modelo eficaz para ser seguido. Dentre os métodos existentes, a alguns deles são: Pahl et al. (2007); Back (1999); Baxter (2000); Bonsiepe (1983); Bonfim (1995), Lobach (2000) e artigos de referência do DCU (Sesso, 2018); Santos e Silveira (2020).

2.1.2 Modelo DCU (Design Centrado no Usuário)

O conceito de *Design* Centrado no Usuário (DCU) tem aplicações em projetos multidisciplinares, por estabelecer referências nas necessidades e

exigências do usuário, tendo como objetivo gerar maior satisfação dos usuários/clientes.

Sesso (2018) define o “Design Centrado no Usuário” no qual o usuário participa efetivamente das tomadas de decisões junto aos membros da equipe de projeto. O modelo é interativo dentro das seguintes etapas:

- a) *Pesquisa/Observação*: Busca entender quem são os principais usuários e a compreensão do problema principal. A ideia é entender como o usuário vai interagir com cada decisão da equipe, através de seus valores, pensamentos e motivações, podendo assim, ter um norte inicial para a fase de design do produto;
- b) *Projeto/Conceito*: A função principal dessa etapa é buscar novas ideias para a solução do problema. A atividade consiste em coletar novas ideias por meio de técnica intuitivas, como o *brainstorming*, que busca acumular o máximo de soluções diferentes e inovadoras possíveis para ser entregue e debatido entre a equipe, a fim de, encontrar a melhor solução;
- c) *Prototipagem*: A partir do conhecimento adquirido nas etapas anteriores, pode dar início a construção do protótipo. Como a construção pode trazer novos desafios, onde ideias que antes pareciam ideais tornam-se inviáveis, o designer tem que se mostrar acessível para a implementação de novas propostas a fim de corrigir erros antes desconhecidos.
- d) *Teste*: O foco principal dessa etapa é a testagem do protótipo pelo usuário, a fim de examinar possíveis dificuldades que o usuário encontre ao usar o protótipo, obtendo ou não a validação do projeto.

Vale destacar, que depois de terminada a etapa de teste, é dado como completa uma iteração e, assim, inicia-se novamente a etapa de pesquisa, permitindo um refinamento e a melhoria do produto que está sendo desenvolvido, como destaca (Sesso, 2018).

2.1.3 Método AT-d8sign

A metodologia AT-d8sign, proposta por Santos e Silveira (2020) de três fases principais: (1) Domínio transversal de projeto; (2) Espiral de concepção; (3) Avaliação e refinamento.

A primeira fase – Domínio transversal de projeto – visa a criação do arcabouço fundamental de conhecimentos, habilidades e experiências para o desenvolvimento do projeto, a partir da integração de todas os domínios de interesse. É formada pelas seguintes tarefas:

- a) Identificação dos domínios de projeto: identificação, segundo as características do DA (Dispositivo Assistivo) a ser desenvolvido, dos domínios de conhecimento e experiência, para além do(s) usuário(s), que deverão ser agregados ao DTP (Domínio Transversal do Projeto) por meio de seus representantes;
- b) Integração dos domínios de projeto: adoção de estratégias para aproximação das diversas partes e domínios de conhecimento e experiência envolvidos no projeto; criação de uma linguagem, tanto quanto possível, comum para o DTP; alinhamento de objetivos, metas e visões de projeto;
- c) Estudo de anterioridades: estudo do estado da arte e da técnica (patentes e produtos comerciais) referentes ao DA a ser desenvolvido; levantamento das experiências pregressas do usuário com a TA; análise das características da deficiência/limitação do usuário e do contexto em que este está inserido;
- d) Planejamento e cronograma: estabelecimento de um cronograma básico para o projeto e suas atividades, com algumas metas e prazos propostos, de modo a integrar e estimular as partes envolvidas e a nortear o processo como um todo.

A segunda fase – Espiral de concepção – é o núcleo mais criativo do processo, na qual são elaborados e aperfeiçoados, com o auxílio de ferramentas e técnicas de projeto, os conceitos e soluções sobre o DA e na qual são fabricados, via MA, os *mock-ups*, protótipos e produtos. Envolve as seguintes tarefas:

- a) Definição dos requisitos de projeto: identificação e hierarquização dos requisitos do usuário, suas expectativas e desejos; definição dos parâmetros e restrições técnicos de projeto;
- b) Geração dos conceitos: compreensão mais adequada do problema e da demanda de projeto; geração e aperfeiçoamento dos conceitos e soluções para o DA, com o auxílio de ferramentas e técnicas de projeto e dos feedbacks obtidos pelas avaliações;
- c) Criação dos modelos virtuais: criação e aprimoramento de modelos virtuais (CAD) para o DA, a partir dos primeiros esboços e croquis e dos feedbacks obtidos pelas avaliações; realização de análises CAE; escaneamento 3D de objetos ou partes do corpo, quando for o caso;
- d) Seleção dos materiais e manufatura: análise e seleção dos materiais mais adequados; fabricação de *mock-ups* e protótipos utilizando inclusive Manufatura Aditiva (MA), calibração dos parâmetros do processo e da impressora 3D utilizada.

Por fim, a terceira fase – Avaliação e refinamento – tem por objetivo avaliar junto ao usuário e demais membros do DTP a satisfação em relação ao DA, bem como sua funcionalidade e eficácia, de maneira a realimentar a fase anterior em busca do aperfeiçoamento do projeto. É composta das seguintes tarefas:

- a) Apresentação dos conceitos: apresentação dos conceitos e soluções propostos para o DA aos demais membros do DTP pelos diversos meios disponíveis (esboços, croquis, desenhos, *mock-ups*, protótipos, etc.);
- b) Período de adaptação: acompanhamento mais próximo do usuário durante o período crítico inicial de adaptação ao DA; treinamento do usuário e dos demais domínios de interesse para a utilização do DA;
- c) Testes qualitativos e quantitativos: identificação e seleção das ferramentas mais adequadas de avaliação; utilização, de maneira conjugada, de testes qualitativos e quantitativos para aferição da satisfação do usuário com o DA, bem como de sua funcionalidade e eficácia dos pontos de vista técnico e terapêutico;

- d) Entrega e acompanhamento: quando viável, entrega do produto final ao usuário; acompanhamento a longo prazo para identificação de ajustes necessários e para suporte à manutenção e à reposição de peças; aperfeiçoamento continuado pelo projeto *open-source*, quando for o caso; elaboração de patentes, a depender das circunstâncias.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** sintetiza o método projet8-TA com etapas e respectivas tarefas.

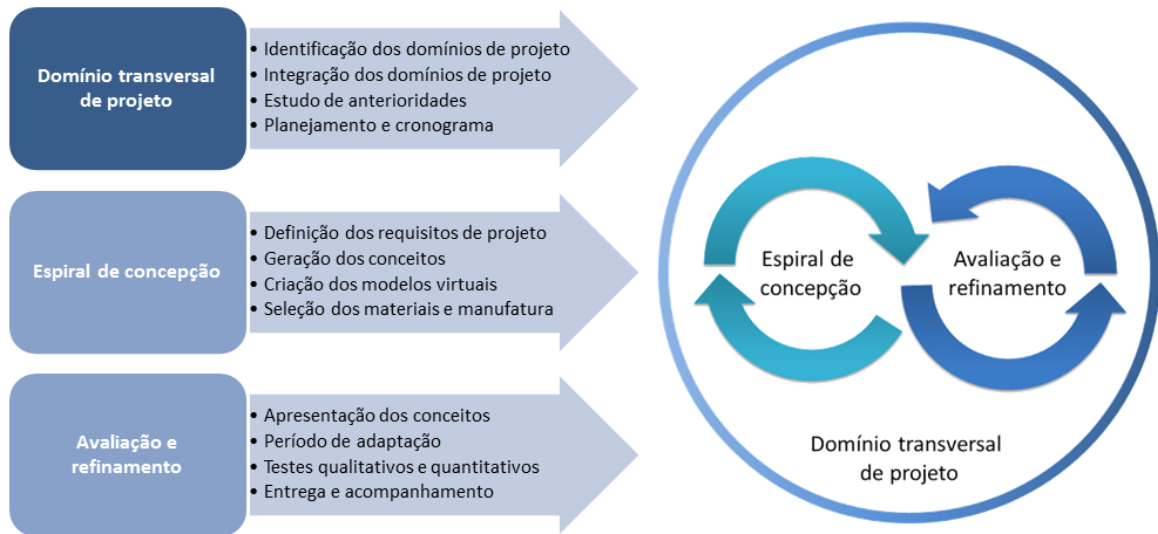


Figura 2- Metodologia AT-d8sign (fases e tarefas).
 FONTE: Adaptado de Santos e Silveira (2020)

2.2 Ferramentas de projeto

2.2.1 Matriz dos relacionamentos (de *House of Quality* – HoQ), QFD

O QFD (*Quality Function Deployment* – Desdobramento da Função Qualidade) é um método de projeto, no qual podem ser desdobradas até quatro matrizes que se relacionam por diferentes domínios do conhecimento. A primeira matriz (Casa da Qualidade), relaciona o domínio do usuário com o domínio da engenharia (tecnológico), da qual se extra, a partir dos Requisitos do Usuário um conjunto de características técnicas, que norteiam a fase conceitual do projeto. Essa compreensão das informações (necessidades e anseios) do usuário convertidas em características técnicas mensuráveis; permitem ter maior assertividade das melhorias ou inovação no desenvolvimento do projeto e, pode inclusive antecipar contradições e conflitos técnicos, pela matriz de correlações

(telhado da casa da qualidade). Na figura 3, tem-se o modelo de uma matriz QFD (FARIA, 2019).

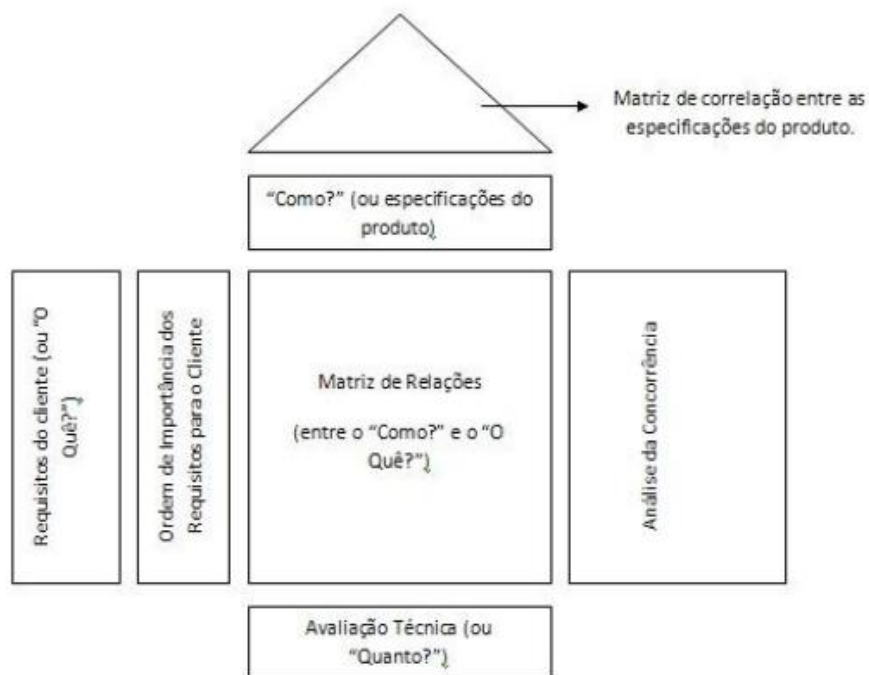


Figura 3 – Casa da Qualidade (HoQ – Casa da Qualidade, QFD).
FONTE: (FARIA, 2019)

Como destaca Faria (2019), primeiramente, deve-se fazer um questionário com perguntas referentes a utilização do produto final e as necessidades requisitadas para o usuário. Através de suas respostas, é filtrado um conjunto de imprescindibilidade, a qual fica armazenada, com ordem de importância, em “Requisitos do Clientes”. Esse resultado é repassado ao consumidor, novamente, para que ele classifique com notas de importância entre: 1 a 10. Esses valores serão armazenados numa coluna ao lado, denominada: “Grau de importância”. Para o projeto desenvolvido, detalhado neste relatório, considerou-se os valores 1, 3 e 9, de atribuição ao grau de importância.

Na Figura 4, há uma exemplificação detalhada de uma matriz QFD. Nota-se que as “Especificações do Produto” são os “Requisitos do usuário.

A “Matriz de Relações” terá uma nota referente a cada linha, submetido a “Requisitos do cliente”, de 1, 3 ou 9, ou seja, a classificação resume-se em relação: forte, média e fraca. Estas linhas estarão interligadas com as colunas de “Especificações do produto”. Cada linha pode ter uma ou mais correlações

com as colunas. Na Figura 4, pode-se observar que essa parte está preenchida com variáveis “X”.

A “Matriz de Correlação entre as especificações do produto” é representada por um triângulo, em que suas colunas e linhas associam as próprias “Especificações do produto” em relação: positiva, positiva forte, negativa e negativa forte. Caso as especificações não possuam relação, este ficará em branco (FARIA, 2019).

RU's / CT's	Unidades (SI)					Grau de importância	Fator distribuição da equipe	Peso Abs	Peso relativo
	C ¹	C ²	C ³	...	C ^p				
RU1	X11	X12	X13	...	X1p			PaRU1	PrRU1
RU2	X21	X22	X23	...	X2p			PaRU2	PrRU2
RU3	X31	X32	X33	...	X3p			PaRU3	PrRU3
...
Run	Xn1	Xn2	Xn3	...	Xnp			PaRU _n	PrRU _n
Abs	PaCT1	PaCT2	PaCT3	...	PaCT _p	ΣPaCT _i		ΣPaRU _i	ΣPrRU _i
%	PrCT1	PrCT2	PrCT3	...	PrCT _p	ΣPrCT _j			

Figura 4 – Estimativa quantitativa dos Requisitos do Usuário, na matriz de relacionamento do QFD
 FONTE: (FARIA, 2019)

Na figura 4, os requisitos de usuário variam de 1 a n; e as características técnicas variam de 1 a p.

Como destaca Silveira (2019) O fator de distribuição também pode ser chamado de “argumento de venda”, é um fator multiplicador que pode assumir 3 valores:

- 1,5: requisitos especiais;
- 1,2: requisitos mais valorizados;
- 1,0: requisitos comuns.

Para encontrar o valor do Peso absoluto dos requisitos de usuário, multiplica-se o valor do grau de importância pelo fator de distribuição da equipe, respectivo de cada linha, dada pela equação (1):

$$PaRU_L = \text{Grau de importância} \times \text{Fator de distribuição da equipe} \quad (1)$$

em que $i = 1, 2, 3, \dots, n$; e “L” indica qual o requisito de usuário.

O peso relativo dos requisitos de usuário é calculado pela equação (2):

$$PrRU_L = \frac{PaRU_L}{\sum_{i=1}^n PaRU_i} \quad (2)$$

em que $i = 1, 2, 3, \dots, n$; e “L” indica qual o requisito de usuário.

O Peso absoluto das características técnicas é calculado pela equação (3):

$$aCT_c = \sum_{i=1}^n PaRU_i \times X_{ic} \quad (3)$$

Na qual, $c = 1, 2, \dots, p$. (indica qual a característica técnica analisada); $i = 1, 2, \dots, n$. (indicando o requisito de usuário). E X_{ic} indica o valor da matriz de relações. O peso relativo é calculado pela equação (4):

$$PaCT_c = \sum_{i=1}^n PaRU_i \times X_{ic} \quad (4)$$

em que $j = 1, 2, \dots, p$, indicando qual a característica técnica.

2.2.2 TRIZ (Teoria Inventiva de Soluções)

A metodologia TRIZ foi criada por Genrich Altshuller na antiga União Soviética. Ele percebeu que as mais de 400.000 patentes analisadas seguiam padrões e, também, que a grande maioria não possuía nenhum conceito novo, isto se dava, pela falta de ligação entre diferentes áreas do conhecimento (SILVA, 2018).

Para o próprio Altshuller (1984), a TRIZ é um método que se baseia em problemas com um propósito lógico e não intuitivo, trazendo assim maior capacidade de resolução de um problema de maneira criativa. Ainda para o autor, a TRIZ é uma metodologia baseada em conhecimentos prévios obtidos através de problemas inventivos passados.

Como descrito por Zusman et al (1998), um fator importante que Altshuller descobriu, foi que, todas as ideias realmente inovadoras vistas por ele nas mais diversas patentes analisadas, se enquadravam em 40 categorias genéricas, conhecidas hoje como princípios inventivos (IP's), como visto no Quadro 1.

Quadro 1 – Princípios inventivos

1.	Segmentação	21.	Aceleração
2.	Extracção	22.	Transformação de prejuízo em lucro
3.	Qualidade Localizada	23.	Feedback
4.	Assimetria	24.	Mediação
5.	Consolidação	25.	Auto-serviço
6.	Universalidade	26.	Cópia
7.	Aninhamento	27.	Uso e descarte
8.	Contrapeso	28.	Substituição de meios mecânicos
9.	Compensação Prévia	29.	Construção pneumática ou hidráulica
10.	Acção Prévia	30.	Uso de filmes finos e membranas flexíveis
11.	Amortecimento Prévio	31.	Uso de materiais porosos
12.	Equipotencialidade	32.	Mudança de cor
13.	Inversão	33.	Homogeneização
14.	Recurvação	34.	Descarte e regeneração
15.	Dinamização	35.	Mudança de estado físico ou químico
16.	Acção parcial ou excessiva	36.	Mudança de fase
17.	Transição para nova dimensão	37.	Expansão térmica
18.	Vibração mecânica	38.	Uso de oxidantes fortes
19.	Acção periódica	39.	Uso de atmosferas inertes
20.	Continuidade da acção útil	40.	Uso de materiais compostos

Fonte: (SILVEIRA, 2019)

Para um uso correto dos princípios inventivos (IP's) é relevante conhecer os parâmetros de engenharia (EP's). Esses parâmetros equivalem a grandezas genéricas encontradas em diversos problemas técnicos, independente da área.

Para melhor entendimento, SILVA (2018) fala que as contradições existentes em um problema devem ser traduzidas em um parâmetro de engenharia que se queira melhorar, e em outro que é ocasionalmente piorado em função desse. No Quadro 2, encontra-se a lista dos 39 EP's.

Quadro 2 – Parâmetro de engenharia

Núm.	Parâmetros de Engenharia	Núm.	Parâmetros de Engenharia
1	Peso de um objeto em movimento	21	Potência
2	Peso do objeto em repouso	22	Perda de energia
3	Comprimento de um objeto em movimento	23	Perda de substância
4	Comprimento de um objeto em repouso	24	Perda de informação
5	Área do objeto em movimento	25	Perda de tempo
6	Área do objeto em repouso	26	Quantidade de substância
7	Volume do objeto em movimento	27	Confiabilidade
8	Volume do objeto em repouso	28	Precisão de medição
9	Velocidade	29	Precisão de fabricação
10	Força	30	Fatores indesejados atuando no objeto
11	Tensão, pressão	31	Efeitos colaterais indesejados
12	Forma	32	Manufaturabilidade
13	Estabilidade do objeto	33	Conveniência de uso
14	Resistência	34	Mantenabilidade
15	Durabilidade do objeto em movimento	35	Adaptabilidade
16	Durabilidade do objeto em repouso	36	Complexidade do objeto
17	Temperatura	37	Complexidade de controle
18	Brilho	38	Nível de automação
19	Energia gasta pelo objeto em movimento	39	Produtividade
20	Energia gasta pelo objeto em repouso		

Fonte: (SILVEIRA, 2019)

2.2.2 Estrutura funcional e Diagrama MEI

A estrutura funcional é um método sistemático para examinar como determinadas funções de um produto relacionam com o usuário final, podendo ser aplicada tanto em produtos já existentes como em produtos que estão sendo projetados, porém, para isso tem que se conhecer suas funções principais e se possível trazer questionamentos que futuramente poderão ser feitos pelos usuários, como explica (BAXTER 2000).

Ainda segundo Baxter (2000) a ferramenta pode ser dividida em cinco etapas, sendo elas, listar funções, selecionar função principal, selecionar as funções básicas, ordenar as funções secundárias e conferência.

Na etapa de listar as funções, a equipe que está realizando o projeto tem que encontrar o máximo de funções do produto, se baseando, tanto nos questionamentos da própria equipe, como também, nas funções ditas pelo o usuário. Após a listagem das funções, a equipe tem que selecionar a função

principal, aquela que eles acreditam ser a razão da existência do produto. Selecionada a função principal, entra a terceira etapa, as das funções básicas, estas, se relacionam com a principal de duas formas, são essenciais para a função principal e foram causas diretas desta (BAXTER, 2000)

Vale ressaltar que as funções que não se desdobram mais, podem ser, funções que estão ligadas a características mais simples ou a peças unitárias do produto.

O diagrama MEI (matéria, energia, informação) tem como característica principal descrever o funcionamento de um produto/conceito, mostrando o fluxo de material no decorrer do processo estudado, a energia de entrada e de saída e os indicadores que são preciso para iniciar e finalizar o processo. A figura 5 apresenta a estrutura simplificada em primeiro nível, diagrama funcional (MEI), com a função básica de projeto e o fluxo de Matéria-Energia-Sinal (MEI) para um dos dispositivos assistivos propostos.

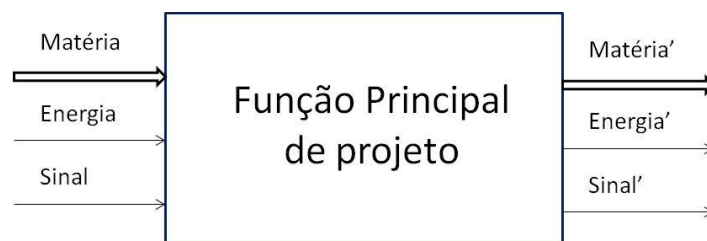


Figura 5 - Figura 5 – Estrutura do diagrama MEI
Fonte: (Autor, 2020)

2.2.3 Análise morfológica

O quadro morfológico é uma ferramenta de busca de soluções estruturada. Pode ser desenvolvida, tanto sob a forma de um conjunto de funções de projeto e/ou parâmetros técnicos. O objetivo do método é gerar uma matriz combinatória de soluções, e dela extrair potenciais soluções viáveis. A Figura 6 apresenta uma matriz genérica da abordagem morfológica.

	Soluções			
Sub-função 1	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
Sub-função 2	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
Sub-função 3	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4
...	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4

↓
1ª Solução

Figura 6 – Quadro morfológico genérico.
Fonte: (KANEKO, 2018)

2.2.4 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

O Método de análise do modo e efeitos de falhas (FMEA) é um método analítico que visa identificar possíveis falhas, e o efeito que essa pode causar no comportamento de um sistema, seja esse este, um processo ou produto (HELMAN e ANDERI, 1995).

- FMEA DE PRODUTO: aqui são consideradas falhas que poderão ocorrer no produto dentro das especificações dadas no projeto. Tem como objetivo evitar falhas na fase operacional.
- FMEA DE PROCESSO: são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, tendo como objetivo, evitar falhas durante o processo de fabricação e montagem.

Como descrito por Toledo (2002), mesmo que o FMEA tenha sido criado para ser aplicado em novos produtos, este teve sua metodologia difundida, graças a sua grande utilidade.

Pode-se dizer que, com a utilização desse método é possível diminuir as chances dos produtos ou processos falharem, assim, aumentando a sua confiabilidade (VIEIRA, 2008)

Pensando em um produto, para se dar início a metodologia FMEA precisamos saber quais são os componentes que estão integrados neste produto. Vale ressaltar que toda a metodologia tem que ser desenvolvida em grupo, trazendo o maior número de informações possíveis, evitando que possíveis falhas e componentes sejam esquecidos.

Logo após a determinação dos componentes, a equipe tem que buscar compreender qual é o tipo de falha que pode ocorrer em cada um destes

componentes. Feito isso, agora tem se compreender como estas falhas podem ser provocadas e o que elas causarão com o decorrer do tempo.

2.3 Tecnologia assistiva: definições e aplicabilidade

2.3.1 Deficiência

Charlton (1998) define “a deficiência é complexa, dinâmica, multidimensional e questionada”. Segundo Oliver (1990), nas últimas décadas pesquisadores da saúde e das ciências sociais identificaram que as pessoas que possuem algum tipo de deficiência encontram no seu cotidiano barreiras físicas e sociais.

Porém, as duas barreiras não podem ser tratadas separadamente, mas sim em conjunto, trazendo uma abordagem mais equilibrada dando a devida importância a cada área, dentro da deficiência abordada, como relatado por Shakespeare (2006) e Forsyth (2007).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) em seu Relatório Mundial sobre a Deficiência feito junto ao Banco Mundial (2011) adota a classificação internacional de funcionalidade (CIF), compreendendo que a funcionalidade e a deficiência se comunicam dinamicamente entre problemas de saúde, atividades, fatores corporais, ambientais, contextuais e a participação do indivíduo. A Figura 7 apresenta os domínios envolvidos na deficiência ou funcionalidade reduzida.

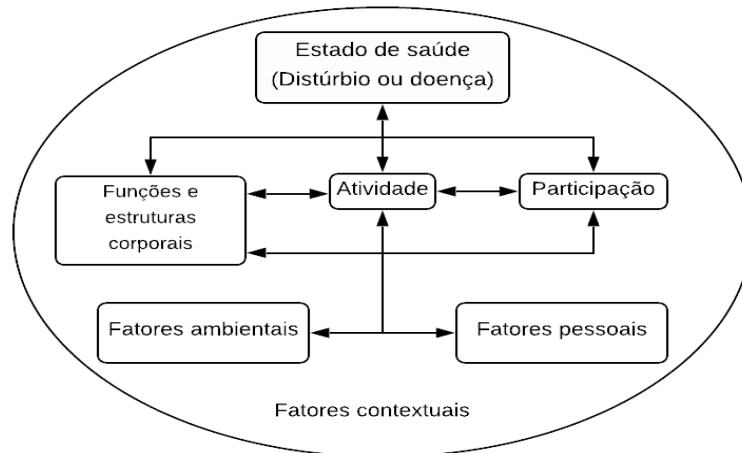


Figura 7 - Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF).
Fonte: (WHO, 2011)

Ainda segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) em seu Relatório Mundial sobre a Deficiência feito junto ao Banco Mundial (2011) a CIF fez com que se avançasse a compreensão e a mensuração da deficiência. Além de citar fatores ambientais como um grande causador ou facilitador a CIF também mostra os problemas de funcionalidade humana separadas em três áreas distintas, porém conectadas entre si, que são:

- **Alterações das estruturas corporais:** Problemas de funções corporais e/ou alterações das estruturas do corpo;
- **Limitações:** Dificuldade para executar determinada ação;
- **Restrições à participação:** problemas que podem gerar algum tipo de discriminação;

Como citado anteriormente é possível influenciar na atividade e na participação do indivíduo através de fatores ambientais. Ambientes que são inacessíveis criam barreiras que dificultam a participação e inclusão; já ambientes pensados em melhorar a saúde e evitar a incapacidades podem melhorar os resultados finais de pessoas com deficiência. Assim como descrito pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em seu Relatório Mundial sobre a Deficiência feito junto ao Banco Mundial (2011) essas mudanças podem ser implementadas através da legislação, alterações nas políticas públicas, na construção da capacidade de agir e/ou por desenvolvimento tecnológico.

Nesse contexto, o desenvolvimento de recursos de tecnologia assistiva é importante pois estes podem agir como facilitadores para diversas tarefas e possibilitar melhor participação de indivíduos com mobilidade reduzida nas atividades cotidianas, tais como o vestuário.

Como ressalta Quiin (2002), a deficiência é uma questão de direitos humanos pelos seguintes fatores:

- As pessoas que possuem algum tipo de deficiência apresentam frente a frente com a desigualdade, por exemplo, quando não obtém o mesmo acesso a saúde, emprego, educação, etc.;
- Tem a sua dignidade violada, como em casos de abuso, preconceito, desrespeito devido à deficiência
- Pessoas que perdem sua autonomia, tal como, quando são confinadas contra sua vontade;

2.3.2 Considerações sobre Tecnologia Assistiva (TA)

Segundo Bersch (2013) a tecnologia assistiva (TA), é um termo utilizado para identificar todo o conjunto de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e, conseqüentemente, promover vida independente e inclusão. Sendo assim, esta possibilitará a realização da função desejada a qual se encontra impedida por circunstância de deficiência ou pelo envelhecimento.

Pode-se dizer que o objetivo principal da TA é proporcionar ao indivíduo que possui algum grau de deficiência, independente da área, uma maior autonomia, qualidade de vida, e inclusão social, através da melhoria da sua comunicação, mobilidade, controle do ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho (BERSCH, 2013)

O conceito de tecnologia assistiva pode variar em algumas regiões e países, mas mesmo com esta variação, o seu objetivo é promover maior participação e conseqüentemente mais qualidade de vida aos seus cidadãos que possuem algum tipo de deficiência. Na legislação dos Estados Unidos, a TA é definida como:

“Recursos são todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob medida utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência. Serviços são definidos como aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos acima definidos”.

Agora para os países que fazem parte da União Europeia, o conceito proposto está escrito no documento "Empowering Users Through Assistive Technology" – EUSTAT (1999):

“...em primeiro lugar, o termo tecnologia não indica apenas objetos físicos, como dispositivos ou equipamento, mas antes se refere mais genericamente a produtos, contextos organizacionais ou modos de agir, que encerram uma série de princípios e componentes técnicos”.

A partir destes documentos e outros referenciais o Comitê de Ajudas Técnicas – CAT (CAT, SEDH,2009), que é o órgão responsável no Brasil a propor providências no sentido de acessibilidade às tecnologias disponíveis no mundo, permitindo inclusão plena e abrangente na sociedade. O CAT descreve a TA como:

"Tecnologia Assistiva é 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"

O dispositivo de tecnologia assistiva (DTA) pode ser definido como qualquer item, parte de equipamento, ou produto, adquirido no comércio ou adaptado ou modificado, usado para aumentar, manter ou melhorar a capacidade funcional de pessoas com deficiência ou impedimentos. Assim, proporcionará ao usuário qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho (Bersch, 2013).

Para Bersch (2013) para realizar desenvolvimento de um dispositivo assistivo, deve-se pensar inicialmente qual o problema a ser tratado, para isso, as tecnologias estão divididas em 13 categorias, que são:

1. **Auxílio para a vida diária e prática:** utilização de recursos que auxiliam em ações cotidianas como vestir-se, cozinhar, alimentação

2. **Comunicação aumentativa e alternativa:** utilização de recursos que possibilitem a comunicação de pessoas com limitação de fala ou com defasagem de comunicação
3. **Recursos de acessibilidade ao computador:** softwares com dispositivos de entrada ou de saída de voz;
4. **Sistemas de controle de ambiente:** através de um controle as pessoas podem ligar ou desligar aparelhos, como por exemplo, som, luz, ventilador;
5. **Projetos arquitetônicos para acessibilidade:** adaptações nas estruturas das casas, ambientes de trabalho e locais públicos como adaptações em banheiros, rampas, vagas para automóveis;
6. **Órteses e próteses:** objetos que se adaptam ao corpo, a fim de, melhorar movimentos comprometidos;
7. **Adequação postural:** objetos que propõem conforto ao usuário como, por exemplo, cintos de correção de postura, almofadas, assentos e encostos anatômicos;
8. **Auxílios de mobilidade:** objetos como andadores, bengalas, carrinhos, cadeiras de roda;
9. **Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que**
10. **ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas:** equipamentos para a escrita em Braille e síntese de voz, aplicativos para leitura, e alguns mais normalmente encontrados, como lupas e lentes;
11. **Auxílios para pessoas com surdez ou com déficit auditivo:** equipamentos como aparelhos auditivos;
12. **Mobilidade em veículos:** veículos modificados que facilitam o manuseio de pessoas com algum tipo de deficiência;
13. **Esporte e lazer:** equipamentos e recursos que facilitam a prática de um esporte.

Assim como descrito por Bersch (2013) a TA deve ser compreendida como “recurso do usuário” e não como “recurso do profissional”. Isto se dá pelo fato que serve para ajudar as pessoas que possuem algum tipo de deficiência a desempenhar ações do seu cotidiano, buscando sua maior autonomia.

2.3.3 Mobilidade reduzida e TA

Como relata Apolo (2010) na maioria das vezes a mobilidade reduzida está inconscientemente ligada a pessoas portadores de deficiências físicas que tem o seu deslocamento realizado através do dispositivo assistivo, cadeira de rodas ou também, idosos com dificuldades de locomoção. Porém, não são só essas pessoas que apresentam mobilidade reduzida; para outra parcela da população, a sua mobilidade pode ser afetada através de, espaços urbanos pouco integrativos, produtos e serviços que não são adaptáveis as suas funções e necessidades. Pode-se citar, além dos idosos e pessoas com deficiência física, os grupos:

- Crianças;
- Mulheres grávidas;
- Pessoas com um membro engessado;
- Pessoas obesas;
- Pessoas que sofram de doenças debilitantes, cardiovasculares, respiratórias, articulares, paralisia, circulação;

Dentre as diferentes condições que podem levar à mobilidade reduzida, encontra-se a paralisia cerebral, que pode estar relacionada a diversas causas pré, peri ou pós-natal (Portal da Educação, 2013). Dentre as pré-natal, podem ser citadas: fatores genéticos ou hereditários, infecções congênitas, má-formações cerebrais congênitas, fatores metabólicos maternos, transtornos tóxicos e fatores físicos. Dentre as causas perinatais, encontram-se: parto distócico, icterícia grave, infecção pelo canal do parto. As causas pós-natal podem ser oriundas de meningites, infecções pós-vacinas e desnutrição.

Com relação às características apresentadas por crianças com paralisia cerebral, podem se ressaltadas a adução e a flexão do polegar, chamado polegar incluso, que limitam a função da mão e implicam em incapacidades ou limitações no desempenho de atividades e tarefas do cotidiano da criança (Rodrigues, 2007). As dificuldades na realização de tarefas cotidianas afetam não só o grau de independência do indivíduo, mas também a qualidade de vida, além de familiares e outras pessoas envolvidas, como colegas, cuidadores, professores, entre outros.

Assim, podemos dizer que o dispositivo assistivo pode ser integrado à rotina de pessoas com alterações neuro motoras geradas pela paralisia cerebral, uma vez que pode haver dificuldades funcionais durante as Atividades de Vida Diária (AVD), tais como a alimentação, o vestir-se e despir-se, as atividades de banho e higiene, além do deslocamento e manutenção de posturas.

Para os idosos que possuem mobilidade reduzida, a introdução de um dispositivo assistivo pode proporcionar um envelhecimento mais ativo, isto porque, a utilização desta tecnologia dá ao idoso habilidades funcionais que promovem uma vida independente com inclusão social, assim, aumentando a sua expectativa e qualidade de vida (LEITE *et al*, 2018).

Vale ressaltar que a palavra “pode” foi escrita intencionalmente no parágrafo anterior, isto porque, em casos onde o usuário ou familiares não recebem a instrução correta de como usar o dispositivo assistivo, este pode sofrer abandono.

O projeto de produtos assistivos direcionados a pessoas com restrições temporárias ou permanentes exige o desenvolvimento sistemático do projeto, com um ciclo de interação e iteração entre as atividades de projeto muito intensas, que tem como principal objetivo minimizar o abandono do dispositivo (Santos e Silveira, 2020).

Segundo Costa *et al.* (2015) os principais fatores de abandono de dispositivos de tecnologia assistiva são:

“problemas com o estado físico do usuário; falta de informação e treinamento tanto de profissionais quanto de usuários; dor; limitações funcionais; preferência por outro DTA ou utilização de capacidades remanescentes; peso elevado do dispositivo; alterações nas condições do DTA; dificuldade de uso; insatisfação; desconforto; inadequação/inapropriação, e “muito barulho””.

A partir do estudo realizado por Costa *et al* (2015), os autores sugerem que para evitar um alto índice de abandono é necessário que os profissionais que estejam lidando com o usuário fiquem atentos as reais necessidades, habilidades e contexto que estes estão inseridos; abordar de uma forma interdisciplinar na seleção do dispositivo, buscando a maior quantidade de soluções em diferentes áreas; participação ativa do usuário, para que este consiga dar sugestões para o dispositivo escolhido ou ideias para um dispositivo

que está sendo elaborado; treinamento e acompanhamento de profissionais para que o usuário seja capaz de usar o dispositivo da forma correta; atenção na confecção; reavaliações constantes e reajuste do dispositivo, caso necessário.

2.4 Conceitos de manufatura aditiva por extrusão (Técnica FFF – *Fused Filament Fabrication*)

O processo aditivo por extrusão, especificamente a técnica FFF baseia-se na deposição de material em forma de filamento, a partir de um bico calibrado. No caso do equipamento 3D desktop utilizado na pesquisa (GTMax3D Core A1 Dual), o sistema de movimentação do cabeçote extrusor se desloca nos eixos X e Y, permitindo a deposição de material para a obtenção da seção no formato desejado. Com o aquecimento da mesa na temperatura adequada de acordo com as propriedades reológicas da matéria-prima (filamento), o eixo Z é deslocado, permitindo que o cabeçote inicie a deposição em uma nova seção.

O processo de extrusão ocorre quando o material, em estado viscoso, recém-saído do bico extrusor solidifica-se para aderir ou à mesa de impressão, ou às partes previamente impressas. No caso do equipamento utilizado, especificamente o cabeçote de deposição baseado em um sistema de rolo de tracionamento no qual o filamento contínuo é introduzido, a solidificação dos mesmos é dada por um processo físico, por meio da troca de calor e consequente resfriamento do material.

O princípio de funcionamento do sistema de alimentação do cabeçote é realizado pelo tracionado do filamento por meio de dois roletes no mecanismo FDM (*Fused Deposition Modeling*). Além disso, seu controle tem influência direta na qualidade do produto, uma vez que é necessária precisão nos comandos de iniciar e interromper a extrusão para obtenção das características desejadas, considerando pressão constante durante a deposição do material.

As impressoras 3D do tipo desktop, em geral, possuem um bico extrusor calibrado (0,2; 0,4 e 0,6 mm). Dessa forma, como a construção da peça demanda quantidades consideráveis de material, sua deposição consome tempo elevado. Somado a isso, a movimentação do cabeçote nos eixos X e Y e da mesa de impressão no eixo Z, com velocidades consideravelmente baixas para a deposição de material em todos os pontos requisitados pela peça, resultam em um tempo de fabricação longo. A Figura 8 apresenta uma figura esquemática de

um equipamento de impressão 3D *low-end*. As técnicas aditivas se baseiam na deposição por camadas, para construção de formas livres em estruturação tridimensional.

Raulino (2011) cita que impressoras 3D *desktop* é indicada para a fabricação de produtos menos complexos e produtos customizáveis, e vale ressaltar que, como é uma impressora de pequeno porte, possui a vantagem de não necessitar de um ambiente industrial para o seu funcionamento.

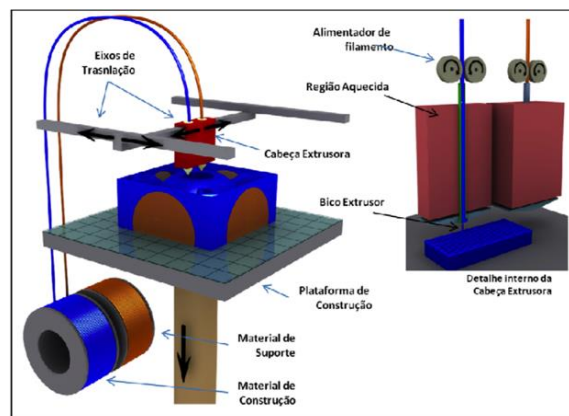


Figura 8 – Princípio mecânico para deposição com técnica aditiva FFF (com mecanismo FDM).
Fonte: Inforçatti Netto (2013).

A manufatura aditiva vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, e isto também está relacionado a facilidade que trouxe para a produção de peças com geometrias complexas, a otimização de materiais e pelas peças geradas que podem ser aplicadas nas mais diversas áreas como a da saúde e reabilitação (GIODARNO; ZANCUL; RODRIGUES, 2016).

Os dispositivos assistivos comerciais apresentam via de regra preço elevado e, muitas vezes pouca opção no mercado nacional. O uso da manufatura aditiva pode auxiliar na redução de custo, com maior grau de personalização, incentivando o co-design (BUEHLER; HURST; HOFMANN, 2014).

Outro aspecto é o movimento de *open source design* das comunidades de impressão 3D mundiais, como por exemplo <http://enablingthefuture.org/>. O movimento “maker” conjugado com essa nova forma de produtos é um conceito baseado no compartilhamento de ideias e de projetos, através de sujeitos,

amadores ou profissionais ligados a diferentes áreas da ciência e tecnologia, que se organizam como uma comunidade, tendo o foco de trabalhar mutuamente o desenvolvimento dos projetos dos seus membros, ocasionando uma mudança na forma de consumo e de produção de produtos. Este movimento é responsável pela democratização de equipamentos e conhecimento, permitindo que um usuário que não possui alicerce para a construção ou customização, produzam objetos de diferentes tamanhos e níveis de complexidade, a partir de um computador pessoal ou espaços colaborativos, como Fab Lab's ou Laboratórios de fabricação (Samagaia, 2015)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

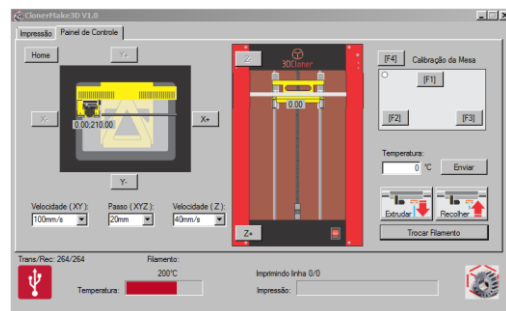
3.1 Materiais

3.1.1 Equipamento de impressão 3D

As fabricações dos protótipos conceituais foram feitas na impressora 3D Desktop comercial ilustrada na Figura 9 (a) no laboratório de Impressora 3D do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia de São Carlos ESC-USP. O equipamento possui câmara aberta e se baseia no processo aditivo de extrusão de técnica FFF, por não possuir base aquecida utiliza somente PLA. A área útil de impressão é de 320x210x400mm, com precisão de camada de 0,05 a 0,4 mm.car



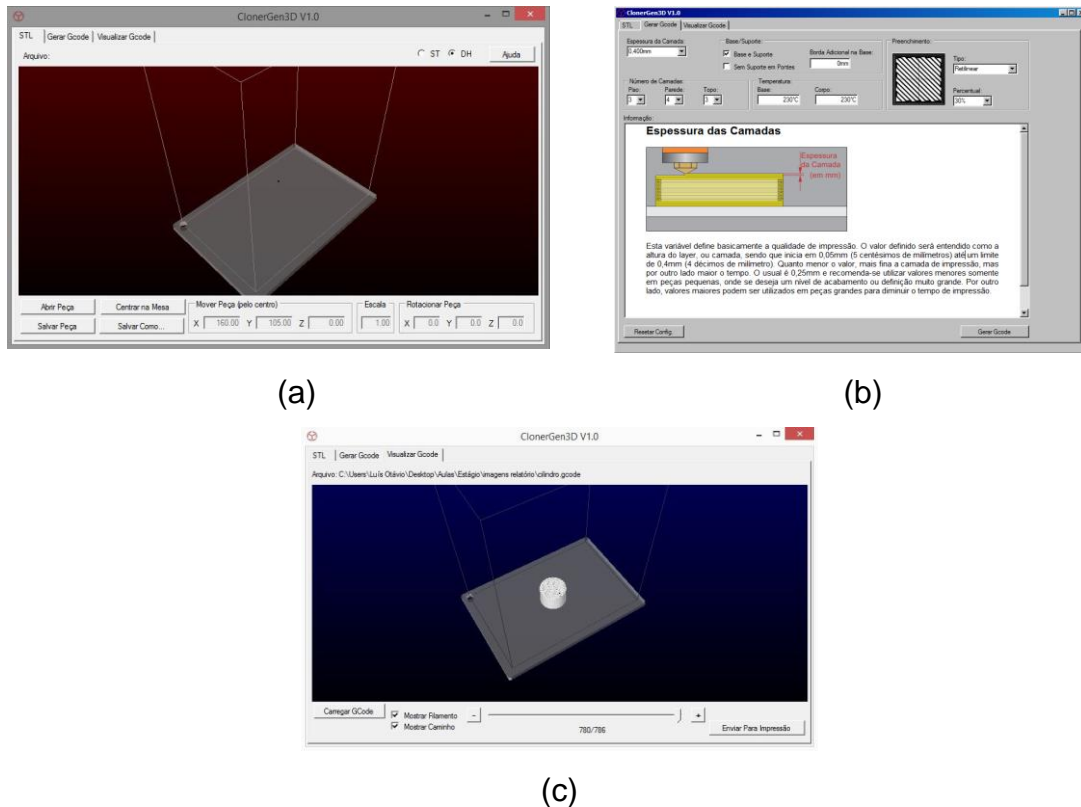
(a)



(b)

Figura 9 – Impressora 3D comercial, (a) equipamento; (b) Programa de interface.

A impressora possui um software de fatiamento próprio, o ClonerGen3D. Para impressão posiciona-se a peça salva em formato STL na bandeja de impressão, define-se os parâmetros de impressão, gera-se o gcode. Ao enviar o gcode para impressão é aberto o software de interação com a máquina, o ClonerMake3D. As Figuras 10 (a); (c) e (b) apresentam o programa de interface com o volume de trabalho do equipamento, programa de ajuste de parâmetros do próprio fabricante e ajuste de escala, respectivamente.



A Figura 10 (a) - apresentam o programa de interface com o volume de trabalho do equipamento, (b) programa de ajuste de parâmetros do próprio fabricante e (c) ajuste de escala.

3.1.2 Matéria-prima

O material polimérico PLA poli (ácido láctico) é um polímero que possui um grande interesse tecnológico, por ter sua aplicação em áreas ambientais e biomédica, além de, possuir excelentes propriedades mecânicas e ser altamente hidrolisável, como relata Jahno (2005); Rasal et. al, 2010), representado na Figura 11.

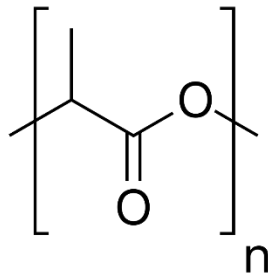


Figura 11 - Fórmula molecular do PLA
Fonte: (JAHNO, 2005)

Como descrito por Hergenröder (2017), o PLA é um termoplástico que possui propriedades específicas como rigidez, fragilidade e baixa capacidade de

deformação. As propriedades físico-químicas que são características deste termoplástico são T_g na faixa de 53 – 64 °C, T_m entre 145 – 186°C e $\Delta mH = 93$ J g⁻¹. A Figura XX apresenta um histograma com faixas da resistência ao impacto, usando PLA puro (figura 12).

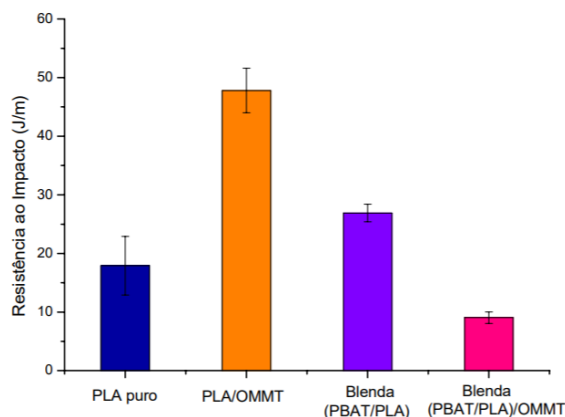


Figura 12 - Resistência ao impacto do PLA puro, Blenda PBAT/PLA pura e dos seus sistemas com teores de 3% de argila OMMT
Fonte: (JAHNO, 2005)

3.1.3 Soluções Disponíveis no Mercado

Uma pesquisa de mercado foi realizada a fim de encontrar soluções comerciais já existentes. Foram encontrados 3 produtos que tem soluções próximas à que será desenvolvida neste trabalho.

A primeira solução encontrada, como apresentada no quadro 3, é um produto que auxilia na ação de colocar os sapatos (calçadeira de sapatos expansível longa). Esta possui uma haste longa e retrátil que facilita o transporte e é versátil em relação ao tamanho de cada usuário e/ou amplitude do seu movimento, porém, desempenha uma única função.

A segunda solução é um dispositivo que auxilia o usuário a colocar meias (*sock slider*). A grande desvantagem desse produto é ser pouco intuitivo, podendo trazer seu abandono pelo usuário e também, ser de difícil transporte.

Os fatores que todos tem como desvantagem é o alto preço e o desempenhar de uma única função, com isso, para o usuário ter sua autonomia restituída, quando o assunto tratado é a vestimenta, este teria que possui os três dispositivos de uma única vez, o que é inviável para uma grande parcela da população brasileira.

Quadro 3 – Quadro comparativo de soluções comerciais.

Produto	Descrição	Vantagens	Melhorias	Preço médio
	<p>Calçadeira de sapato expansível longa (Mercado livre, 2020)</p>	<p>-Possui um cabo longo e retrátil que permite alcançar o sapato</p> <p>-Desempenha sua função</p>	<p>- Poderia desempenhar mais de uma função</p>	<p>R\$ 49</p>
	<p>Ferramenta que ajuda na vestimenta de meias (Americanas,2020)</p>	<p>-Desempenha sua função</p>	<p>- Poderia desempenhar mais de uma função</p> <p>- Poderia ser menor e mais intuitivo</p>	<p>R\$ 40</p>

Fonte: (Autor, 2020)

4 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

4.1 Metodologia utilizada

Nesse trabalho, foi utilizada as duas primeiras macroetapas da metodologia AT-d8sign, proposta por Santos e Silveira (2020) indicadas na Figura 13.

A primeira fase – Domínio transversal de projeto – visa a criação do arcabouço fundamental de conhecimentos, habilidades e experiências para o desenvolvimento do projeto, a partir da integração de todas os domínios de interesse, formada pelas seguintes tarefas:

- a) Identificação dos domínios de projeto: identificação, segundo as características do DA a ser desenvolvido, dos domínios de conhecimento e experiência, para além do(s) usuário(s), que deverão ser agregados ao DTP por meio de seus representantes;
- b) Integração dos domínios de projeto: adoção de estratégias para aproximação das diversas partes e domínios de conhecimento e experiência envolvidos no projeto; criação de uma linguagem, tanto quanto possível, comum para o DTP; alinhamento de objetivos, metas e visões de projeto;
- c) Estudo de anterioridades: estudo do estado da arte e da técnica (patentes e produtos comerciais) referentes ao DA a ser desenvolvido; levantamento das experiências progressas do usuário com a TA; análise das características da deficiência/limitação do usuário e do contexto em que este está inserido;
- d) Planejamento e cronograma: estabelecimento de um cronograma básico para o projeto e suas atividades, com algumas metas e prazos propostos, de modo a integrar e estimular as partes envolvidas e a nortear o processo como um todo.

A segunda fase – Espiral de concepção – é o núcleo mais criativo do processo, na qual são elaborados e aperfeiçoados, com o auxílio de ferramentas e técnicas de projeto, os conceitos e soluções sobre o DA e na qual são fabricados, via MA, os *mock-ups*, protótipos e produtos. Envolve as seguintes tarefas:

- a) Definição dos requisitos de projeto: identificação e hierarquização dos requisitos do usuário, suas expectativas e desejos; definição dos parâmetros e restrições técnicos de projeto;
- b) Geração dos conceitos: compreensão mais adequada do problema e da demanda de projeto; geração e aperfeiçoamento dos conceitos e soluções para o DA, com o auxílio de ferramentas e técnicas de projeto e dos feedbacks obtidos pelas avaliações;
- c) Criação dos modelos virtuais: criação e aprimoramento de modelos virtuais (CAD) para o DA, a partir dos primeiros esboços e croquis e dos feedbacks obtidos pelas avaliações; realização de análises CAE; escaneamento 3D de objetos ou partes do corpo, quando for o caso;
- d) Seleção dos materiais e manufatura: análise e seleção dos materiais mais adequados; fabricação de *mock-ups* e protótipos via MA; calibração dos parâmetros do processo e da impressora 3D utilizada.



Figura 13 - Macro-etapas e tarefas contempladas nesse projeto.
Fonte: (Adaptado: Santos; Silveira, 2020)

4.1.1 Na macro etapa “Domínio transversal do projeto”

4.1.1.1 Identificação do domínio do problema

O trabalho foi iniciado na disciplina SEM 0522 – Teoria e Metodologia de projeto, no 2º. Semestre de 2019. Foi apresentado aos alunos, conceitos de TA

e as potenciais contribuições da engenheira na concepção e fabricação de Dispositivos Assistivos (DA's). Cada grupo (composto de 4 a 5 alunos), então por meio de pesquisa em base de dados, produtos comerciais e estudo de anterioridade, e também conversas com membro familiares e pessoas próximas tiveram como objetivo inicial escolher uma oportunidade de melhoria em algum tipo de patologia.

Várias reuniões entre membros da equipe (utilizando conceito de Brainstorming), com tempo pré-determinado a partir do material disponibilizado e pesquisado. Com um leque bastante amplo, a equipe propôs que cada membro escolhe uma deficiência e, que cada ação diária de cada um, desde a vestimenta até a ida a um mercado, fosse realizada sempre pensando como uma pessoa com a deficiência escolhida, realizaria essa ação. Dessa forma, optou-se em desenvolver uma solução conceitual para pessoas com mobilidade reduzida, para uso de atividades bastante básicas, como se auto vestir, alcançar objetos de forma mais segura, por exemplo. Inicialmente, pensou-se como público-alvo pessoas com maior faixa etária.

4.1.1.2 Integração dos domínios de projeto

Num terceiro encontro, imaginou-se então, a rotina de vestimenta de uma pessoa idosa para que se pudesse determinar as dificuldades enfrentadas por ele. Realizando-se um novo *brainstorming* de todas as possibilidades, selecionou-se algumas atividades mais relevantes do processo de vestimenta, como vestir camisetas/camisas, calçar meias e sapatos e vestir calças.

Com a etapa anterior decidida, passou-se para a elaboração do questionário aos usuários. O questionário foi enviado à terapeuta ocupacional Marcela de Abreu e ao fisioterapeuta Marcos Braz e recebeu os seguintes feedbacks:

- o grau de necessidade de auxílio na vestimenta é relevante, principalmente para idosos acima de 80 anos, porém já existem soluções no mercado;
- o idoso normalmente veste calças, camisetas e sapatos sentado, pois apresenta alterações de equilíbrio;
- a maior dificuldade está em abotoar camisetas, fechar zíperes e sutiãs. Além disso, há dificuldade em levantar-se e erguer as calças até o quadril e calçar sapatos;

- a inclinação depende de cada usuário, podendo ou não ser um problema. A flexão da coluna lombar com lateralização da mesma é prejudicial, pois o idoso não consegue trazer o pé junto ao corpo;
- normalmente, os braços erguem-se até a 90º de flexão de braços, acima disso varia para cada um;
- acidentes são comuns entre idosos com declínio funcional e principalmente entre os que não são orientados sobre como vestir-se corretamente;
- o tempo de vestimenta é variável para cada pessoa, dependendo da capacidade funcional do idoso e da complexidade da vestimenta. O mais importante, entretanto, é ter independência.

Os profissionais comentaram que é interessante pensar em soluções nestas áreas, visto que a população idosa apresenta um variado nível de capacidade funcional. O dispositivo teria que levar em consideração este aspecto, explicando detalhadamente o seu uso correto e os benefícios que traria.

O questionário encontra-se em anexo 1

4.1.1.3 Estudo de anterioridades

Foram realizadas consultas especificamente nas bases: *United States Patent and Trademark Office* e *Google Patents*. Foram feitas pesquisas com combinações das seguintes palavras-chaves: *sock, shoe, dressing, sticks e devices*.

Selecionou-se, então, 3 patentes que mais se assemelhavam com a proposta definida pelo grupo.

- Patente No. US 10463184 B2: Ferramenta armazenável para remover sapatos e meias

Ferramenta para remover sapatos e meias que compreende um cabo e um dispositivo de remoção. O dispositivo pode ser composto por uma extremidade que se prende ao sapato ou por uma segunda extremidade curva que se encaixa no calcanhar. O dispositivo está conectado de maneira pivotante ao corpo principal e pode ser articulado entre as posições (TAYLOR, 2012)

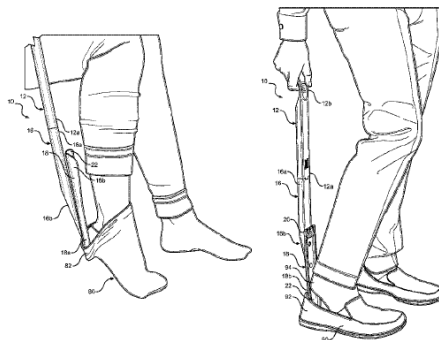


Figura 14 - Ferramenta para remover sapatos e meias
Fonte: (TAYLOR, 2012)

- US 9144339 B2: Dispositivo para colocar e tirar meias

Dispositivo para colocar ou tirar uma meia ou um sapato. O dispositivo inclui um braço longo e rígido com uma espécie de luva fixada em sua extremidade distal. Essa luva possui línguas separadas por vales. Na extremidade proximal da armação se localiza uma alavanca largamente curvada para fornecer um gancho (CANNATA, 2012)

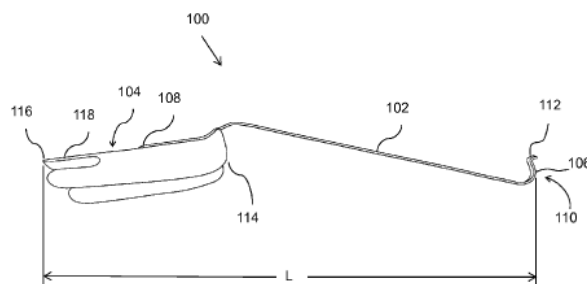


Figura 15 – Dispositivo para colocar e tirar meias
Fonte: (CANNATA, 2012)

- Patente No. US 10455964 B1: Calçadeira estendida

Calçadeira, feita para usuários destros ou canhotos, com uma alça longa deslocada que permite que o usuário use o dispositivo com boa visualização. A calçadeira fica na parte de trás do sapato, permitindo que o usuário escorregue o pé na frente dela. O dispositivo é útil para qualquer pessoa que queira calçar os sapatos em pé ou sentada, sem ter que se inclinar para frente. O dispositivo pode ser particularmente útil para pessoas com condições físicas, deficiências ou deficiências que dificultam a inclinação, ajudando aqueles que têm dificuldades para inserir os pés nos sapatos (LARUE, 2015).

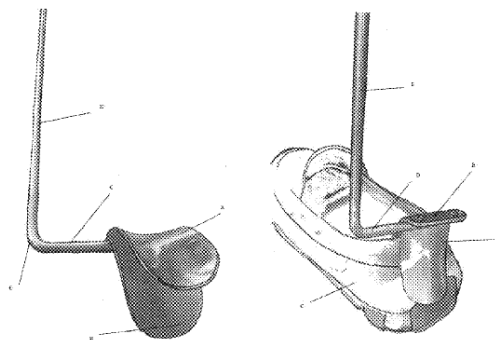


Figura 16 – Calçadeira
Fonte: (LARUE, 2015)

No Quadro 4 é apresentada os principais benefícios e limitações das 3 patentes apresentadas neste tópico.

Quadro 4 – Quadro comparativo de patentes

Patentes	Benefícios	Limitações
Ferramenta armazenável para remover sapatos e meias	- Se adapta ao formato do pé através de um corpo articulado	- Possui uma única função
Dispositivo para colocar e tirar meias	- Desempenha a função proposta - Gancho que facilita o manuseio	- Possui uma única função - Não é retrátil
Calçadeira estendida	- Desempenha a função proposta	- Possui uma única função - Não é retrátil - Não possui um formato simples para o encaixe no sapato

Fonte: (Autor, 2020)

4.1.1.4 Planejamento e cronograma

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado o fluxograma próprio mostrado na Figura 17, mas baseado em Santos e Silveira (2020). Esta escolha do cronograma foi ideal para facilitar a determinação das partes que teriam que

ser trabalhadas no projeto e qual seria o cronograma exato para conseguirmos desenvolver todo ele no tempo determinado.

Como descrito nos tópicos anteriores, foi definido qual seria a deficiência que iríamos trabalhar e também o seu público alvo. Ainda como descrito, foi feita uma reunião onde colocamos diversas ideias para entender melhor o problema e como poderíamos solucionarmos. Porém, como sabíamos, nem o melhor brainstorming da equipe poderia ser comparado com um questionário respondido pelos próprios usuários e/ou responsáveis por eles.

Com o questionário e brainstorming completos, marcamos uma nova reunião, agora com o foco em necessidades dos usuários, pesquisa de mercado e pesquisa de patentes. Assim foi possível iniciar a construção do QFD, inserindo os requisitos dos usuários que foram definidos a partir das necessidades requeridas e através de análises de produtos e patentes existentes.

A estruturação da Casa da Qualidade teve um prazo de elaboração de 7 a 10 dias, isto porque, depois de definido quais seriam os requisitos dos usuário, criamos uma matriz de predominância, a fim de entender quais desses requisitos tinham mais valor par o usuário e também as características técnicas que teriam que ser adotadas para suprir essas necessidades.

A penúltima etapa do projeto foi a criação do MEI (primário e secundário), FMEA e análise morfológica, para entender de forma completa como seria o funcionamento do protótipo, quais poderiam ser as possíveis falhas deste e escolher as melhores soluções para cada componente.

Com todo o processo anterior completo e definido, iniciou-se a última parte do projeto, que foi a criação de modelos virtuais para cada componente do protótipo e sua impressão.

Com os requisitos determinados, pode-se fazer a matriz de predominância (tabela 1), para determinar o grau de importância de cada um.

Tabela 1 - Requisitos do Usuário - Matriz de Predominância

	Ser leve	Fácil manuseio	Compacto	Não machucar	Ser versátil	Não quebrar fácil	Conforto visual	Total	
Ser leve	-	0	1	0	1	1	1	4	
Fácil manuseio	1	-	1	0	1	1	1	5	
Compacto	0	0	-	0	0	0	1	1	
Não machucar	1	1	1	-	1	1	1	6	
Ser versátil	0	0	1	0	-	0	1	2	
Não quebrar fácil	0	0	1	0	1	-	1	3	
Conforto visual	0	0	0	0	0	0	-	0	

Fonte: (Autor, 2020)

Observando a tabela 1, pode-se verificar que a classificação dos requisitos ficou da seguinte ordem:

- Não machucar;
- Fácil manuseio;
- Ser leve;
- Não quebrar fácil;
- Ser versátil;
- Ser compacto;
- Possuir conforto visual.

4.1.2.1.1 Matriz QFD

Com a classificação feita, pode-se desenvolver as características técnicas de cada requisito do usuário, assim como sua classificação na matriz de qualidade.

As características técnicas são descritas a seguir:

Ser leve	→	Massa [kg]
Fácil manuseio	→	Número de peças [.]
Ser compacto	→	Varição do comprimento [m]
Não machucar	}	Número de juntas [.]
		Área de contato [m ²]
Ser versátil	→	Permitir adaptação para cada tipo de roupa [.]
Não quebrar fácil	→	Resistência mecânica e durabilidade (Tenacidade) [MPa, N.m/m ³]
Conforto visual	→	Círculo cromático

A matriz de relações, após a ponderação dos valores no domínio do usuário e no domínio da engenharia, indicou quatro características técnicas de maior importância: Número de peças (22%); Número de Juntas (22%) e Massa (17%) e Área de contato (11%) extraídas da lista de requisitos do usuário, na qual os três principais requisitos foram: Não Machucar (36,6%); Ser leve (18,3%) e Fácil manuseio (18,3%).

Tabela 2 - Matriz de qualidade

RU's / CT's	Unidades (SI)								Grau de importância	Fator distribuição da equipe	Peso Abs	Peso relativo
	[g]	[.]	[m]	[.]	[m ²]	[.]	[MPa]	[.]				
Ser leve	9	3	3		1	3			3	1,5	4,5	18,29%
Fácil manuseio	3	9	3		1	1			3	1,5	4,5	18,29%
Ser compacto		1	9	3	1	1			1		1	4,07%
Não machucar	1	3		9	3				9		9	36,59%
Ser versátil					3	9			1		1	4,07%
Não quebrar fácil							9		3	1,2	3,6	14,63%
Conforto visual								9	1		1	4,07%
Abs	63	82	36	84	40	28	32,4	9				
%	17%	22%	10%	22%	11%	7%	9%	2%				

Fonte: (Autor, 2020)

4.1.2.1.2 TRIZ

A TRIZ de contradições pode ser observada na Figura 18, para as características técnicas pensadas. A análise foi feita separadamente para melhor visualização de ambas as matrizes.

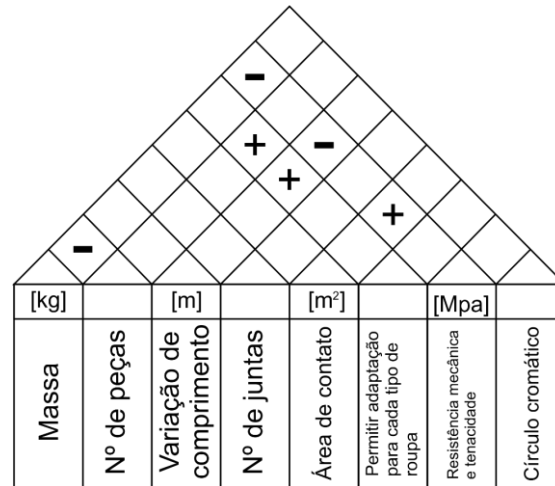


Figura 18 - TRIZ das características técnicas (telhado da matriz de qualidade)
Fonte: (Autor, 2020)

A massa e o número de peças apresentam contradição, pois para se obter um dispositivo com menor peso, é necessário que não haja um grande número de peças.

As características de número de peças e adaptabilidade para cada tipo de roupa, assim como variação de comprimento e adaptabilidade para cada tipo de roupa, apresentam relações positivas, uma vez que com um maior número de peças, é possível ter cada peça com uma funcionalidade específica, facilitando o processo de vestimenta; e com uma variação de comprimento do bastão, essa especificidade aumenta, pois cada processo apresenta um comprimento necessário diferente.

A massa e a resistência mecânica apresentam relação negativa pois uma menor massa indica menor quantidade de material utilizado na fabricação do produto, que pode conferir uma menor resistência mecânica ao dispositivo.

4.1.2.2 Geração dos conceitos

4.1.2.2.1 MEI primário

O produto desenvolvido tem 4 ações principais e pode ter alguns materiais de entrada diferentes para cada tipo de ação executada.

Para exemplificar a ferramenta, tomaremos o MEI primário “calçar sapatos” como base. Neste MEI temos como material de entrada, as mãos que vão auxiliar no encaixe do sapato, os pés que serão calçados, o instrumento que é o protótipo desenvolvido neste trabalho e os sapatos; a energia usada será somente a do usuário, ou seja, sua energia mecânica; o indicador será a vontade do usuários em estar com os seus pés calçados. Tendo concluído a ação, os materiais de saída serão as mãos livres que auxiliaram no processo de vestimenta, o protótipo e os pés calçados; a energia resultante daquela aplicada pelo usuário será a energia térmica; e o indicador da saída será a percepção dos seus pés calçados.

Sendo assim, foram desenvolvidos 4 MEI's primários, onde se mostra a sua principal ação e os seus materiais adequados, como pode se observar nas figuras seguintes.



Figura 19 – MEI primário “calçar sapatos”
Fonte: (Autor, 2020)



Figura 20 – MEI primário “vestir casaco”
Fonte: (Autor, 2020)

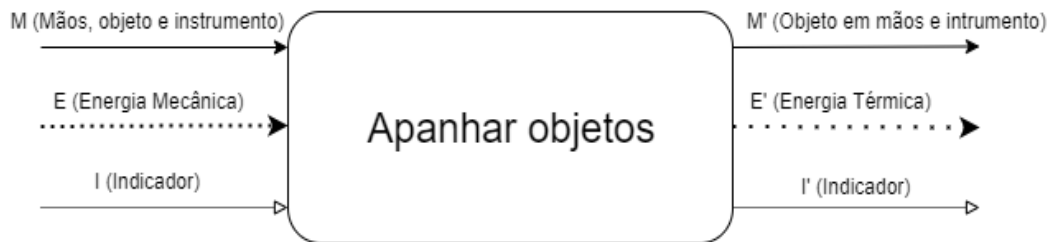


Figura 21 - MEI primário "Apanhar objeto"
Fonte: (Autor, 2020)



Figura 22 - MEI primário "Calçar Meias"
Fonte: (Autor, 2020)

4.1.2.2.2 MEI secundário

Diferente do MEI primário, o MEI secundário não só mostra a função principal, como também detalha todo o passo a passo correto da utilização ideal do produto, desenvolvida pelos projetistas.

Foi desenvolvido um único MEI secundário, isto porque, cada MEI teria praticamente só a sua ação principal alterada, dependendo da agarrá utilizada pelo usuário. Então, para facilitar a compreensão, foi utilizada a ação de “calçar as meias” para se desenvolver o MEI secundário.

Nota-se que no MEI secundário “calçar meias”, temos todo o processo bem detalhado, mostrando corretamente qual a sequência correta para o uso ideal do protótipo. O processo de calçar meias tem o seu início com o ato de

pegar as meias que serão calçadas, e isto depende, dos materiais mãos e meias, da energia mecânica e do indicador 1 (vontade de estar calçado). Logo após ter pegado a meia, o usuário terá que colocar essa no instrumento (protótipo), para isso, ele dependerá dos materiais (mãos, meias e instrumento) e da energia mecânica, lembrando que esta energia se dissipa em forma de energia térmica. O próximo passo está em posicionar o pé no instrumento, nesta etapa os materiais serão as mãos, o instrumento com meia e o pé; a energia continua sendo a mecânica e dissipando em energia térmica. A ação final se dá com o calçar o pé. No final do processo teremos como material de saída, as mãos que auxiliaram no processo, o instrumento, o pé calçado e a energia térmica. A figura 23 abaixo ilustra o processo descrito acima.

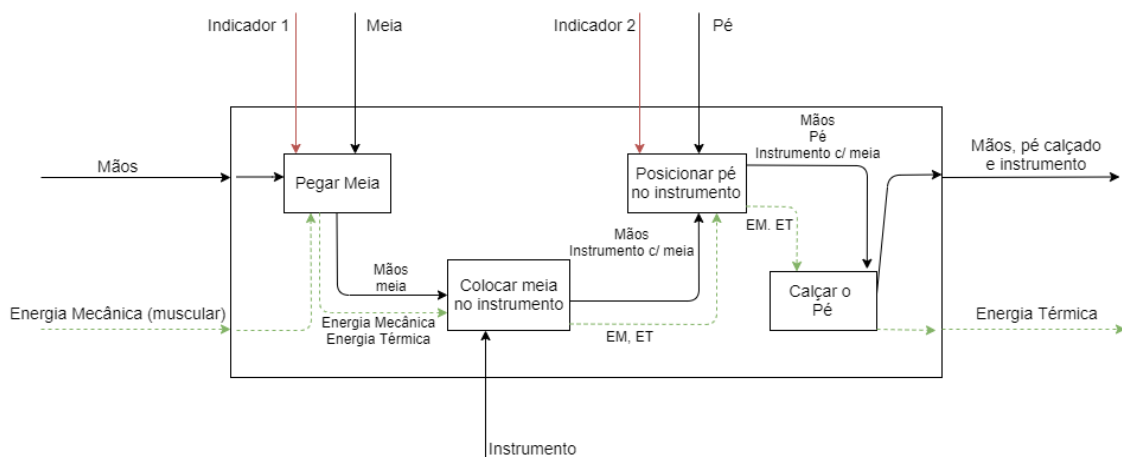


Figura 23 - MEI secundário do produto
Fonte: (Autor, 2020)

4.1.2.2.3 Análise morfológica

A análise morfológica resulta numa combinação de princípios físicos ou parâmetros de engenharia, de forma a gerar um conjunto de potenciais soluções. No quadro (Figura 24) desenvolvido pela equipe, todas as ideias foram colocadas no quadro resultado de sessões de *Brainstorming*.

Parâmetros	Solução 1	Solução 2	Solução 3
Haste	Retrátil	Tamanho Único	Dobrável
Modo de Trava	Rosca	Velcro	Imã
Ponta intercambiável para uso geral	Gancho Dinâmico	Gancho Estático	Gancho em "V"
Material Haste (leve)	Meta	Polímero	Elastômero reforçado
Adequado Visualmente	Cores Fortes	Texto informativo	---
Ergonômico	Manopla anatômica	Manopla Guarda-chuva	---

Solução 1
Solução 2

Figura 24 - Quadro morfológico
 Fonte: (Autor, 2020)

Como visto na imagem anterior, foi encontrada duas soluções possíveis. A solução 1 foi a escolhida como ideal em relação a solução 2.

Comparando as duas soluções temos que: Para o parâmetro haste a solução retrátil foi dita como melhor, notando outros produtos encontrados no mercado, como por exemplo o guarda-chuva. A equipe acredita que ser retrátil apresenta menor risco ao usuário e também traz maior durabilidade ao produto.

O modo de trava escolhido como ideal foi a rosca, por ser de mais fácil manuseio e por suportar mais carga do que a trava "ímã" escolhida na solução 2.

A ponta intercambiável para uso geral estática traz mais simplicidade ao material do que ponta intercambiável para uso geral dinâmica, mas a grande diferença entre essas duas pontas é que, com a estática, o produto consegue ter suas pontas trocadas, diferentemente da ponta dinâmica, que teria que ter um sistema de manuseio único, inviabilizando a troca das pontas.

O material escolhido para ser usado na haste foi o polímero, por ser mais leve e ter uma boa resistência mecânica para as ações oferecidas pelo produto. A cor forte foi unânime nas duas soluções, por acreditar que textos informativos seriam inviáveis para as pessoas idosas, que na maioria das vezes tem a sua vista afetada por alguma deficiência.

E pensando na ergonomia da base da haste, a equipe pensou em uma manopla anatômica. Acredita-se que traz mais segurança e suporte ao segurar o produto.

4.1.2.2.4 FMEA

Por meio de contato com os profissionais da área da saúde, pessoas com mobilidade reduzida conhecidas e insights da equipe, foi construindo um FMEA que tem como função principal prever possíveis falhas dos componentes do produto e assim, se possível, aplicar uma melhoria no projeto antes deste entrar na fase de produção. No Quadro 5 a seguir temos o FMEA desenvolvido pelo grupo.

Quadro 5 - FMEA do produto

Componentes	Modo de Falha	Causa da Falha	Efeito da Falha
Haste	Desalinhamento	Geometria/Mau uso/ Material	Haste empenada
Articulação da haste	Posicionamento final do produto	Trava inadequada/Material	Não se tornar retrátil
Rosca/Parafuso	Desgaste do filete	Mau uso	Não rosqueamento da ponta intercambiável escolhida
Ponta intercambiável “Meia/Sapato”	Ferimento no operador	Arestas cortantes/Acabamento inadequado	Não atende requisitos ergonômicos
Ponta intercambiável para uso geral	Movimento brusco (ferimento no operador)	Material	Não suportar o peso
Ponta intercambiável “blusa”	Insatisfação com o produto	Geometria/Material	Não fixação com a blusa

Fonte: (Autor, 2020)

Como visto no Quadro 5, o primeiro componente questionado pela equipe foi a haste. Imaginamos que o seu mau uso, escolha errada do material ou geometria inadequada, poderia ocasionar no desalinhamento desta e conseqüentemente a haste iria empenar, tornando seu uso inapropriado.

A segunda análise foi feita na articulação da haste. Por ser retrátil, a haste possui travas em alturas específicas. Dependendo do material escolhido e também a escolha de uma trava inadequada, a haste poderia passar o movimento final e assim, romper-se ou não se tornar mais retrátil.

O terceiro componente analisado foi a rosca. A rosca se encontra no final da haste e tem como objetivo unir essa com a garra escolhida pelo usuário. Com o mau uso da rosca (muito força aplicada ao movimento de rosquear), ela teria seus filetes desgastados e conseqüentemente não seguraria mais a garra escolhida.

A quarta análise foi nas pontas intercambiáveis “meia/sapato”. Uma peça má projetada poderia produzir arestas cortantes, que ao ser utilizada pelo usuário, poderia feri-lo, mostrando que a agarra não atende aos fatores ergonômicos solicitados.

A quinta análise foi na ponta intercambiável para uso geral. Uma escolha errada do material, poderia fazer com que esta garra não suportasse a carga imposta e assim, seria capaz de produzir um movimento “chicote” ferindo o usuário.

A última análise dos componentes foi na ponta intercambiável “blusa”. Com uma geometria incorreta e/ou a escolha de um material errado, esta poderia não atender a necessidade do usuário, trazendo o seu abandono.

4.1.2.3 Criação dos modelos virtuais e mock-up

As pontas intercambiáveis foram modeladas em um programa CAD (Computer-Aided Design) e então fabricadas pela técnica aditiva FFF, com material PLA. Um bastão improvisado foi temporariamente utilizado apenas para mostrar o conceito. As Figuras 26, 27, 28 e 29 apresentam as pontas intercambiáveis concebidas no trabalho.

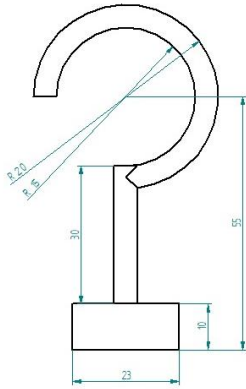


Figura 25 – Ponta intercambiável para uso geral
Fonte: (Autor, 2020)

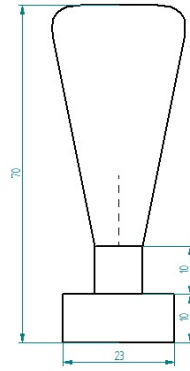


Figura 26 – Ponta intercambiável para calçar sapatos
Fonte: (Autor, 2020)

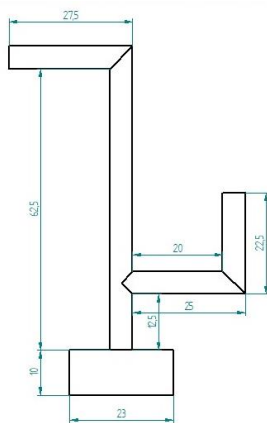


Figura 27 – Ponta intercambiável blusa
Fonte: (Autor, 2020)

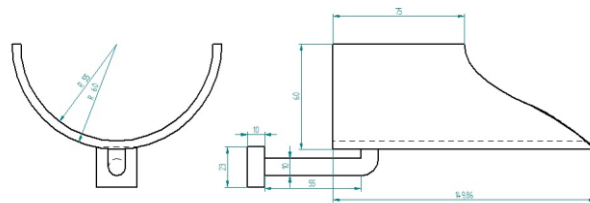


Figura 28 – Ponta intercambiável para calçar meia
Fonte: (Autor, 2020)

4.1.2.4 Seleção do material e manufatura

Assim como descrito no tópico 3.1.2 deste trabalho, o material escolhido por possuir todas qualidades lá caracterizadas, foi o PLA; resumidamente, pode-se dizer que esse material possui excelente propriedade mecânica, baixa densidade, atóxico e é hidrolisável e, constantemente é usado na área biomédica.

Definido o material e a geometria ideal, as agarras foram então enviadas para impressão, porém, a agarra para calçar meias e para uso geral foram separadas, respectivamente, no cabo da base e na base pois para realizar a impressão deles juntos usaria muito material para fazer o *bridging*.

4.2 Definição do público-alvo e seleção do(s) participante(s)

Neste trabalho, a escolha do usuário para avaliar estudo de caso foi feita em conjunto com a Profa. Dra. Luciana B. A. Martinez, do Departamento de Terapia Ocupacional da UFSCar. Dessa forma, participou da pesquisa uma adolescente com paralisia cerebral atendida pela Terapia Ocupacional na USE-UFSCar, vinculada a este serviço através da disciplina de “Prática Supervisionada em Terapia Ocupacional” na área de Disfunções Físicas e Sensoriais, oferecida dentro da Linha de Cuidado da Infância e Adolescência.

Ela aceitou formalmente participar da pesquisa, através do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (Apêndice A). Sua mãe (cuidadora principal) também consentiu a participação, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice B) e acompanhou todos os procedimentos. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas (CEP) envolvendo seres humanos da UFSCar, sendo aprovada através do parecer nº 3.644.276 e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 12413219.7.0000.5504 (Anexo 2).

Cabe ressaltar que o intuito dos dispositivos assistivos concebidos é atender não somente tais crianças, mas também outras pessoas com deficiência que necessitam de auxílio para a realização de atividades básicas e fundamentais para seu desenvolvimento, especificamente para o vestuário, que é a área de investigação desta pesquisa. Portanto, o público alvo para os protótipos funcionais desenvolvidos seriam todas as pessoas com mobilidade reduzida, incluindo idosos e pessoas com disfunções físicas em geral, que necessitem de auxílio para a realização do vestuário e que tem dificuldade para realizar algumas etapas desta atividade, principalmente para calçar/retirar meias e sapatos; para colocar/retirar calças e blusas.

A adolescente foi selecionada e convidada para participar, uma vez que atendeu aos seguintes critérios de inclusão:

- a. Ter de 8 a 15 anos de idade;
- b. Apresentar desempenho funcional prejudicado para a realização do vestuário;

- c. Não utilizar nenhum dispositivo assistivo para essa atividade, em sua rotina diária, e ter interesse em adquirir recursos adaptados para isso;
- d. Compreender e responder as demandas de interação dos pesquisadores, capaz de se comunicar (verbal ou não verbal) e dar feedbacks para a melhoria do dispositivo assistivo.

4.3 Procedimentos de teste do dispositivo

A usuária e a mãe receberam uma visita domiciliar, em data e horário previamente agendados com a família, pessoalmente com a pesquisadora Profa. Dra. Luciana B. A. Martinez, Terapeuta Ocupacional (UFSCar), que entrevistou e filmou com consentimento de ambas a manipulação e avaliação das quatro pontas intercambiáveis fabricadas e impressão 3D (calçar sapatos, calçar meias, casacos e alcançar objetos em posição)

Dessa forma, a usuária relatou que o dispositivo pode auxiliar no desempenho de outras tarefas, envolvendo, por exemplo, o vestuário do tronco superior. Também relatou que os dispositivos têm potencial, para reduzir a necessidade de auxílio do cuidador e melhorar a participação do usuário em suas atividades rotineiras. A participante relatou ainda, que os dispositivos devem ter as bordas arredondadas, para não desfiar ou prender nas roupas e mencionou a necessidade das pontas intercambiáveis serem fortes para aguentar os movimentos e a força realizada durante a atividade, ao empurrar e/ou puxar as roupas.

5 RESULTADOS

A partir da materialização dos conceitos, por meio a impressão 3D, como visto na Figura 29, notamos de imediato que a ponta intercambiável para uso geral não se adequou as futuras ações que lhe seriam impostas, isto se dá, pelo fato de termos escolhidos uma geometria errada e não definir um limite de peso que esta ponta poderia suportar, concebendo assim, uma peça frágil, que poderia trazer risco para o usuário quando fosse imposta a ação requerida; esta ponta foi pensada para realizar ações de apanhar um objeto quando esse se encontra a uma distância a qual o usuário não consegue alcançá-lo com seus próprios membros. No caso desta ponta seria interessante mudar sua geometria e/ou encontrar outro material, a fim de torna-la mais segura e eficiente.

Os dispositivos assistivos, sob a forma de pontas intercambiáveis para auxiliar vestimenta tem, portanto, como objetivo auxiliar a vestimenta de casacos. Pode-se notar que a geometria impressa ficou muito frágil; na qual um aumento de dimensões localizadas pode conferir maior resistência e, portanto, maior conforto e ergonomia.

A ponta intercambiável para vestir sapatos apresentou o resultado esperado, em um teste preliminar. Foi possível notar que, atende muito bem a tarefa desejada, porém, dependendo do tamanho do pé do usuário e/ou formato do calçado, este poderia gerar algum desconforto. Uma alteração da dimensão a aumentando nas extremidades e base numa faixa de 3 a 8 mm poderá proporcionar mais conforto.

A ponta intercambiável para vestir meias foi bastante elogiada pela usuária. Sua dimensão se mostrou adequada e, também se mostrou resistente, conferindo assim, uma peça segura e eficaz.



Figura 29 – Pontas intercambiáveis fabricadas em impressão 3D.
Fonte: (Autor, 2020)

5.1 Avaliação do usuário

A adolescente reforçou a informação de que é totalmente dependente para a atividade do vestuário e, através da apresentação dos recursos ela relatou que começou a vislumbrar a possibilidade de participar mais ativamente de algumas etapas. Considerando as particularidades dela, o dispositivo seria importante para iniciar a independência na retirada de meias e no manuseio com as roupas de tronco inferior (calça) para uso do banheiro.

Considerando as pessoas com deficiência, de uma forma geral, a adolescente relatou que o dispositivo pode auxiliar no desempenho de outras tarefas, envolvendo, por exemplo, o vestuário do tronco superior. Ficou claro que esse tipo de produto tem muito potencial para reduzir a necessidade de auxílio do cuidador e melhorar a participação do usuário em suas atividades rotineiras.

A participante relatou ainda que os dispositivos precisam ter as bordas arredondadas, para não desfiar ou prender nas roupas e mencionou a necessidade das pontas serem fortes para aguentar os movimentos e a força realizada durante a atividade, ao empurrar e/ou puxar as roupas.

5.2 Recomendações de uso

Como o protótipo é composto por 4 garras diferentes, será escolhida a garra “meia” para descrever a utilização adequada:

- a) Rosquear a garra desejada na haste do protótipo;
- b) Pegar a meia e introduzi-la até a metade do corpo da garra;
- c) Posicionar o protótipo, já com a meia, próximo ao pé que deseja ser calçado. O pé deve se encontrar suspenso;
- d) Assim que encontrado a posição ideal, colocar o pé encima do dispositivo;
- e) Deslizar o dispositivo para trás, chegando até o fim do calcanhar;
- f) Pé calçado;
- g) Retirar o dispositivo.

6 Discussão

O estudo realizado teve como fator limitante a não realização do teste quantitativo em usuários com mobilidade reduzida, a fim da validação do conceito. Mas em contra partida, depois de avaliada qualitativamente pelo usuário e por uma especialista na área da saúde, notamos que é um projeto promissor para a área da tecnologia assistiva, por contemplar diversas etapas do vestuário em um único dispositivo e, também, deixar a ideia como sugestão para futuros trabalhos na área de vestuário.

Um recurso de tecnologia assistiva muitas vezes não é intuitivo quanto ao seu manuseio, devido à diferentes formas e graus de complexidade que podem ter para atender de melhor forma o usuário. Sendo assim, o profissional que esteja em contato com a pessoa que irá receber o dispositivo, deve saber a forma correta de estimulá-lo e treiná-lo para que este use o dispositivo de forma adequada, tornando-o de fato um facilitador do desempenho funcional, evitando assim o abandono do dispositivo.

Consta que o *Design Universal* (DU) visa a criação de modelos para um maior número de pessoas sem a necessidade de adaptações, porém, neste trabalho, foi possível pensar em universalidade em outro plano; ao invés de pensar somente em um maior número de pessoas, esta poderia ser questionada em âmbito de um dispositivo que possa desempenhar mais de uma função em ações diárias (universalidade de funções). Quanto menos dispositivos uma pessoa necessitar para ter autonomia, mais fácil será sua integração na sociedade. Imaginemos a dificuldade de transporte para uma pessoa que necessite de 4 dispositivos para se vestir, mais um para locomoção, outros tantos para alimentação.

Como descrito no tópico 5 (Resultados), notamos que em algumas pontas intercambiáveis não foram obtidas a geometria e a resistência adequada. Seria necessário a remodelação das pontas para que estas atendam de forma correta as etapas de vestuário que demandam de muita força e movimentos corporais. Vale ressaltar também, como descrito pelo usuário, que as bordas devem ser a mais arredondada possíveis para que o dispositivo não machuque a pessoa que irá usá-lo e, não estrague as suas peças de roupas.

7 Conclusões e trabalhos futuros

Dessa forma, a usuária relatou que o dispositivo pode auxiliar no desempenho de outras tarefas, envolvendo, por exemplo, o vestuário do tronco superior. Também relatou que os conceitos de pontas intercambiáveis para cada tarefa têm potencial, para reduzir a necessidade de auxílio do cuidador e melhorar a participação do usuário em suas atividades rotineiras. A participante relatou ainda, que os dispositivos devem ter as bordas arredondadas, para não desfiar ou prender nas roupas e mencionou a necessidade das pontas serem fortes para aguentar os movimentos e a força realizada durante a atividade, ao empurrar e/ou puxar as roupas.

O uso de ferramentas de projeto, nas etapas iniciais do projeto, especificamente a matriz da qualidade (QFD) e as ferramentas conceituais (abordagem funcional, quadro morfológico e FMEA) se mostraram importantes em ter maior assertividade na solução conceitual. Portanto, o conceito de dispositivos modulares para auxílio da vestimenta pode ser considerado um dispositivo universal, para auxiliar pessoas com funcionalidade reduzida.

Como continuidade desse trabalho, um extensor com variação longitudinal deve ser desenvolvido para acoplamento dos dispositivos.

As escolhas dos materiais dos dispositivos, e mesmo de fabricação (com maior resistência mecânica e menor degradação) juntamente com melhor definição de espessuras e acabamentos de contorno podem ser analisadas e alteradas.

Dessa forma, uma nova avaliação poderá ser conduzida junto a potenciais usuários, incluindo a usuária que participou deste projeto, sendo possível aplicar o instrumento de avaliação de satisfação (B-QUEST), juntamente com observações de uso junto a pesquisadora da área de saúde.

REFERÊNCIAS

ALTSHULLER, G. **Creativity as na exact Science: the theory of the solution of inventive problems**; CRC Press, 1984

Americanas. **Sock Slider calçador de meias prático**. <http://www.americanas.com.br/produto/1348295735/sock-slider-calçador-de-meias-pratico-facil-gravidas-idoso?WT.srch=1&acc=e789ea56094489dff798f86ff51c7a9&epar=bp_pl_00_go_bs_todas_geral_gmv&gclid=CjwKCAjwNf6BRAwEiwAkt6UQpRI2dPQx02BKLXg_CpZpLKPxtypyoll6FTuT4S6GJIhMOGVqzP89xoCBmAQAvD_BwE&i=5cb153c149f937f6253b9920&o=5ddb7bdbf8e95eac3d87c5b4&opn=YSMESP&selid=31472360000110>. Acesso em: 20 de jun. 2020

APOLO, A.O.V. V. **Análise da Mobilidade de Pessoas com Deficiência**. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Licenciada em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2010.

BAXTER, M. R. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2a ed. São Paulo: Blucher, 2000

BERSCH, R. **INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA ASSISTIVA**. Porto Alegre, RS. CAVALCANTI, A.; GALVÃO, C. **Terapia Ocupacional: fundamentação & prática**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2007

BICKENBACH JE, Chatterji S, Badley E. M, Ustün TB. **Models of disablement, universalism and the international classification of impairments, disabilities and handicaps**. *Social science & medicine* (1982), 1999,48:1173-1187. doi:10.1016/S0277-9536(98)00441-9 PMID:10220018

CANNATA, J.M. **Device to dress socks on and off**, US. Pat 9144339, 2012, 13p.

CHARLTON, J. **Nothing about us without us: disability, oppression and empowerment**. Berkeley, University of California Press, 1998

CHEN, A.X. **Reprise: A design tool for specifying, generating and customizing 3D printable adaptations on every Objects**. In: Annual Symposium on User Interface software and Technology, 29, Tokyo. Proceeding, 2016, p. 29-39. DOI <http://doi.org/10.1145/2984512>

Convention on the Rights of Persons with Disabilities. Geneva, United Nations, 2006 (<http://www2.ohchr.org/english/law/disabilities-convention.htm>, accessed 16 May 2009).

COOK, M.A. POLGAR, J. M. A. **Assistive Technologies Principles and Practice**. 3 nd. Philadelphia: Mosby. 2008

COSTA, C.R.; FERREIRA, F., M. R. M.; BORTOLUS, M.V. **Fatores relacionados ao abandono**. 2015. 14 f. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

CRUZ, D.M. C; EMMEL, M. I; G.; MANZINI, M. G.; and Braga Mendes, P. V. (2016) "**Assistive Technology Accessibility and Abandonment: Challenges for Occupational Therapists**," *The Open Journal of Occupational Therapy*. Vol. 4: Num. 1.

DEDINI, F. G. **Projetar para o Ser Humano**. Disciplina EM909 - Projeto de Sistemas Mecânicos, notas de aula, primeiro semestre de 2015.

DEMERS, L, W.-L. R, S.B. (2000) **Item analysis of the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology (Quest)**. *Assist Technol*. Vol.12, p.96-105).

FARIA, C.. **Desdobramento da Função Qualidade (QFD)**. InfoEscola. <https://www.infoescola.com/administracao_/desdobramento-da-funcao-qualidade-qfd/> Acesso em: 29 jun. 2020

FORYSTH. R *et al*. Participation of young severely disabled children is influenced by their intrinsic impairments and environment. *Developmental Medicine and Child Neurology*,2007,49:345-349.doi:10.1111/j.1469-8749.2007.00345.xPMID: 17489807

GIORDANO, C.M.; ZANCUL, E.Z.; RODRIGUES, V. P. **Análise dos custos da produção por manufatura aditiva em comparação a métodos convencionais**. *Revista Produção Online*, v. 16, n. 2, p. 499-523, 2016.

GIRONDI, J.B; SANTOS, S.M.A; NOTHAFT, S.C.S. Perspectivas da deficiência física no idoso: vulnerabilidades em saúde [Outlooks on disability in older adults: health vulnerabilities]. **Revista Enfermagem UERJ**, [S.l.], v. 23, n. 2, p. 172-177, maio 2015. ISSN 0104-3552

GUTIERRES FILHO, Paulo José Barbosa et al. Qualidade de vida de idosos com deficiência e prática de atividade física em instituições de longa permanência. **Rev. bras. geriatr. gerontol.**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 141-151, Mar. 2014.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA**. Belo Horizonte: Fundação Christino Ottoni, 1995. 156p.

HERGENRÄDER, Karoline Siqueira; PIRES, Alfredo Tiburcio Nunes; GROSS, Idejan Padilha. **Obtenção e Caracterização de Compósitos de POLI(ÁCIDO LÁTICO) Com Fibras de Lã**. 2017. 52 f. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

JAHNO, Vanusca Dalosto. **Síntese e Caracterização do Poli(l-ácido láctico) Para Uso Como Biomaterial**. 2005. 94 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

JUNE OH, S.; UNNIKISHNAN, R. (2012) Infusing Assistive Technology in Undergraduate Engineering Education. **Interdisciplinary Engineering Design Education Conference**, p. 46-50.

LARU, L. **Extended shoehorn device**, US. Pat 10455964, 2015, 12p.

Leite E.S, Pimenta C.J.L, Costa M.S, Oliveira F.B, Moreira MASP, Silva AO. **Assistive technology and active aging according to professionals working in community groups**. Rev Esc Enferm USP. 2018;52:e03355. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-220X2017030903355>

LUNSFORD, Christopher et al. **Innovations with 3-Dimensional Printing in Physical Medicine and Rehabilitation: A Review of the Literature**. **PM&R**, v. 8, n. 12, p. 1201-1212, 2016.

Kaneko, P.M. (2018) **Desenvolvimento da solução construtiva e protótipo funcional de uma órtese infantil de punho e mão para auxílio em atividades diárias**. Dissertação (mestrado) Departamento de Engenharia Mecânica, EESC-USP.

LUZO, M. C. M.; MELLO, M. A. F.; CAPANEMA, V. M. (2004) Recursos Tecnológicos em Terapia Ocupacional – Órteses e Tecnologia Assistiva. In: DE CARLO, M. M. R. P.; LUZO, M. C. M. **Terapia Ocupacional: Reabilitação Física e Contextos Hospitalares**. São Paulo: Roca, p.99-126.

MARTINEZ, L.B.A.; LOUREIRO, I. M; SANTOS, M.A.; MARTINEZ, B.S.; SILVEIRA, Z.C. (2019) **Dispositivos Assistivos para atividades de vida**

diária: projeto conceitual. Projeto aprovado pelo Comitê de Ética, Plataforma Brasil. CAAE: 12413219.7.0000.5504.

Mercado Livre. **Calçadeira de sapatos expansível longa** <http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-762926317-calcadeira-de-sapatos-expansivel-longa-inox-facilite-a-vida-_JM?matt_tool=91006443&matt_word&gclid=CjwKCAjwNf6BRAwEiwAkt6UQvkmaE4VA1PlpSQSejS42eeC0vXVmdXeSUOdo5ww6F5j0N7FwZv7bRoCV8YQAvD_BwE&quantity=1&variation=32790592259> Acesso em: 20 jun 2020

MAYDA, M.; BORKLU, H. R. (2014) Development of an innovative conceptual design process by using Pahl and Beitz's systematic design, TRIZ and QFD. **Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing**, Japan, v. 8, n. 3, p. 1-12.

Oliver M. **The politics of disablement.** Basingstoke, Macmillan and St Martin's Press, 1990.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Relatório Mundial Sobre a Deficiência. 2011. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria dos Direitos da Pessoa com Deficiência. (sumário) Organização Mundial da Saúde. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44575/9788564047020_por.pdf;jsessionid=E9E58839DB67878EE8EE4542849A7834?sequence=4ibge – Acesso em 23/06/2020.

PATERSON, Abby Megan et al. Comparing additive manufacturing technologies for customized wrist splints. *Rapid Prototyping Journal*, v. 21, n. 3, p. 230-243, 2015.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. H. **Engineering design: a systematic approach.** 3rd ed. Translation by Gerhard Pahl et al. London: Springer, 2007. 617 p.

PEREIRA, Mário Vinicius de Lima; SPYRIDES, Maria Helena Constantino; BARBOSA, Lara de Melo. **INCAPACIDADE MOTORA DOS IDOSOS NORDESTINOS E SUAS CONDIÇÕES DEMOGRÁFICAS, 2010.** 2010. 14 f. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

PORTAL BRASIL. Ciência e Tecnologia. **Tecnologia assistiva ajuda a melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência**, em 26/08/2010. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2010/08/tecnologia-assistiva>. Acesso em 15/07/2020.

QUINN G, DEGENER, T. **A survey of international, comparative and regional disability law reform**. In: Breslin ML, YeeS, eds. Disability rights law and policy – international and national perspectives. Ardsley, Transnacional, 2002a.

RAULINO, B. R. **Manufatura Aditiva: Desenvolvimento de uma máquina de prototipagem rápida baseada na tecnologia FDM (Modelagem por fusão e deposição)**, Trabalho de Graduação em Engenharia de Controle e Automação, Universidade de Brasília, Brasília, 2011

RODRIGUES, A. M. V. N.; MANCINI, M. C.; VAZ, D. V.; SILVA, L. C.. **Uso de órteses para abdução de polegar no desempenho funcional de criança portadora de paralisia cerebral: estudo de caso único**. Rev. Bras. Saúde Matern. Infant. Dez, 2007.

SAMAGAIA, Rafaela; DELIZOICOV NETO, Demétrio. **Educação científica informal no movimento “Maker”**. 2015. 8 f., Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SANTOS, A.V.F.; SILVEIRA, Z. C. (2020) **T-d8sign: methodology to support development of assistive devices focused on user-centered design and 3D technologies**". Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40430-020-02347-w>.

SANTOS, A.V.F. (2020) **Proposta de metodologia, da perspectiva da engenharia, para o projeto de dispositivos assistivos com abordagem centrada no usuário e o auxílio da manufatura aditiva, no contexto da Tecnologia Assistiva**. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

SESSO, Bruno. **Design Centrado no Usuário no Desenvolvimento de Software**. 2018. 38 f. Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Shakespeare T. **Disability rights and wrongs**. London, Routledge, 2006.

SILVA, M. C. *et al.* Propriedades mecânicas e térmicas de sistemas de PLA e PBAT/PLA. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 112-117, 07 jul. 2014. Disponível em: www.dema.ufcg.edu.br. Acesso em: 08 jun. 2020.

SILVA, Ricardo Henrique da. **Integração de ferramentas do Design Thinking e da metodologia TRIZ na fase conceitual de um processo de**

desenvolvimento de um novo produto na indústria automotiva. 2018. 123 f., Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SILVEIRA, Zilda de Castro. **Aula 4 - Design for Assistive Technology (Conceitos).** Disciplina SEM 0522 – Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo (USP). Agosto de 2019.

TAYLOR DARREL K., **Storable shoe horn sock removing tool**, US. Pat 10463184, 2018 12p.

TERNINKO, John.; ZUSMAN, Alla.; ZLOTIN, Boris. **Systematic Innovation and Introduction to TRIZ** 1ªed; Boca Raton; CRC Press; 1998.

TOLEDO, J.C. **Metodologias para Análise e Melhoria da Qualidade.** Apostila, GEPEQ/DEP/UFSCar. São Carlos, 70 p., 2002.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. **The 2015 Revision of World Population Prospects.** 2015. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

UNITED STATES. Public Law 105–394. Assistive Technology Act of 1998. Government Printing Office, Washington, 13 nov. 1998, p. 3627 – 3661. Disponível:<<https://www.congress.gov/105/plaws/publ394/PLAW-105publ394.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2020

VIEIRA, Erlon Celso de Souza. Metodologia FMEA – **Análise de Modo e Efeitos de Falhas e Orientações Estratégicas.** Monografia apresentada no curso de Pós-Graduação Lato Sensu de Gestão da Produção da Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2008.

APÊNDICE

APÊNDICE A – TALE

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Você está sendo convidado(a) para participar do estudo com o título “Dispositivos Assistivos para Atividades de Vida Diária: Projeto Conceitual”, que pretende avaliar o seu desempenho e a sua satisfação em tarefas do cotidiano, como você normalmente as realiza e com o auxílio de adaptações ou recursos facilitadores.

A sua participação na pesquisa será importante para auxiliar nos avanços na área da saúde e de desenvolvimento de produtos, pois você vai auxiliar no processo de desenvolvimento de tecnologias que facilitam o seu dia-a-dia e, conseqüentemente, de outras crianças/adolescentes com alterações neurológicas.

Caso você aceite participar, você irá testar dispositivos assistivos que foram desenvolvidos pela equipe e deverá nos contar se está satisfeito com os utensílios e o que você acha que poderia ficar melhor.

Espera-se que os utensílios desenvolvidos possam melhorar o seu desempenho nas atividades e permitir que você consiga realizá-las sozinho(a) ou com menos ajuda. Se por meio dos resultados dessa pesquisa, um produto for de fato comercializado, você receberá uma unidade da versão final (gratuitamente).

Pedimos a autorização para filmagem durante a pesquisa e uso das imagens em aulas e outras divulgações ligadas ao tema. Você não será exposto a situações de risco grave em nenhum momento e se os utensílios estiverem machucando ou incomodando, iremos interromper o uso e pensar no que pode ser feito para melhorar.

Se por acaso esta pesquisa não conseguir desenvolver um utensílio que realmente ajude nas atividades, outras soluções poderão ser planejadas, se necessário.

Você receberá uma via deste termo, no qual constam os contatos do pesquisador principal, sendo que você pode tirar dúvidas sobre o projeto em qualquer momento da pesquisa.

DECLARAÇÃO DO (A) PARTICIPANTE

Eu, _____,
aceito participar da pesquisa intitulada “Dispositivos Assistivos para Atividades de Vida Diária: Projeto Conceitual”, em que serei avaliado(a) e atendido(a) pela Terapia Ocupacional, a fim de testar e utilizar dispositivos de tecnologia assistiva desenvolvidos em parceria com a equipe de Engenharia Mecânica da USP. Declaro ter recebido as explicações e entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa. A pesquisadora responsável me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar.

Aceito,

Data:

____/____/____

Assinatura do Participante

Estou disponível para tirar dúvidas.

Pesquisadora Responsável:
Luciana Bolzan Agnelli Martinez
Email: to@luagnelli.com.br
Telefone: (16) 997120189

APÊNDICE B - TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Seu filho(a) está sendo convidado(a) para participar do estudo intitulado “Dispositivos Assistivos para Atividades de Vida Diária: Projeto Conceitual”, que tem por objetivo avaliar o desempenho e satisfação de um indivíduo com alterações motoras em tarefas cotidianas com utensílios convencionais e com dispositivos assistivos. Ele(a) está sendo convidado(a) por ter se apresentado como um potencial usuário da tecnologia assistiva, a ser desenvolvida na parceria entre os grupos de pesquisa da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) e do Departamento de Terapia Ocupacional (UFSCAR). Você, como responsável e cuidador principal, também terá uma participação ativa da pesquisa, em conjunto com seu filho(a).

A participação na pesquisa será importante pois os avanços na área da saúde e de desenvolvimento de produtos ocorre através de estudos como este, em que o usuário final auxilia no processo de desenvolvimento. Caso você autorize a participação, protótipos funcionais de dispositivos serão disponibilizados para que ele(a) faça o teste, simulando atividades cotidianas. Após isso, vocês deverão fazer uma avaliação sobre eles, relatando a usabilidade e utilidade. Os resultados serão discutidos entre os grupos de

pesquisa para propor o aprimoramento da solução técnica para os itens identificados por vocês.

Como vocês irão participar de maneira ativa do desenvolvimento dos protótipos, espera-se que eles possam se tornar uma solução possível para promover funcionalidade e independência nas tarefas. Como a satisfação de vocês em relação aos recursos será levada em consideração, é provável que fiquem adequados e realmente auxiliem na execução das referidas atividades. Se por meio dos resultados dessa pesquisa, um produto for de fato comercializado, vocês receberão uma unidade da versão final (gratuitamente).

A pesquisadora responsável pela pesquisa tem formação em Terapia Ocupacional, com vasta experiência em reabilitação física, o que trará benefícios para o usuário, uma vez passará por um processo de avaliação e de intervenção clínica qualificadas, baseadas na identificação de demandas específicas em relação ao desempenho funcional e na busca por soluções a partir das queixas apresentadas.

A divulgação dos dados coletados e dos resultados obtidos serão mantidos em sigilo em relação ao seu endereço e dados pessoais, assegurando sua privacidade quanto aos dados confidenciais. Pedimos a autorização para filmagem durante a pesquisa e uso das imagens em aulas e outras divulgações ligadas ao tema.

Seu filho(a) não será exposto a situações de risco grave em nenhum momento do estudo, isto é, durante a coleta de dados, análise e/ou durante a divulgação dos resultados. A pesquisa apresenta riscos de menor gravidade, sendo que a criança/adolescente pode se sentir incomodada ou constrangida com a presença de outros pesquisadores vinculados à pesquisa (por exemplo os membros da equipe de engenharia) durante os atendimentos que envolverem o projeto, o teste e as melhorias do dispositivo assistivo. Para minimizar este risco, todos serão previamente apresentados e será realizado o vínculo antes da implementação do dispositivo assistivo.

Ao longo das etapas de teste, se os dispositivos não estiverem adequados ou não se apresentarem anatômicos, poderão oferecer algum tipo de risco relacionado à postura(s) inadequada(s); ferimento ou vermelhidão; ou ainda alergia diante do(s) material(is) a ser(em) utilizado(s). Estes riscos

também ocorrem quando o usuário adquire comercialmente dispositivos de tecnologia assistiva, sendo que, se qualquer uma destas situações for observada, o uso do dispositivo será interrompido imediatamente, assim como normalmente é feito na prática clínica, e providências serão tomadas para a resolução do problema.

Se por acaso o dispositivo não atender totalmente as expectativas de vocês, isso pode gerar um sentimento de frustração e melhorias deverão ser propostas e executadas ainda durante a pesquisa; e novas estratégias serão investigadas para que a queixa seja solucionada.

Serão realizados esclarecimentos antes e durante o decorrer da pesquisa, a respeito dos procedimentos a serem realizados e você não terá nenhum custo ou quaisquer compensações financeiras pela autorização. Sua autorização é totalmente voluntária, tendo liberdade para recusar ou retirar seu consentimento a qualquer momento do estudo, sem que haja penalização ou prejuízo ao seu cuidado.

Você receberá uma via deste termo assinada e rubricada, no qual constam os contatos do pesquisador principal, sendo que você pode tirar dúvidas sobre o projeto em qualquer momento da pesquisa.

DECLARAÇÃO DO (A) PARTICIPANTE

Eu, _____
_____, responsável pelo menor _____, autorizo a participação

de meu filho(a) na pesquisa intitulada “Dispositivos Assistivos para Atividades de Vida Diária: Projeto Conceitual”, em que ele será avaliado e atendido pela Terapia Ocupacional, a fim de testar e utilizar dispositivos de tecnologia assistiva desenvolvidos em parceria com a equipe de Engenharia Mecânica da USP. Declaro ter recebido as devidas explicações e entendi os objetivos, riscos e benefícios da autorização e participação na pesquisa. Também concordo que a desistência poderá ocorrer em qualquer momento. Declaro ainda estar ciente de que a participação é voluntária e que fui devidamente esclarecido(a) de todos os procedimentos desta pesquisa. A pesquisadora responsável me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar, que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Aceito,

Data:

____/____/____
Assinatura do Participante

Certa de poder contar com sua autorização, coloco-me à disposição para esclarecimentos.

Pesquisadora Responsável:
Luciana Bolzan Agnelli Martinez
Email: to@luagnelli.com.br
Telefone: (16) 997120189

ANEXO

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO

Questionário

Situação: Estamos com intuito de criar um aparelho para auxiliar pessoas com dificuldade na hora de colocar calçar sapatos, colocar vestimenta. Pensamos no início em um público idoso, porém, viemos que existe uma possibilidade de abranger outros usuários, como, por exemplo, pessoas com movimentos limitados.

1. Qual o grau da necessidade de auxílio?
2. Normalmente a pessoa se veste em pé ou sentada?
3. Quanto tempo demora para ele se vestir?

Meias e calçados

4. Qual é o movimento que os pacientes fazem ao calçar um sapato? Normalmente é em pé ou sentado?
5. Geralmente, até onde o paciente consegue se inclinar para tocar os pés?
6. Quanto tempo demora para um paciente colocar meias e sapatos?
7. Já houve casos de pacientes que, ao calçarem sapatos, caíram ou se machucaram?

Blusas/camisetas

8. Na hora de colocar uma peça, existe dificuldade para abaixar/ajeitar a blusa?
9. Até que altura normalmente os braços se erguem para vestir alguma peça?

10. Em que etapa da vestimenta de camisetas e blusas as pessoas apresentam maiores dificuldades?

11. Que tipos de acidentes podem ocorrer nesta etapa (colocar camiseta)?

Calças/bermudas

12. O paciente se veste em pé ou sentado?

13. Qual a maior dificuldade apresentada neste processo?

14. Qual a inclinação máxima que a pessoa consegue se deslocar para colocar uma calça?

ANEXO 2- CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Dispositivos Assistivos para Atividades de Vida Diária: Projeto Conceitual

Pesquisador: Luciana Bolzan Agnelli Martinez

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 12413219.7.0000.5504

Instituição Proponente: Departamento de Terapia Ocupacional

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.644.276

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo com caso para determinar a eficácia de uma intervenção e a potencial relação de causa-efeito. A fase de baseline consistirá na coleta de dados durante um período sem a implementação dos dispositivos assistivos a fim de se buscar uma solução conceitual para as dificuldades verificadas junto ao usuário e conduzir o processo de desenvolvimento de protótipos funcionais. A fase B incluirá a implementação e uso dos dispositivos desenvolvidos a partir das análises realizadas.

Considerando que o estudo envolverá o desenvolvimento de recursos para um sujeito, com vistas a análise científica, justifica-se a análise ética do estudo

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisadora informa que o objetivo do estudo é desenvolver o conceito e a solução técnica de dispositivos assistivos customizados, para uma adolescente com disfunção física, de forma que o usuário tenha maior autonomia e independência na realização de atividades de vida diária.

Objetivo Secundário: - Desenvolver, junto ao usuário final/cuidador uma lista de requisitos que represente as reais necessidades de dois dispositivos assistivos, uma para higiene oral (utensílio para escova de dente) e outro para a atividade de pintura (pincel);

- Extrair, por meio de uma matriz de projeto de engenharia, características técnicas que expressem parâmetros de engenharia;

- Do passo anterior, gerar configurações de conceitos, por meio de análise funcional e métodos de

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SAO CARLOS

CEP: 13.565-905

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.644.276

ponderação, para escolha classificada da(s) melhor(es) solução(ões);

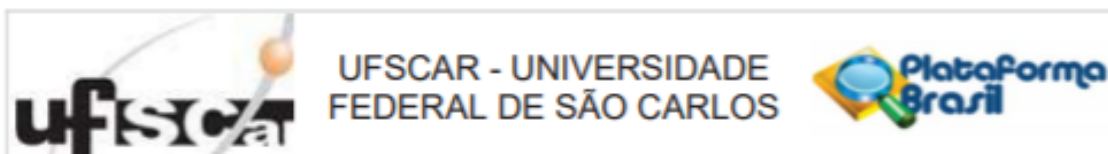
- Desenvolver mock-up's conceituais para processo iterativo e interativo com os usuários;
- Desenvolver protótipo funcional com característica "customizada", avaliação clínica e efetuação de melhorias técnicas, se aplicável;
- Verificar a eficácia e a satisfação do usuário e de sua família em relação ao dispositivo desenvolvido e testado.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os pesquisadores descrevem que o processo de desenvolvimento e manufatura dos dois dispositivos propostos será realizado no Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA), do Departamento de Engenharia Mecânica (EESC-USP). O protótipo para o teste de desempenho diretamente com o usuário ocorrerá através da atuação do terapeuta ocupacional. A aplicação dos recursos diretamente com o usuário acontecerá na Unidade Saúde Escola (USE) da UFSCar, mais especificamente com usuário da Linha de Cuidado da Infância e Adolescência. O contato inicial com a criança/adolescente e sua família, assim como demais atendimentos, serão realizados na USE, durante os atendimentos da Terapia Ocupacional realizados no Bloco 8. A participação do usuário na pesquisa será integrada com as intervenções já realizadas pela Terapia Ocupacional, sendo que a pesquisa não demandará mais tempo por parte da criança e de seu cuidador, além do tempo em que eles já estariam na USE para a reabilitação. Como será um estudo de caso único, participará da pesquisa uma criança ou adolescente com algum tipo de disfunção física (provavelmente com alterações neuromotoras), com idade entre 8 e 17 anos, que já estiver sendo atendida pela Terapia Ocupacional na USE-UFSCar, através da disciplina de "Prática Supervisionada em Terapia Ocupacional" na área de Disfunções Físicas e Sensoriais, vinculada à Linha de Cuidado da Infância e Adolescência. A disciplina é coordenada pela pesquisadora responsável, que já apresenta vínculo com os usuários e famílias acompanhadas. O convite será feito, portanto, a uma criança ou adolescente que seja capaz de participar ativamente do projeto, a fim de subsidiar a Fase Conceitual da pesquisa, no tocante à ergonomia, conforto e características funcionais dos dispositivos, além de expressar suas considerações e opiniões sobre o desempenho dos dispositivos assistivos desenvolvidos, para que, assim, sejam realizadas as melhorias necessárias.

A criança pode se sentir incomodada ou constrangida com a presença de outros pesquisadores vinculados à pesquisa (por exemplo os membros da equipe de engenharia) durante os atendimentos que envolverem o projeto, o teste e as melhorias do dispositivo assistivo. Para

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
 Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
 UF: SP Município: SAO CARLOS
 Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.644.276

minimizar este risco, todos serão previamente apresentados e será realizado o vínculo com os participantes, antes da implementação do dispositivo

assistivo. Antes da implementação do dispositivo desenvolvido, a criança/adolescente passará por uma avaliação detalhada a fim de verificar se realmente há indicação do recurso. Ao longo das etapas de teste, se os dispositivos não estiverem adequados ou não se apresentarem anatômicos, poderão oferecer algum tipo de risco relacionado à postura(s) inadequada(s); ferimento ou vermelhidão; ou ainda alergia diante do(s) material(is) a ser(em) utilizado(s). Os benefícios relacionam-se à possibilidade de obtenção, por parte do usuário participante, de um dispositivo assistivo para higiene oral. Como o usuário irá participar ativamente do processo de desenvolvimento e sua satisfação com os recursos será levada em consideração, é provável que fiquem adequados a suas demandas e realmente auxiliem na execução das referidas atividades. Mesmo após o término da pesquisa, o usuário poderá continuar utilizando os dispositivos desenvolvidos em sua rotina diária, com o acompanhamento da terapia ocupacional, através da assistência na USE, a qual ele está vinculado. Se por meio dos resultados dessa pesquisa, um produto for de fato comercializado, vocês receberão uma unidade da versão final (gratuitamente). Dessa forma, os pesquisadores evidenciaram na metodologia os processos pelos quais os sujeitos serão submetidos e analisaram adequadamente, os riscos, formas de minimiza-los, bem como os benefícios diretos do estudo para o voluntário.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A coleta de dados será realizada em um equipamento de saúde da Universidade com autorização dessa. Há uma parceria com a Escola de Engenharia de São Carlos - USP no desenvolvimento de tecnologia assistiva que poderá beneficiar pessoa com deficiência motora.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentou folha de rosto assinada; Apresentou parecer favorável do Serviço em que o projeto será realizado (Unidade saúde escola); Apresentou instrumento de avaliação.

Apresentou TCLE e Termo de Assentimento de forma adequada.

Recomendações:

Informar ao CEP as intercorrências do processo e/ou mudanças.

Elaborar e enviar relatórios finais.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
 Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
 UF: SP Município: SAO CARLOS
 Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.644.276

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As alterações indicadas pela CONEP foram atendidas, conforme arquivos anexados na plataforma Brasil.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1300522.pdf	28/06/2019 15:34:33		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	apendicetcle-versao_2.docx	28/06/2019 15:34:04	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	apendicetale-versao_2.docx	28/06/2019 15:33:43	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
Cronograma	Cronograma-versao_2.docx	28/06/2019 15:33:21	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia_Linha_Cuidado_Infancia_USE.pdf	08/04/2019 01:47:25	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Parecer_Unidade_Saude_Escola.pdf	08/04/2019 01:46:04	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
Outros	ANEXO_Roteiro_Avaliacao_Terapia_Ocupacional.doc	08/04/2019 01:43:39	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	apendicetcle.docx	08/04/2019 01:42:51	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	apendicetale.docx	08/04/2019 01:42:13	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_Dispositivo_Assistivo.docx	07/04/2019 22:34:53	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	07/04/2019 22:34:34	Luciana Bolzan Agnelli Martinez	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_asssinada_UFSCAR.	07/04/2019	Luciana Bolzan	Aceito

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9885

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.644.276

Folha de Rosto	pdf	22:31:35	Agnelli Martinez	Aceito
----------------	-----	----------	------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 16 de Outubro de 2019

Assinado por:
Priscilla Hortense
(Coordenador(a))

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br