

Clara Andrezzo

**USO DA FABRICAÇÃO DIGITAL NO DESENVOLVIMENTO  
DE ARTEFATO PARA USUÁRIO COM ARTROGRIPOSE**

Projeto de Conclusão de Curso  
submetido ao Curso de Graduação da  
Universidade Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do Grau de  
Bacharel em Design.

Orientadora: Profa. Dra. Regiane  
Trevisan Pupo

Florianópolis  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca  
Universitária da UFSC.

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor  
Maiores informações em:  
<http://portalbu.ufsc.br/ficha>



Clara Andrezzo

**USO DA FABRICAÇÃO DIGITAL NO DESENVOLVIMENTO DE ARTEFATO PARA  
USUÁRIO COM ARTROGRIPOSE**

Este Projeto de Conclusão de Curso (PCC) foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design e aprovado em sua forma final pelo Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 04 de julho de 2019.

Prof.<sup>a</sup> Marília Matos Gonçalves, Dra. Coordenadora do Curso de Design UFSC

**Banca Examinadora:**

Prof.<sup>a</sup> Regiane Trevisan Pupo, Dr.<sup>a</sup>  
(Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. Ivan Luiz de Medeiros, Dr.  
(Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof.<sup>a</sup> Josiane Eugênio, M.<sup>a</sup>  
(Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr.  
(Universidade Federal de Santa Catarina)



---

Prof.<sup>a</sup> Regiane Trevisan Pupo, Dr.<sup>a</sup>  
Universidade Federal de Santa Catarina





“Para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis.  
Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”

(RADABAUGH, 1993).





## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Solange e Marcelo, por serem o meu alicerce e darem a mim vida, amor, incentivo, conforto e oportunidades.

Agradeço aos meus irmãos Marília e Caio, por terem me acolhido em Florianópolis e terem sido meus veteranos da UFSC. Também aos cunhados Cintia e Eduardo por nesses anos de faculdade terem me dado a minha grande alegria, meus sobrinhos. Ao Tio Allan agradeço por sempre ser uma influência tão importante, que me colocou no caminho de cursar Design.

A professora Regiane agradeço pela orientação, ensino, paciência e oportunidades de desenvolvimento. Assim como, por ter disponibilizado o Laboratório Pronto 3D, um lugar dinâmico de trabalho e criatividade. Também agradeço a todos os professores do curso de design, que me ensinaram a projetar e pesquisar.

Agradeço a professora de Educação especial Josiane e a Terapeuta Ocupacional Diane, pela a oportunidade e auxílio para o desenvolvimento deste projeto. Por fim, à Raiane e especialmente ao Anthony que sem a participação dos quais não haveria pesquisa.



## RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto de um produto acessível para um usuário com artrogripose utilizando a fabricação digital como ferramenta de desenvolvimento projetual. A metodologia utilizada foi a *Design Science Research*, que busca aproximar a teoria com a prática. O artefato desenvolvido é uma tesoura escolar adaptada. O projeto mostra como a utilização da fabricação digital na construção de protótipos é um fator influente para se chegar ao produto final e também para a criação de peças personalizadas.

**Palavras-chave:** Fabricação Digital. Artrogripose. Tesoura adaptada.



## ABSTRACT

This work presents the design of a product accessible to a user with arthrogyriposis using digital fabrication as a design development tool. The methodology used was Design Science Research, which seeks to bring theory and practice closer together. The artifact developed is adapted school scissors. The project shows how the use of digital manufacturing in the construction of prototypes is an influential factor in reaching the final product and also in the creation of customized pieces.

**Keywords:** Digital Manufacturing. Arthrogyriposis. Adapted scissors.



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Etapas metodologia Design Science Research.....  | 28 |
| Figura 2 - Produção automatizada.....   | 35 |
| Figura 3 - Galeria de Produtos <i>ThisAbles</i> .....   | 37 |
| Figura 4 - Lousa de Ardósia.....  | 39 |
| Figura 5 - Pluma para caneta.....   | 39 |
| Figura 6 - Clipe patenteado.....  | 40 |
| Figura 7 - Caneta tinteiro de Lewis Edson Waterman.....   | 40 |
| Figura 8 - Caneta esferográfica.....  | 41 |
| Figura 9 - Caneta Bic.....  | 42 |
| Figura 10 - Cola embalada em vidro.....   | 42 |
| Figura 11 - Adaptação bulbo para escrita.....   | 43 |
| Figura 12 - Adaptação crossover para escrita.....   | 44 |
| Figura 13 - Adaptação “passarinho” para escrita.....  | 44 |
| Figura 14 - Adaptação triangular para escrita.....  | 45 |
| Figura 15 - Auxiliar para escrita Slip On.....  | 45 |
| Figura 16 - Caneta biocurva.....  | 46 |
| Figura 17 - Prancheta com adaptação imantada para escrita.....  | 46 |
| Figura 18 - Suporte para caneta.....  | 47 |
| Figura 19 - Aranha-mola.....  | 47 |
| Figura 20 - Tesoura com lâmina rotatória.....   | 48 |
| Figura 21 - Tesoura deslizante.....   | 48 |
| Figura 22 - Tesoura-mola.....   | 49 |
| Figura 23 - Adaptador para tesoura-mola.....  | 50 |
| Figura 24 - Tesoura secretária.....   | 50 |
| Figura 25 - Gráfico disponibilidade no mercado por adaptabilidade a artrogripose dos adaptadores à escrita..... | 54 |
| Figura 26 - Gráfico disponibilidade no mercado por adaptabilidade a artrogripose das tesouras.....              | 57 |
| Figura 27 - Painel Semântico do Usuário.....  | 59 |
| Figura 28 - Tesoura utilizada por Anthony.....  | 60 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 29 - Utilização da tesoura com assistência 1.....                  | 61 |
| Figura 30 - Utilização da tesoura com assistência 2.....                  | 61 |
| Figura 31 - Escrevendo.....   | 62 |
| Figura 32 - Movimentos do ombro.....                                      | 65 |
| Figura 33 - Movimentos do cotovelo.....                                   | 65 |
| Figura 34 - Pegadas de força e precisão.....                              | 67 |
| Figura 35 - Tripé dinâmico.....   | 68 |
| Figura 36 - Manejo grosso e fino.....                                     | 68 |
| Figura 37 - Tesoura Tramontina.....                                       | 72 |
| Figura 38 - Mangueiras.....   | 73 |
| Figura 39 - Mangueira dobrada.....  | 74 |
| Figura 40 - Espaço entre as lâminas da tesoura.....                       | 75 |
| Figura 41 - Testes de tesouras e mangueiras.....                          | 75 |
| Figura 42 - Protótipos manuais.....                                       | 76 |
| Figura 43 - Teste com o usuário.....                                      | 76 |
| Figura 44 - <i>Sketches</i> dos 4 modelos.....                            | 77 |
| Figura 45 - <i>Rendering</i> do modelo 1.....                             | 78 |
| Figura 46 - Protótipo do modelo 1.....                                    | 79 |
| Figura 47 - Suporte de celular para carro.....                            | 79 |
| Figura 48 - Modelo 2 com 10 peças.....                                    | 80 |
| Figura 49 - Modelo 2 com 8 peças.....                                     | 80 |
| Figura 50 - Protótipo do modelo 2.....                                    | 81 |
| Figura 51 - Modelo 3.....   | 82 |
| Figura 52 - Modelo 3 versão 1.....  | 82 |
| Figura 53 - Modelo 3 versão 2.....  | 83 |
| Figura 54 - Protótipo modelo 3 versão 2.....                              | 83 |
| Figura 55 - Modelo 3 versão 1.....  | 84 |
| Figura 56 - Modelo 4 e protótipo.....                                     | 85 |
| Figura 57 - Modelo 4 mola com de menor força.....                         | 85 |
| Figura 58 - Modelo 4 mola com maior força.....                            | 86 |
| Figura 59 - Teste do modelo 4 com usuário.....                            | 86 |
| Figura 60 - <i>Rendering</i> da tesoura mola com suporte de jacaré 1..... | 87 |
| Figura 61 - <i>Rendering</i> da tesoura mola com suporte de jacaré 2..... | 88 |



|  |    |
|--|----|
| Figura 62 - Vista explodida da tesoura mola com suporte de jacaré. | 89 |
| Figura 63 - Produto fabricado.....                                 | 90 |



## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 - Tabela de Adaptação para escrita.....  | 51 |
| Quadro 2 - Tabela de Verificação de tesouras..... | 54 |
| Quadro 3 - Observação de relação com usuário..... | 69 |
| Quadro 4 - Requisitos de projeto.....             | 70 |



## LISTA DE ABREVIATURAS

PCC - Projeto de Conclusão de Curso  
ONU - Organização das Nações Unidas  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDEA - *Individuals with Disabilities Education Act*  
CAT - Comitê de Ajudas Técnicas  
CNC - Controle Numérico Computadorizado.  
STL - *Standard Triangle Language*  
PVC - Policloreto de Vinil  
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina  
ABERGO - Associação Brasileira de Ergonomia  
TA- Tecnologia Assistiva  
IEA - Associação Internacional de Ergonomia  
AEE - Atendimento Educacional Especializado  
EVA - Emborrachado Vinil Acetílico  
PLA - Plástico de Políácido Láctico



## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                                  | <b>24</b> |
| 1.1 OBJETIVO GERAL                                    | 24        |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS                             | 24        |
| 1.3 JUSTIFICATIVA                                     | 25        |
| 1.4 DELIMITAÇÃO DO PROJETO                            | 26        |
| 1.5 METODOLOGIA                                       | 26        |
| <b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>                       | <b>30</b> |
| 2.1 ARTROGRIPOSE                                      | 30        |
| 2.2 TECNOLOGIA ASSISTIVA                              | 32        |
| 2.3 FABRICAÇÃO DIGITAL                                | 34        |
| <b>3. ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO</b>                    | <b>37</b> |
| 3.1 ANÁLISE DIACRÔNICA                                | 37        |
| 3.2 ANÁLISE SINCRÔNICA                                | 43        |
| 3.3 LISTA DE VERIFICAÇÃO                              | 50        |
| 3.3.1 Tabela de verificação de adaptação para escrita | 51        |
| 3.3.2 Tabela de verificação de tesouras               | 54        |
| 3.4 PESQUISA COM USUÁRIO                              | 57        |
| 3.4.1 Painel Semântico do Usuário                     | 58        |
| 3.5 LISTA DE NECESSIDADES                             | 59        |
| 3.6 ANÁLISE DA TAREFA                                 | 60        |
| 3.6.1 Utilizando a tesoura                            | 60        |
| 3.6.2 Escrevendo                                      | 62        |
| 3.7 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO                              | 63        |
| <b>4. ERGONOMIA</b>                                   | <b>63</b> |
| <b>5. REQUISITOS DE PROJETO</b>                       | <b>69</b> |
| <b>6. GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS</b>                     | <b>71</b> |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 6.1 TESOURA MOLA                   | 72        |
| 6.2 SUPORTE PARA TESOURA           | 75        |
| 6.3 MEMORIAL DESCRITIVO            | 87        |
| 6.3.1 Fator Estético E Simbólico   | 87        |
| 6.3.2 Fator Estrutural E Funcional | 88        |
| 6.3.3 Fabricação Do Artefato       | 89        |
| <b>7. CONCLUSÃO</b>                | <b>91</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>  | <b>93</b> |





## 1. INTRODUÇÃO

A artrogripose é uma doença rara e congênita, que tem como principais características a restrição de movimentos e contraturas que se intensificam nos membros distais. Assim, poucos são os artefatos desenvolvidos especialmente para esse público e a fabricação digital aparece como uma notável oportunidade de solução para o desenvolvimento de produtos para pessoas com artrogripose. A capacidade de produzir peças únicas ou em baixa escala de forma mais acessível faz da fabricação digital uma aliada na solução de problemas e ferramenta indispensável no processo de projeto em design de produto.

Neste Projeto de Conclusão de Curso (PCC) desenvolver-se-á um artefato de Tecnologia Assistiva, para a realização da atividade escolar de recorte, à uma criança com artrogripose. No desenvolvimento do projeto segue-se a metodologia *Design Science Research*, que busca resolver problemas presentes na atualidade. O trabalho mostra todo o processo projetual passando pelas fases de levantamento de informações, criação, testes e fabricação do artefato desenvolvido.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa é criar um produto para auxiliar no dia a dia escolar de um estudante com artrogripose.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as necessidades do usuário;

- Entender os sintomas da artrogripose;
- Utilizar os princípios da Tecnologia Assistiva;
- Desenvolver um produto e fabricá-lo utilizando a Fabricação digital;
- Ampliar a independência do estudante na escola;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

No mundo inteiro existem pessoas com deficiências de natureza, física, mental e intelectual ou sensorial, que fazem parte de uma minoria e procuram se encaixar na sociedade de um mundo que não foi planejado para elas. Diariamente, a maioria das pessoas que não tem deficiência, utilizam diversos recursos criados para auxiliá-las em suas tarefas rotineiras. Pode-se exemplificar como recursos o uso dos talheres nas refeições, a calçada para andar em segurança, os sapatos e roupas para cobrir o corpo, a mesa, a caneta, a tesoura e diversos outros produtos. Esses itens fazem parte da cultura em que se vive e no dia a dia tornam-se essenciais.

Mesmo considerados como banais por muitos na percepção de quem não tem deficiência por serem comuns, se tornam objetos simples no seu uso, podendo ser usados sem nem ao menos exigir um pensamento ativo do usuário. Porém, para pessoas com alguma deficiência, o uso desses produtos pode ser inconcebível ou demandar de um esforço excessivo para realizar uma atividade cotidiana.

Pessoas com artrogripose, incluem-se nessa minoria em que há carência de produtos de uso diário desenvolvidos para atender às suas necessidades. Por ser uma deficiência congênita, seus sintomas

de restrição de movimentos, contraturas e fraqueza nos membros distais estarão presentes durante toda a vida da pessoa.

O design tem tido um papel importante nesses casos ao desenvolver produtos que atendem a necessidade de públicos minoritários, trazendo a Tecnologia Assistiva para o dia a dia de pessoas com deficiência. Cada deficiência tem as suas especificidades e muitas vezes cada caso é único, por isso o uso de ferramentas como a fabricação digital, onde se destaca, por exemplo a impressão 3D, torna-se um facilitador para a concretização do desenvolvimento do produto porque pensa no desenvolvimento do sujeito.

#### 1.4 DELIMITAÇÃO DO PROJETO

Mesmo com a demanda de se criar muitos produtos para auxiliar o dia a dia de uma pessoa com artropose, este projeto limitar-se-á ao desenvolvimento de um produto para o uso da tesoura no ambiente escolar. O aluno acompanhado neste trabalho, é o Anthony, um aluno matriculado no 5º ano do Colégio de Aplicação da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, com diagnóstico de artropose.

#### 1.5 METODOLOGIA

A pesquisa utilizará como metodologia a *design science research*, que é voltada a orientar pesquisas que pretendem desenvolver algo novo aproximando a teoria da prática.

Segundo Formoso (2015):

“A design science research, também conhecida como *constructive research*, é uma abordagem metodológica que consiste em construir artefatos que trazem benefícios às pessoas. É

uma forma de produção de conhecimento científico que envolve o desenvolvimento de uma inovação, com a intenção de resolver problemas do mundo real e, ao mesmo tempo, fazer uma contribuição de caráter prescritivo.”

O método propõe 12 passos principais, ilustrados na figura 1, para o desenvolvimento da pesquisa, sem excluir outros métodos mas com a perspectiva de ampliar o portfólio de metodologias. Nessa estrutura, a pesquisa passa por três momentos científicos: o 1) indutivo; 2) dedutivo e o 3) abduutivo. Dresh, Lacerda e Antunes (2015), explicam as três em que “o método indutivo se fundamenta em premissas e na inferência de uma ideia a partir de dados previamente constatados ou observados”. A respeito do método dedutivo os autores explicam que é exposto por utilizar a dedução e leis e teorias universais e, com isso, o cientista é capaz de “a partir desse conhecimento, construir outros, com o intuito de explicar prever o comportamento do objeto de pesquisa”. E por fim Dresh, Lacerda e Antunes (2015) afirmam que, o método abduutivo “consiste em estudar fatos e propor uma teoria para explicá-los.”

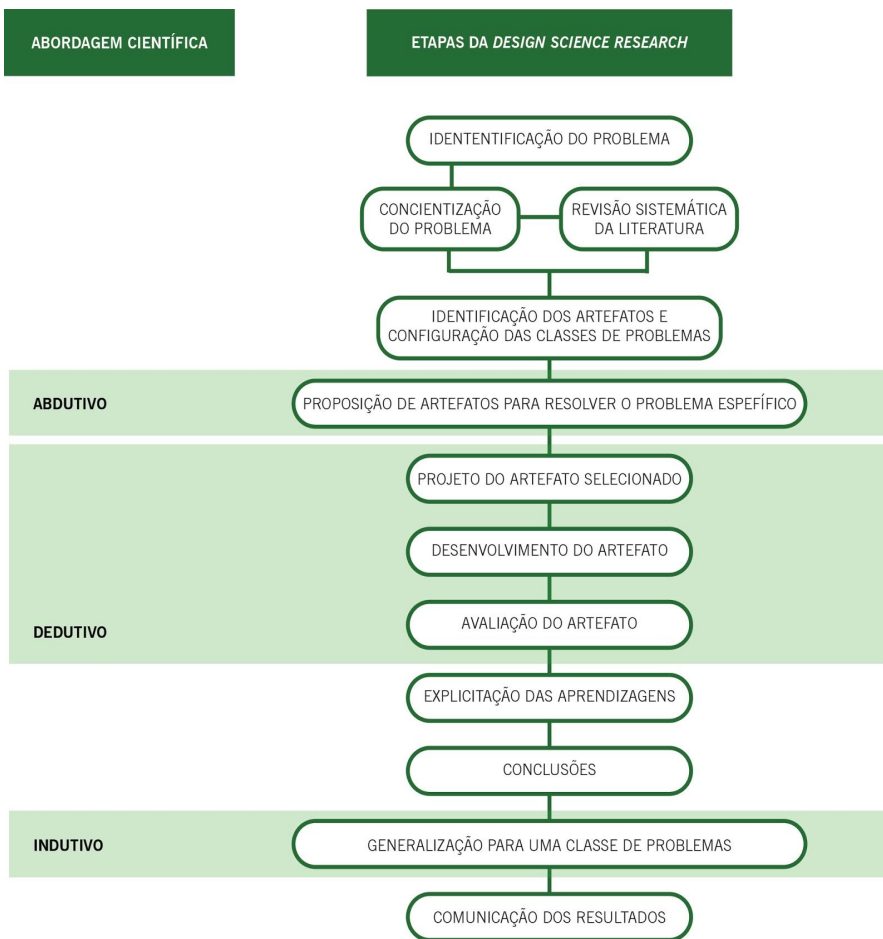


Figura 1 - Etapas metodologia *Design Science Research*. Fonte: Adaptado de Dresh, Lacerda e Antunes (2015).

De acordo com Dresh, Lacerda e Antunes (2015), as etapas são assim descritas:

Identificar o Problema - entender a importância e justificar a necessidade de estudar e desenvolver a pesquisa.

Conscientização do problema e Revisão sistemática da literatura - buscar o máximo de informação sobre o problema e fazer pesquisa em bases científicas.

Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas - identificar e pesquisar sobre os produtos já existentes que podem solucionar ou que resolvam parte do problema.

Proposição de artefatos para resolução do problema - etapa em que o investigador raciocina sobre o contexto do problema e as possíveis soluções para aprimorar a situação.

Projeto do artefato - descrição dos procedimentos de construção do projeto.

Desenvolvimento do artefato - Fabricação do produto.

Avaliação do artefato - Utilizar o produto em seu contexto e ver se ele atingiu o resultado esperado, em caso de não atingir os requisitos de projeto é recomendado voltar a pesquisa para tentar novamente solucionar o problema.

Explicitação das aprendizagens e conclusão - expor os pontos que levaram ao sucesso ou ao insucesso e concluir mostrando todos os resultados da pesquisa.

Generalização de uma classe de problemas e comunicação dos resultados - trazer os resultados que podem ser aplicados novamente em outras situações similares e comunicar a pesquisa através da publicação.

Com o objetivo de produzir-se uma pesquisa acadêmica e obter um produto como resultado final, este trabalho adotou a *Design Science Research* como metodologia.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica, designa-se na metodologia como conscientização do problema e revisão sistemática da literatura. Os temas levantados para a presente pesquisa são a artrogripose, Tecnologia Assistiva e fabricação digital. Conforme Dresh, Lacerda e Antunes (2015), nesse momento há o acúmulo de informações para o entendimento do contexto em que a pesquisa está inserida.

### 2.1 ARTROGRIPOSE

A artrogripose é caracterizada como uma síndrome rara, de causa desconhecida sem padrão hereditário. Se trata de um estado congênito não progressivo, cujos sintomas acompanham a pessoa desde seu nascimento e permanecem durante toda a sua vida. Tem a sua frequência tida como baixa, com a aproximação de 1 caso para cada 3.000 nascidos vivos de ambos os sexos com base nos Estados Unidos (Alves, et al, 2007). Manifesta-se por:

“alterações da pele, tecido celular subcutâneo, que é inelástico, e aderido aos planos profundos, acompanhado de ausência das pregas cutâneas, músculos atrofiados e substituídos por tecido fibrogorduroso, articulações deformadas com limitação da mobilidade, rigidez e espessamento das estruturas periarticulares e com sensibilidade conservada” (SVARTMAN, et al, 1995).

Assim, ocorre “a substituição do músculo estriado por tecidos fibroso e gorduroso” (Barros e Motta, 2018). As malformações,



frequentemente, são simétricas e a gravidade delas eleva-se quanto mais distantes as articulações estão do tronco ou do ponto de origem.

As apresentações clínicas são divididas entre; 1) pacientes de somente contraturas dos membros e 2) pacientes portadores de contraturas dos membros, alterações viscerais e portadores de contraturas e alterações do sistema nervoso central. A artrogripose múltipla congênita é a que está associada a pessoas com contraturas apenas nos membros. Ela tem duas principais apresentações clínicas, a amíplasia e a artrogripose distal. A amíplasia “é a apresentação clássica e mais frequente da artrogripose, com todos os sinais clínicos da mesma” (SVARTMAN, et al, 1995). Acomete de 38% a 43% de todos os casos (Barros e Motta, 2018). Segundo Svartman, et al (1995), a artrogripose distal é caracterizada pelo “comprometimento das articulações e tecidos adjacentes distais nos membros, tendo sua incidência em segundo lugar”. Ela manifesta restrição de movimentos e contraturas em geral nos pés e nas mãos, sendo que o tipo I apresenta-se nos pés e mãos, e o tipo II além dos sintomas do tipo I também incluem de acordo com Barros e Motta (2018), “distúrbios cerebrais, neuromusculares e do tecido conjuntivo”.

Os membros onde as contraturas costumam estar presentes são o pé, tendo como principais deformidades o pé eqüino-cavo-varo e o pé talo vertical, o joelho que tem o sintoma de contratura em flexão, no quadril com a deformidade articular e luxação e também flexoabdução, e por fim nos membros superiores que podem estar presentes nos ombros, cotovelos, punho, dedos e polegar. O tratamento é complexo e inicia-se logo após o nascimento. Consiste no uso de órteses, talas, gessos e em diversos tipos de cirurgias. A respeito do tratamento SVARTMAN, et al, (1995), dizem que ele “é facilitado pela grande capacidade adaptativa frente às deformidades destes pacientes e pelo grau de inteligência normal que geralmente estas crianças apresentam”. A complementar, Barros e Motta (2018), citam os “pacientes tendem a evoluir satisfatoriamente. Os mesmos devem ser acompanhados por equipe multidisciplinar que lhes

proporcione, reabilitação adequada, cirurgia, se necessária, e orientação sobre o uso de órtese”. Para alcançar o êxito no tratamento é necessário um conjunto de cuidados que são compostos de acompanhamento por profissionais qualificados, médicos e fisioterapeutas, assim como orientação aos pais para dar continuidade às recomendações de exercícios e estímulos em domicílio.

## 2.2 TECNOLOGIA ASSISTIVA

Em 2008 o Brasil incorporou na legislação brasileira a Convenção da ONU - Organização das Nações Unidas a respeito dos Direitos das Pessoas com Deficiência. Nisso, o Brasil assumiu o compromisso de possibilitar um país acessível para todos os mais de 24 milhões de brasileiros com deficiência (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2008). Nesta, ela garante a inclusão escolar das pessoas com deficiência no sistema regular de ensino e indica a necessidade de adaptação das escolas para esse atendimento inclusivo. Em muitos casos, o governo deseja, a respeito da Tecnologia Assistiva, promover pesquisa, proporcionar informação, facilitar o acesso, incentivar a produção, e até em alguns casos disponibilizar produtos com Tecnologia Assistiva (Convenção sobre os direitos de pessoas com deficiência, 2012).

O termo Tecnologia Assistiva foi definido pela *Tech Act Legislation* e empregado pelo *Individuals with Disabilities Education Act* (IDEA) com o entendimento de “qualquer item, peça de equipamento ou sistema de produto, quer sejam adquiridos comercialmente, modificados, ou produzidos sob medida; utilizados para aumentar, manter, melhorar o desempenho funcional do indivíduo com incapacidades” (IDEAPRACTICES, 2016).

No Brasil, segundo o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) o termo é reconhecido como um ramo interdisciplinar que visa a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, que envolve “produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços

que objetivam promover a funcionalidade, relacionada com a atividade e a participação de pessoas” (SDH, 2010).

Sendo assim, a Tecnologia Assistiva “deve ser entendida como um auxílio que promoverá a ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou possibilitará a realização da função desejada e que se encontra impedida por circunstância de deficiência ou pelo envelhecimento” (Bersch, 2017).

No campo da educação, essas tecnologias possibilitam aos estudantes realizar suas tarefas escolares, assim como proporcionar o acesso necessário para conhecimento dos conteúdos dos materiais didáticos. Para se obter resultado é necessário o envolvimento dos indivíduos envolvidos na ação educadora que são quem facilitará esse processo de inclusão. “A Tecnologia Assistivas são indispensáveis para essa inclusão, desde que adotadas de forma a permitir à pessoa com deficiência sua formação plena como pessoa e como aluno.” (Nunes, Fontana e Vanzin, 2011).

De acordo com Silva e Sfredob (2013), que realizaram um estudo sobre a Terapia Ocupacional e o uso de Tecnologia Assistiva como recurso terapêutico na artrogrípse, a Tecnologia Assistiva ampara de maneira efetiva a independência e autonomia, porém o sucesso da aplicação está ligado às expectativas e disponibilidade do paciente. Ele passará pelo “processo de avaliação até o treino no uso desses recursos, a fim de se evitar a prescrição de inúmeros recursos que muitas vezes não são utilizados e até mesmo ignorados e rechaçados pelo paciente.” As autoras continuam citando:

“Podemos considerar que a Tecnologia Assistiva é um recurso importante para a utilização por terapeutas ocupacionais em casos de artrogrípse, por essa ser um diagnóstico precoce com prognóstico ruim, devido às grandes deformidades e limitações. Este estudo de caso demonstra que os recursos utilizados, além de contribuírem para o desenvolvimento

neuropsicomotor da paciente, foram de extrema importância para a sua independência funcional e para seu processo de inclusão e participação social. O terapeuta ocupacional dispõe da Tecnologia Assistiva como um recurso terapêutico que pode ser utilizado na intervenção de reabilitação, não como recurso único mas sim como elemento constituinte do raciocínio clínico.” (Silva e Sfredob, 2013).

## 2.3 FABRICAÇÃO DIGITAL

De acordo com Schodek et al (2005), além da fabricação de objetos comuns, os designers estão encontrando inspiração nas significativas capacidades das tecnologias de fabricação digital. Da produção em massa à produção de componentes individuais, os designers procuram empregar as realidades dessa nova forma de manufaturar. Os objetos são criados para serem ao mesmo tempo belos e funcionais por meio de uma conexão entre material, estrutura e fabricação. A utilização da fabricação digital garante precisão das medidas e cortes, dessa forma encaixes e padrões necessitam de poucos ajustes e podem ser reproduzidos em escala.

A fabricação Digital é a utilização de técnicas de produção automatizada para chegar em formas e peças finais. Segundo Pupo (2009) existem dois grupos a Prototipagem Digital e a Fabricação digital, ilustrados na figura 2. As duas terminologias tratam-se sobre métodos que viabilizam a passagem do modelo digital para o físico. A Prototipagem Digital inclui a prototipagem rápida (sistemas aditivos), as cortadoras a laser e as fresadoras, para a produção de maquetes e protótipos 1:1. A Fabricação Digital como já dito busca um produto final e inclui técnicas como *file-to-file*, *metal* e *tube bending* e o uso da CNC - controle numérico computadorizado.

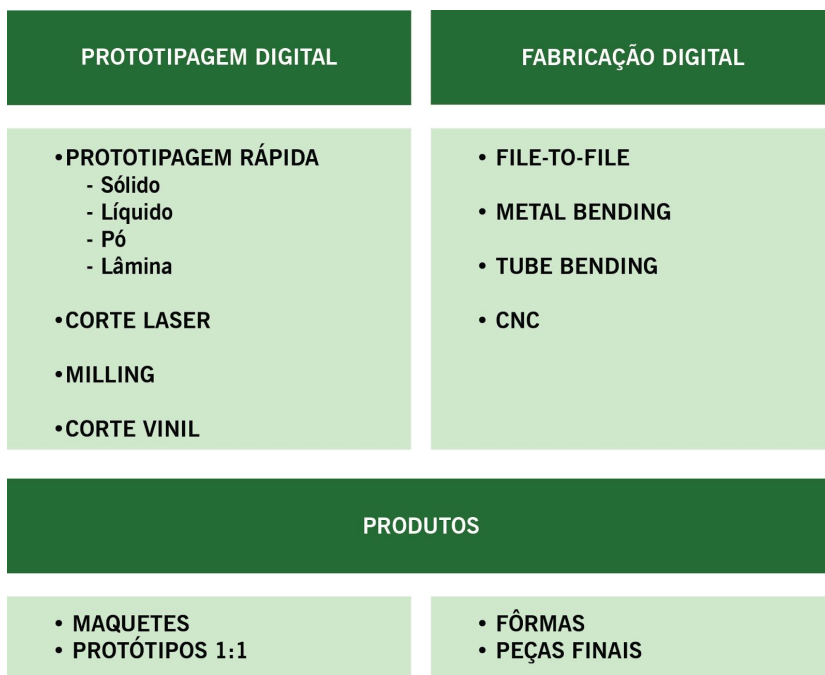


Figura 2 - Produção automatizada. Fonte: Adaptado de Pupo (2009).

Conforme Pupo (2011), “Existem três maneiras nas quais os objetos podem ser produzidos com a produção automatizada que são os processos: (1) subtrativo, (2) formativo e (3) aditivo.”

Como exemplo de equipamentos que utilizam o processo subtrativo as máquinas de corte a laser, jato d’água, corte de lâminas, ou Plasma-arc, o corte é realizado através da leitura de um vetor 2D. Também a CNC, que realiza o desbaste de materiais com diversas fresas de 3 até 12 eixos, é considerado um equipamento de técnica subtrativa.

A respeito do processos formativos, Pupo (2009), “assemelha-se a um molde versátil, com a capacidade de se adaptar a diferentes formas” como exemplo os moldes adaptados para a produção de

placas de vidro com curvaturas especiais e os equipamentos que por aquecimento podem dobrar e curvar chapas de aço (*metal bending*) e tubos metálicos (*tube bending*).

No processo aditivo, com as Impressoras 3D, de acordo com Volpato (2007), estas tecnologias consistem no princípio da manufatura por camada, onde a peça modelada em um software 3D é fatiada em camadas, onde obtêm-se curvas de níveis que serão sobrepostas para gerar uma peça física. Segundo Pupo (2009) elas podem ser subdivididas conforme o material que utilizam: Sólidos, líquidos, lâminas ou pó. Nesse tipo de tecnologia é possível obter qualquer tipo de geometria, desde que se respeite os limites da gravidade.

Segundo Kolarevic (2005), a fabricação digital viabiliza resultados variáveis e não repetitivos. Sendo assim, é viável, em número muito reduzido comparando-se com as técnicas de produção em série, a fabricação de produtos personalizados ou não-padronizados.

A fabricação digital também tem sido utilizada para a produção de Tecnologia Assistiva e um caso é o projeto *ThisAbles* ([thisables.com](http://thisables.com)), uma junção da empresa global IKEA e de duas organizações sem fins lucrativos que são a Milbat e a *Access Israel*. Esse projeto tem como objetivo possibilitar o uso da rede de produtos da IKEA à pessoas com diferentes tipos de deficiências e como solução buscaram as parcerias com essas organizações que desenvolvem produtos para serem fabricados utilizando a impressão 3D. No site<sup>1</sup> do projeto qualquer pessoa pode ter acesso ao catálogo de produtos desenvolvidos para a IKEA, com a possibilidade de download do arquivo em STL - *Standard Triangle Language* do produto gratuitamente, com acesso ao arquivo que pode ser fabricado em qualquer impressora 3D que atenda o tamanho e material especificado para o produto (Figura 3).

---

<sup>1</sup><https://thisables.com/new-developments/>

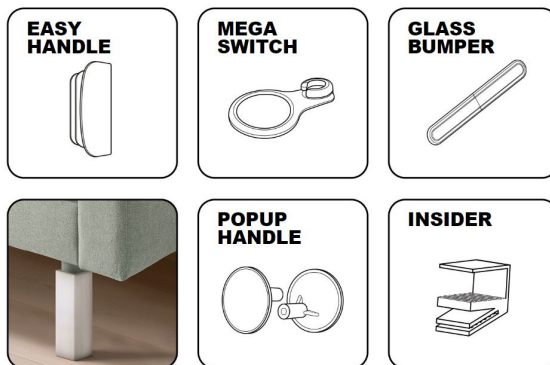


Figura 3 - Galeria de Produtos *ThisAbles*. Fonte: thisables.com (2019).

### 3. ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO

Em concordância com os objetivos da pesquisa de criar um produto para auxiliar no dia a dia escolar de um estudante com artrogripose e decidiu-se em optar pelo desenvolvimento de um produto para auxiliar na escrita ou no uso da tesoura. Este ponto da pesquisa intitulado de especificação de projeto traduz na metodologia a identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas.

#### 3.1 ANÁLISE DIACRÔNICA

Essa análise busca mostrar a mudança dos produtos ao longo do tempo. Segundo Pazmino (2013), “é um exame dos aspectos culturais, sociais tecnológicos etc., observados quanto à evolução de um produto.” É utilizada para determinar características no projeto do produto e evitar reinvenções e plágio. Como citado anteriormente os produtos a serem analisados serão alguns dos materiais utilizados no dia a dia escolar.

- **1500 a. C.** A tesouras existem há séculos e, de acordo com os primeiros registros históricos encontrados, surgiram no Egito Antigo ([historiadetudo.com/tesoura](http://historiadetudo.com/tesoura)).
- **70 d.C.** Plínio, menciona pequenos discos de chumbo, observando que não eram usados para escrever ou desenhar, mas para direcionar o traçado das linhas ([faber-castell.com.br/Curiosidades/HistoriaDoLapis](http://faber-castell.com.br/Curiosidades/HistoriaDoLapis)).
- **1500** Uma tempestade derrubou uma árvore em uma aldeia inglesa, desenterrando uma substância brilhante que agora é conhecida como grafite. Os agricultores começaram a usá-lo para marcar as ovelhas, em seguida, envolto em madeira para evitar que ela manchasse os dedos ([englishlistening.rocks/the-history-of-pencils](http://englishlistening.rocks/the-history-of-pencils)).
- **1644** Primeiro registro do uso do Lápis na Alemanha, por um oficial da artilharia ([faber-castell.com.br/Curiosidades/HistoriaDoLapis](http://faber-castell.com.br/Curiosidades/HistoriaDoLapis)).
- **1659** A profissão de fabricante de Lápis é citada em documento oficial pela primeira vez ([faber-castell.com.br/Curiosidades/HistoriaDoLapis](http://faber-castell.com.br/Curiosidades/HistoriaDoLapis)).
- **1750** Foi feita a patente britânica de cola feita de peixe ([super.abril.com.br/ciencia/como-surgiu-cola-e-o-ziper](http://super.abril.com.br/ciencia/como-surgiu-cola-e-o-ziper)).
- **1751** As tesouras de aço polido, foram criadas por Robert Hinchliffe, e passaram a ser introduzidas em contexto domiciliar ([megacurioso.com.br/historia-e-geografia/45212-veja-a-evolucao-das-tesouras-pelos-seculos-e-seus-diferentes-modelos.htm](http://megacurioso.com.br/historia-e-geografia/45212-veja-a-evolucao-das-tesouras-pelos-seculos-e-seus-diferentes-modelos.htm)).
- **1800** Eram utilizadas lousas de ardósia (Figura 4), pois o papel era caro para o dia a dia escolar (Brouard,1911).





Figura 4 - Lousa de Ardósia.

Fonte: [200.137.218.134/index.php/objetos-escolares;dc?sf\\_culture=en](http://200.137.218.134/index.php/objetos-escolares;dc?sf_culture=en) (Acesso, 2019).

- **1800 - 1830** A cidade de São Petersburgo, na Rússia, chegou a enviar mais de 27 milhões de Plumas (Figura 5) por ano para a Inglaterra. Feitas de penas de aves, principalmente gansos, elas apareceram no início da era Cristã.



Figura 5 - Pluma para caneta. Fonte

[mundoreal.xyz/historia-da-caneta-de-pena-a-caneta-tinteiro](http://mundoreal.xyz/historia-da-caneta-de-pena-a-caneta-tinteiro) (Acesso 2019).

- **1822** A lapiseira é patenteada ([lapiseirapentel.com.br/a-historia-da-lapiseira](http://lapiseirapentel.com.br/a-historia-da-lapiseira)).

- **1840** Antes das borrachas de borracha serem inventadas no início desta década, o material mais adequado para apagar primeiro as marcas de lápis era um pedaço de pão. (thoughtco.com/how-do-pencil-erasers-work-604298).
- **1867** Samuel B. Fay patenteou o primeiro clipe de papel (Figura 6). Antes de cliques de papel, linha e agulha foram usados para encadernar papel.

### Philadelphia



Figura 6 - Clipe patenteado. Fonte: officemuseum.com/paper\_clips.htm. (Acesso 2019).

- **1884** O primeiro modelo comercial de caneta tinteiro foi criado pelo americano Lewis Edson Waterman (Figura 7), a tinta era injetada no reservatório com um tipo de seringa. (super.abril.com.br/mundo-estranho/como-surgiu-a-caneta).

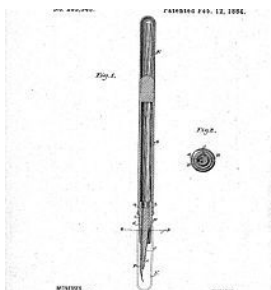


Figura 7 - Caneta tinteiro de Lewis Edson Waterman. Fonte: en.wikipedia.org/wiki/Lewis\_Waterman. (Acesso 2019).

- **1927** Os cartuchos descartáveis de caneta tinteiro começaram a ser vendidos. (super.abril.com.br/mundo-estranho/como-surgiu-a-caneta).
- **1935** Lançamento das lancheiras feitas de metal, mas só se tornaram populares em 1950. (smithsonianmag.com/arts-culture/the-history-of-the-lunch-box-98329938).
- **1938** O húngaro Lazlo Josef Biro aperfeiçoou a ideia e popularizou a caneta esferográfica (Figura 8). Embora a ideia de usar na ponta da caneta uma pequena esfera de metal, molhada pela tinta que vem de um tubinho, surgiu no final do século XIX. (super.abril.com.br/mundo-estranho/como-surgiu-a-caneta).



Figura 8 - Cartaz da caneta esferográfica. Fonte: [en.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1szl%C3%B3\\_B%C3%ADr%C3%ADr%C3%B3](https://en.wikipedia.org/wiki/L%C3%A1szl%C3%B3_B%C3%ADr%C3%ADr%C3%B3) 3. (Acesso 2019).

- **1945** Biro passou a patente da caneta esferográfica para o francês Marcel Bich, criador da Bic, que, hoje, vende milhões de canetas por dia em todo o planeta (Figura 9).



Figura 9 - Caneta Bic. Fonte: [en.wikipedia.org/wiki/Bic\\_Cristal](http://en.wikipedia.org/wiki/Bic_Cristal). (Acesso 2019).

- **1947** A cola era embalada em garrafas de vidro (Figura 10).



Figura - 10: Cola embalada em vidro. Fonte: [elmers.com/about/deep-roots](http://elmers.com/about/deep-roots). (Acesso 2019).

- **1969** A bordo de um avião, o químico alemão Wolfgang Dierichs inventou a ideia de cola em bastão enquanto observava uma mulher aplicar batom.

([telegraph.co.uk/news/uknews/5874094/Pritt-Stick-celebrates-its-40th-birthday.html](http://telegraph.co.uk/news/uknews/5874094/Pritt-Stick-celebrates-its-40th-birthday.html)).

- **1981** Decide-se que o computador deveria ser visto como ferramenta auxiliar do processo ensino-aprendizagem em escolas no Brasil. ( II Seminário Nacional de Informática na Educação, 1981).

## 3.2 ANÁLISE SINCRÔNICA

Segundo Baxter (2000), a análise sincrônica tem como objetivo verificar os produtos concorrentes e existentes da classe do produto que está em desenvolvimento. Buscou-se nessa análise verificar as Tecnologia Assistiva para escrita e para tesoura.

### 3.2.1 Tecnologia Assistiva para escrita

ADAPTAÇÃO BULBO PARA ESCRITA (Figura 11), adaptação de plástico no formato de bulbo, utilizável em qualquer caneta ou lápis padrão. Proporciona uma postura de escrita confortável. Vendida em pacote com 3 unidades por volta de R\$ 25,00 reais (novembro 2018).



Figura 11 - Adaptação bulbo para escrita. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.

ADAPTAÇÃO CROSSOVER PARA ESCRITA (Figura 12), evita que os dedos se cruzem na preensão. Pode ser utilizada por destros ou canhotos. As aletas macias mantêm os dedos na posição correta durante a escrita.



Figura 12 - Adaptação crossover para escrita. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.

ADAPTAÇÃO “PASSARINHO” PARA ESCRITA (Figura 13), essa adaptação é ideal para pessoas com déficit em coordenação, destreza ou força de preensão. Pode ser utilizada por pessoas com artrite ou problemas neurológicos ou que não possuem preensão em pinça. Desenhada para acomodar de maneira confortável qualquer uma das mãos. Desliza facilmente, em acrílico durável, pode ser utilizada com a mão direita ou esquerda.



Figura 13 - Adaptação “passarinho” para escrita. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.

ADAPTAÇÃO TRIANGULAR PARA ESCRITA (Figura 14), A adaptação ajusta-se à maioria dos lápis e canetas comuns. Vendida em pacote com 3 unidades.



Figura 14 - Adaptação triangular para escrita. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.

AUXILIAR PARA ESCRITA *SLIP ON* (Figura 15), modelo para auxiliar para escrita *Slip-On* com um aquecedor para melhor se adaptar ao paciente. Desenhado para se ajustar firmemente a mão, esta adaptação de plástico moldável segura lápis e canetas em ângulo ajustável.



Figura 15 - Auxiliar para escrita Slip On. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.

CANETA BIOCURVA (Figura 16), a caneta biocurva possui uma angulação que permite um posicionamento correto da mão durante a escrita.



Figura 16 - Caneta biocurva. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.

PRANCHETA COM ADAPTAÇÃO IMANTADA PARA ESCRITA (Figura 17), é um instrumento imantado designado para escrita, leve e de design ergonômico. Inclui um ímã localizado na base, uma prancheta de metal (30cm x 45cm) e 3 capas amortecedoras de densidades variadas que acomodam todos os tipos de tremores (suave, moderado e severo). Para adultos e crianças.



Figura 17 - prancheta com adaptação imantada para escrita. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.



SUPORTE PARA CANETA (Figura 18), o suporte para caneta serve para quem possui alguma dificuldade motora e não consegue segurar uma caneta adequadamente. Tendo como material o PVC (policloreto de vinil), o suporte pode alojar lápis, caneta ou pincel sem escorregar.



Figura 18 - Suporte para caneta. Fonte: Acesso novembro 2018.

ARANHA-MOLA (Figura 19), é um arame revestido, onde os dedos e a caneta são encaixados. Recurso que facilita a pega de preensão e a escrita. Indicado para facilitar, direcionar ou substituir a pinça trípole, necessária para a atividade de escrita. Vendida por aproximadamente R\$ 77,00 reais (novembro de 2018).



Figura 19 - Aranha-mola. Fonte:

[www.itaassistiva.com.br/tuboform-aranha-mola-tff5](http://www.itaassistiva.com.br/tuboform-aranha-mola-tff5). Acesso novembro 2018.

### 3.2.2 Tecnologia Assistiva de tesouras

TESOURA COM LÂMINA ROTATÓRIA (Figura 20), esta tesoura possui um formato confortável para uma preensão segura. A lâmina é retrátil, permitindo ser guardada com segurança. Pode ser utilizada por destros e canhotos.



Figura 20 - Tesoura com lâmina rotatória. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.

TESOURA DESLIZANTE (Figura 21), esta tesoura é acionada através de um sistema de rolamento, não sendo necessário o abrir e fechar, reduzindo efetivamente a fadiga, câibras e lesões de mão. Ideal para pessoas com déficit de preensão. Possui um cabo ergonômico e pode ser utilizada tanto por destros como por canhotos.



Figura 21 - Tesoura deslizante. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.

TESOURA-MOLA (Figura 22), tesoura adaptada com dispositivo de auto-abertura. A tesoura mola pode ser usada para treino de corte e recorte de papel. O efeito mola facilita a abertura da tesoura com pouco uso da força. Facilita a coordenação e o aprendizado, uma vez que a tesoura praticamente mantém-se aberta. Vendida por aproximadamente R\$ 40,00 reais (novembro 2018).



Figura 22 - Tesoura-mola. Fonte: [www.mnsuprimentos.com.br](http://www.mnsuprimentos.com.br). Acesso novembro 2018.

ADAPTADOR PARA TESOURA-MOLA (Figura 23), No caso do usuário ter um comprometimento mais severo dos movimentos das mãos, a tesoura mola pode ser adaptada a um suporte fixo exigindo menor habilidade de manuseio e facilitando, dessa forma, o posicionamento e manuseio do papel.



Figura 23 - Adaptador para tesoura-mola. Fonte: [tudobemserdiferente.wordpress.com/2013/03/15/adaptacoes-para-os-materiais-e-scolares](http://tudobemserdiferente.wordpress.com/2013/03/15/adaptacoes-para-os-materiais-e-scolares). Acesso novembro 2018.

TESOURA SECRETÁRIA (Figura 24), Uma tesoura forte e estável com abertura automática por meio de uma mola, fixa a uma base de plástico e anti-deslizante para maior estabilidade. Vendida por aproximadamente R\$ 170,00 reais (novembro 2018).



Figura 24 - Tesoura secretária. Fonte: [www.sembarreiras.pt/loja/artigo/4321/Tesoura-de-secretaria](http://www.sembarreiras.pt/loja/artigo/4321/Tesoura-de-secretaria). Acesso novembro 2018.

### 3.3 LISTA DE VERIFICAÇÃO

De acordo com Pazmino (2013), nesta etapa são escolhidos os melhores concorrentes buscando uma análise mais profunda dos

atributos do produto, para o levantamento de características a serem mantidas ou superadas.

### 3.3.1 Tabela de verificação de adaptação para escrita

Quadro 1 - Tabela de Adaptação para escrita.

| Produto                           | Aspectos positivos   | Aspectos negativos                                    |
|-----------------------------------|--|---|
| A1 - Adaptação bulbo.             | Produto leve.  | Não traz mais benefícios além do conforto.            |
|                                   | Produto discreto.  |   |
|                                   | Produto Barato.  |   |
|                                   | Aumenta o conforto na escrita.                                   |   |
| A2 - Adaptação <i>crossover</i> . | Evita que os dedos cruzem na preensão.                           | Busca resolver um problema específico.                |
|                                   | Uso ambidestro.  |   |
|                                   | Produto leve.  |   |
|                                   | Produto discreto.  |   |
| A3 - Adaptação “passarinho”.      | Projetado para pessoas com déficit em coordenação e/ou destreza. | Posiciona a mão em um ângulo vertical para a escrita. |
|                                   | Projetado para pessoas com déficit em força de                   | Produto de difícil acesso no mercado.                 |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | preensão.   |  |
|   | Projetado para pessoas que não possuem preensão em pinça.                 |  |
|   | Uso ambidestro.   |  |
| A4 - Adaptação triangular.                  | Produto leve.   | Não traz mais benefícios além do conforto. |
|   | Produto discreto.   |  |
|   | Produto Barato.   |  |
|   | Aumenta o conforto na escrita.  |  |
| A5 - Auxiliar para escrita <i>Slip On</i> . | Aumenta a precisão do movimento.  |  |
|   | Ajusta a caneta na mão em ângulo adaptável.                               |  |
|   | Adapta-se a mão do usuário.   |  |
|   | Produto Leve e discreto.  |  |
| A6 - Caneta Biocurva                        | Angulação que permite um posicionamento correto da mão durante a escrita. | Não traz mais benefícios.                  |
| A7 - Prancheta                              | Suaviza tremores.   | Produto de difícil acesso no               |

|                          |  |   |
|--------------------------|--|---|
| com adaptação imantada.  |  | mercado.  |
|                          | Aumenta a precisão do movimento.       |   |
| A8 - Suporte para Caneta | Ajusta a caneta na mão.                |   |
|                          | Pode ser moldado de diferentes formas. |   |
| A9 - Aranha-Mola         | Auxilia o movimento de pinça.          | Não é prático de colocar e tirar da mão do usuário, no dia a dia. |
|                          | facilita a preensão.                   |   |
|                          | Produto leve.                          |   |
|                          | Se molda a mão de diferentes usuários. |   |

Fonte: Autora (2019).

Com a tabela de verificação construiu-se gráfico (Figura 25) dos produtos para a adaptação a escrita analisados na tabela de verificação de acordo com a sua disponibilidade no mercado pela sua adaptabilidade à artrogripose.

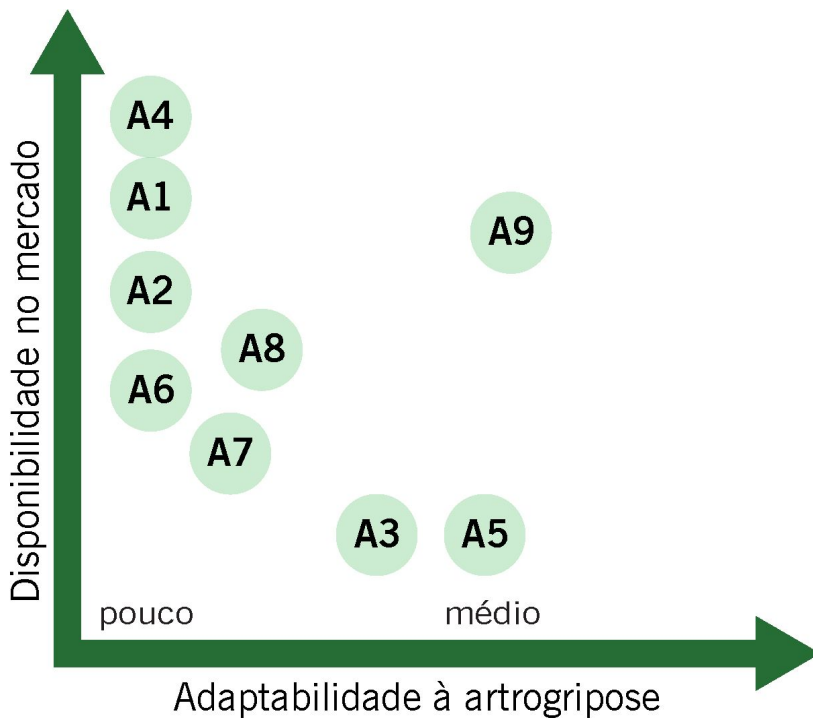


Figura 25 - Gráfico disponibilidade no mercado por adaptabilidade a artrogripose dos adaptadores à escrita. Fonte: Autora (2019).

Em resumo capta-se que a maior parte dos adaptadores para escrita não atende o público com artrogripose.



### 3.3.2 Tabela de verificação de tesouras

Quadro 2 - Tabela de Verificação de tesouras

| <b>Produto</b>                     | <b>Aspectos positivos</b>                     | <b>Aspectos negativos</b>                          |
|------------------------------------|---|--|
| T1 - Tesoura com Lâmina rotatória. | Lâmina retrátil para guardar em segurança.    | Prevê movimentos de preensão, com força nos dedos. |
|                                    | Uso ambidestro.                               | Manejo fino.                                       |
|                                    | Pode ser utilizada apenas com uma mão.        | Necessita uma placa de corte.                      |
|                                    | A folha fica apoiada na mesa.                 |  |
| T2 - Tesoura Deslizante.           | Não prevê o movimento dos dedos.              | Não tem uma proteção para a lâmina.                |
|                                    | Pensado para pessoas com déficit de preensão. | Manejo fino.                                       |
|                                    | Uso ambidestro.                               | Necessita uma placa de corte.                      |
| T3 - Tesoura-Mola.                 | Efeito mola facilita a abertura da tesoura.   | Prevê movimentos de preensão.                      |
|                                    | Estilo padrão de tesoura escolar.             | Necessita o uso das duas mãos sem apoios.          |
|                                    | Modelo mais acessível do mercado.             |  |
| T4 - Adaptador                     | Dispensa um manejo fino.                      | O papel fica no ar gerando instabilidade           |

|                          |  |  |
|--------------------------|--|--|
| para<br>Tesoura-Mola     |  | no corte                                       |
|                          | Permite o apoio de uma das mãos.                           | Base muito grande e pesada.                    |
|                          | Uso ambidestro.  |  |
| T5 - Tesoura Secretária. | Inclinação para posicionamento da folha no local de corte. | Tamanho maior que o habitual para uma tesoura. |
|                          | Tesoura escolar sem ponta.                                 | Preço para consumo muito alto.                 |
|                          | Base grande para apertar para baixo e cortar.              |  |
|                          | Feita de materiais leves.                                  |  |
|                          | Sem pontas que apresentem perigo a crianças.               |  |

Fonte: Autora (2019).

Com a tabela de verificação construiu-se um gráfico (Figura 26) das tesouras analisadas na tabela de verificação de acordo com a sua disponibilidade delas no mercado pela a adaptabilidade das tesouras à artrogripose.

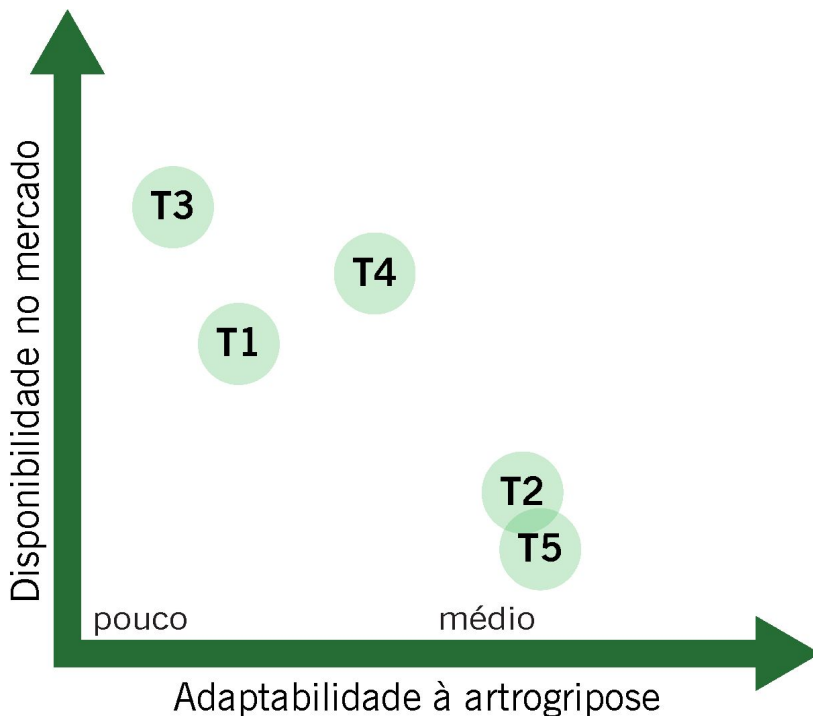


Figura 26 - Gráfico disponibilidade no mercado por adaptabilidade a artrogripose das tesouras. Fonte: Autora (2019).

Como síntese percebe-se que não há nenhuma tesoura que atenda todas as necessidades da pessoa com artrogripose, e que as tesouras T2 e T5 são as com características mais relevantes, mas são pouco acessíveis no mercado.

### 3.4 PESQUISA COM USUÁRIO

O Anthony é um menino animado com 9 anos de idade que vive em Florianópolis-SC. Possui artrogripose múltipla congênita, quadro associado a contraturas apenas nos membros. Já passou por várias cirurgias que o possibilitaram ter uma movimentação maior. Nele

atualmente, se destaca a falta de mobilidade nos joelhos, ombros, cotovelos, pulso e dedos. Outra característica marcante da síndrome que está presente no Anthony é o fato de não poder fazer movimentos completos de pinça e manejo fino com os dedos, por não ter como exercer força neles.

Ademais ele é um estudante do 5º ano de uma escola pública de ensino de educação básico, o Colégio de Aplicação da UFSC e apresenta um rendimento escolar conivente com as demais crianças de sua faixa etária escolar. Gosta de ciências e matemática, tem amigos e gosta de brincar. Reconhece as suas limitações e quando precisa pede por ajuda, mas gosta de ter autonomia e enfatizar as coisas que ele consegue fazer sozinho. Possui uma família que constantemente dedica-se a ele, além de possuir também no colégio um atendimento semanal especializado de educação especial AEE - atendimento educacional especializado, onde tem o acompanhamento de profissionais da educação especial e terapia ocupacional.

### **3.4.1 Painel Semântico do Usuário**

O painel semântico, segundo Pazmino (2013), consiste em um *moodboard* que reúne imagens visuais que comunicam conceitos relativos ao perfil do público-alvo, para transmitir conceitos subjetivos da realidade do usuário. A figura 27 representa o painel semântico do usuário com artrogrípse.

Ele é um menino alegre que participa de atividades com outras crianças com e sem deficiências. Mora na cidade de Florianópolis e frequenta uma escola de ensino básico. Tem uma mãe que é muito presente e cuidadosa com o filho sendo ele uma criança que gosta de se divertir e ver desenhos e jogar jogos infantis.



Figura 27 - Pannel Semântico do Usuário. Fonte: Autora (2018).

### 3.5 LISTA DE NECESSIDADES

No período de agosto de 2018 a junho de 2019, houveram vários encontros realizados com o Anthony, sua mãe, a professora de educação especial e a terapeuta ocupacional, no Colégio de Aplicação da UFSC. Nessas ocasiões ocorreram conversas, testes e observações, a partir disso pode-se elencar os principais atributos necessários nos produtos.

- Auxiliar a atividades de escrita;
- Possibilitar a autonomia para o uso da tesoura;
- Não exigir o movimento dos dedos;
- Não exigir a utilização de força nos dedos;
- Não exigir o movimento do cotovelo;

- Utilizar o mínimo possível de força nos movimentos;
- Ser confortável;
- Ter uma estética amigável.

### 3.6 ANÁLISE DA TAREFA

Segundo Pazmino (2013), a análise da tarefa envolve observar e descrever o uso do produto. Com base nos dados obtidos pode-se solucionar os problemas encontrados e desenvolver alternativas que aprimorem a relação homem-produto.

#### 3.6.1 Utilizando a tesoura

Atualmente, quando o usuário necessita utilizar a tesoura ele utiliza um modelo semelhante ao adaptador para tesoura-mola (Figura 28) que a escola disponibiliza. Devido a forma deste produto a tesoura não está nivelada com a mesa, portanto não consegue guiar o material a ser recortado se ele não estiver sobre a mesa, pois não consegue elevar o material até o local de corte com apenas uma mão. Assim necessita de alguém para segurar a tesoura a nivelando com a mesa. Com o sistema de tesoura-mola, com a mão esquerda pressiona a tesoura e guia o material arrastando sobre a mesa com a o dorso da mão direita.



Figura 28 - Tesoura utilizada por Anthony. Fonte: Autora (2019).

Dessa maneira como utiliza a tesoura, o movimento é limitado a beira da mesa dificultando o corte de materiais maiores. Também a necessidade de alguém para segurar o equipamento atrapalha o momento de pressionar a tesoura (Figuras 29 e 30).

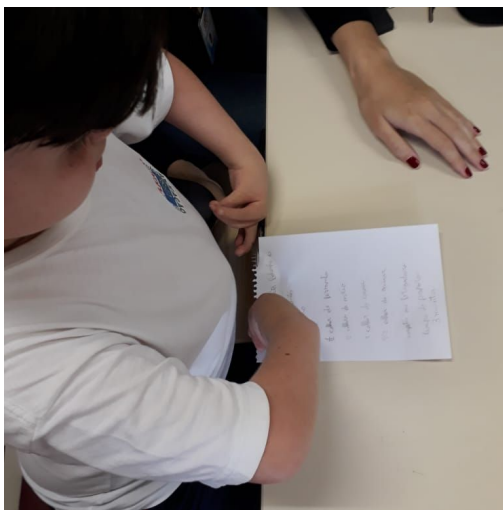


Figura 29 - Utilização da tesoura com assistência 1. Fonte: Autora (2018).

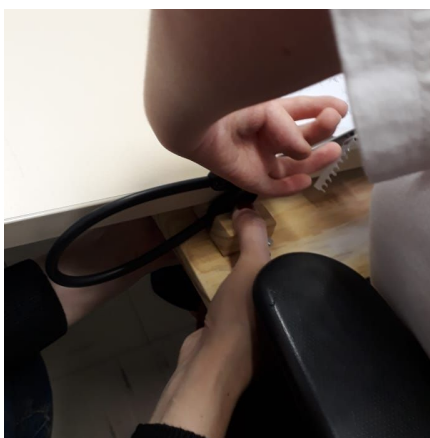


Figura 30 - Utilização da tesoura com assistência 2. Fonte: Autora (2018).

### 3.6.2 Escrevendo

O usuário utiliza qualquer lápis, lapiseira ou caneta, desde que tenha um comprimento regular. Tem a preferência pela lapiseira por não precisar apontar. Na hora de escrever ele posiciona o lápis na mão esquerda com a posição de preensão tripóide, mas devido a inclinação do pulso o lápis fica apoiado no antebraço (Figura 31). Para estabilizar o movimento usa o braço direito para ajudar no movimento. O movimento da escrita parte do braço, ombro e tronco.

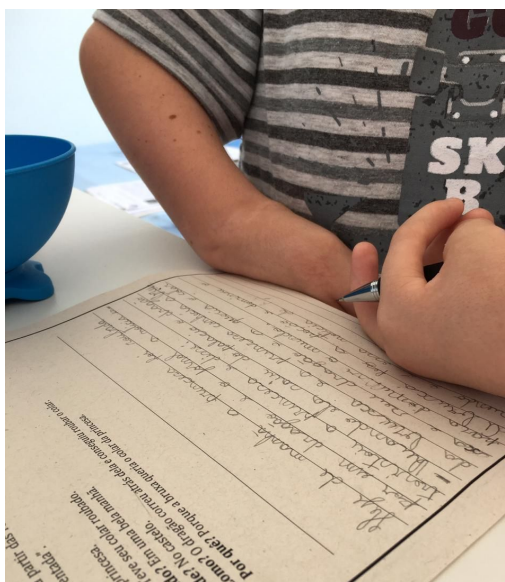


Figura 31 - Escrevendo. Fonte: Autora (2019).

Consegue realizar bem a atividade, mas ela se torna muito cansativa. Precisa fazer uma movimentação e força muito maior que a maioria das pessoas para escrever. Devido ao seu caráter de querer fazer tudo durante as aulas, acaba se desgastando para realizar as atividades.



Também se queixa de dores no dorso da mão que segura o lápis, na parte que fica em contato com a mesa.

### 3.7 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Para a continuidade do projeto foi necessária a escolha de se produzir um adaptador para escrita ou uma tesoura. O critério que levou à decisão é resultado da pesquisa, explicitado principalmente na lista de necessidades como na pesquisa do usuário.

O conteúdo levado em consideração é a premissa de que ao fabricar uma tesoura, haverá um maior benefício para possibilitar a autonomia do usuário. Visto que apesar de não ser ideal as circunstâncias atuais no desenvolvimento da sua escrita, ele ainda assim consegue escrever e ter um grau de independência para realizar a atividade. Já as circunstâncias que envolvem o uso da tesoura, mostram que sem o uso de um novo produto não há possibilidade do usuário ter autossuficiência na aplicação da tesoura. Portanto, esta foi a escolha do projeto a ser desenvolvido nesta pesquisa.

## 4. ERGONOMIA

A etimologia da palavra ergonomia é composta de duas palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis e regras) e a expressão começou a ser empregada em 1857 por Wojciech Jastrzebowski, um cientista polonês (Abrahão, et al, 2009). A Associação Brasileira de Ergonomia - ABERGO tem a seguinte citação como definição de ergonomia e função dos ergonomistas

“A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias,

princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema. Os ergonômistas contribuem para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.” (IEA - Associação Internacional de Ergonomia, 2000)

Sendo assim, a ergonomia envolve ações voltadas a aspectos físicos, cognitivos, sociais, organizacionais do ambiente de trabalho entre outros. Essas ações, envolvem o design ou ajuste de situações de trabalho para que sejam compatíveis com as capacidades e respeitem os limites do ser humano. Segundo Abrahão, et al (2009) a ergonomia física atenta a características antropométricas, fisiológicas e biomecânicas. Nesta categoria é onde ocorre o estudo de distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho e manuseio de materiais.

A antropometria estuda as medidas e distâncias de alcance do corpo humano. Na ergonomia é aplicada ao definir medidas de objetos, espaços ou ao identificar elementos que interfiram na movimentação e avaliar posturas e distâncias na zona de alcance de objetos do trabalho.

A biomecânica analisa princípios da física e da engenharia para observar e descrever as forças e movimentos envolvidos no trabalho, nas articulações, músculos, tendões e ossos. Segundo Frankel (2001), a biomecânica faz um pesquisa a mecânica da estrutura e do sistema do corpo inteiro, sendo uma especialidade multidisciplinar.

Referente a biomecânica do ombro, segundo Della Valle et al (2011), o ombro possui quatro articulações ele “liga o membro superior ao tronco e age em conjunto com o cotovelo para posicionar a mão no

espaço para a função eficiente.” Para as definições de amplitude de movimento do ombro são usadas as medidas de “flexão e extensão (elevação ou movimento do tórax no plano sagital), abdução (elevação no plano coronal) e rotação interna-externa (rotação axial do úmero com o braço mantido em uma posição aduzida).” (Figura 32).

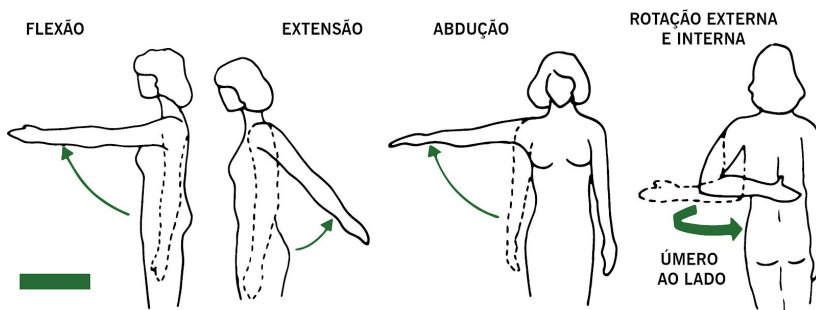


Figura 32 - Movimentos do ombro. Fonte: Adaptado de Nordin e Frankel (2011).

Relativo a biomecânica do cotovelo, segundo Jazrawi et al (2011), “o cotovelo é uma junta complexa que funciona como um fulcro para o sistema de alavanca do antebraço”, sendo responsável, em vínculo com ombro, para o posicionamento da mão no espaço. O composto da junta do cotovelo possibilita dois tipos de movimento (Figura 33), que são, flexão-extensão e pronação-supinação.

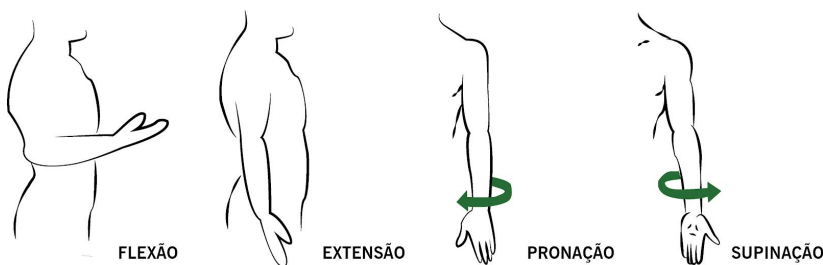


Figura 33 - Movimentos do cotovelo. Fonte: Autora (2019).

Concernente a biomecânica do punho e da mão, segundo E. Barr et al (2011), o punho é um agrupamento de ossos e estruturas de tecidos moles que ligam a mão ao antebraço. “Este complexo articular é capaz de um arco substancial de movimento, que aumenta a função da mão e dos dedos”. O punho pode ser considerado a chave para o desempenho da mão, atuando no posicionamento da mesma no espaço para a realização de atividades cotidianas. “A estabilidade do punho é essencial para o funcionamento apropriado dos músculos flexores e extensores dos dedos”.

A mão é valorizada por seu desempenho em atividades de preensão delicada até níveis de preensão expressivos. Formada com 19 ossos e 14 juntas, a mão finaliza a cadeia mecânica de alavancas que começa no ombro.

Os movimentos de preensão, de acordo com E. Barr et al (2011), “são aqueles que em que um objeto é pego ou mantido, parcial ou totalmente, dentro do compasso da mão.” Napier (1956) distinguiu dois movimentos de preensão na mão normal: a pegada de força e a pegada de precisão (Figura 34). Sendo a pegada de força “um ato forçado realizado com o dedo flexionado em todas as três juntas, de modo que o objeto seja mantido entre o dedo e a palma da mão”, com o polegar posicionado ao lado forçando o objeto para dentro da região palmar. A pegada de precisão “envolve a manipulação de pequenos objetos entre o polegar e as faces flexores dos dedos em uma maneira delicadamente controlada”. O punho para ao variar sua posição aumenta a área de manipulação.

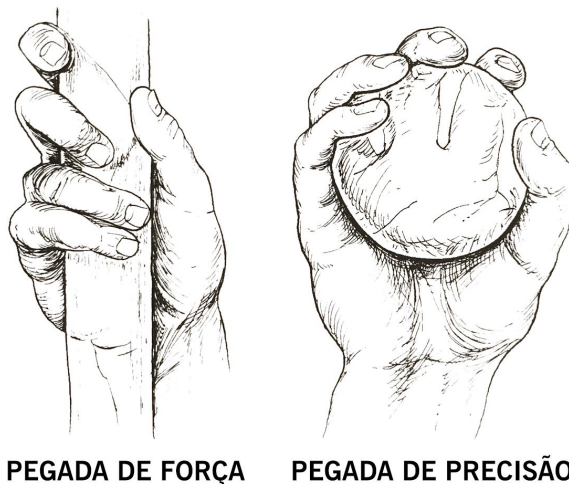
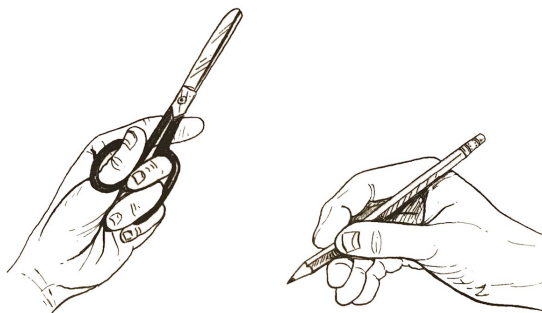


Figura 34 - Pegadas de força e precisão. Fonte: Adaptado Nordin e Margareta (2011).

A respeito da pegada de precisão, Capener (1956), classificou como uma variante o “tripé dinâmico”, nessa posição o polegar, o indicador e o dedo médio, entram em uma “ação dinâmica, trabalhando em íntima sinergia para o manuseio de precisão do objeto, enquanto os dedos anelar e mínimo são usados, em grande parte para o suporte e controle estático” (Figura 35). Mais algumas posições decorrentes do tripé dinâmico seriam as pegadas, que consistem em pegar um objeto com o polegar e o indicador, que seriam a pegada de de extremidade, pegada palmar, pegada lateral (de chave) e pegada de polpa.



## TRIPÉ DINÂMICO

Figura 35 - Tripé dinâmico. Fonte: Adaptado Nordin e Margareta (2011).

O manejo dos objetos também pode ser distinguido entre manejo fino e manejo grosseiro (Figura 36). O manejo fino ocorre na ponta dos dedos, tem como é atribuído para movimentos precisão e velocidade, mas com pequena força a ser realizada. No manejo grosseiro, os dedos têm a finalidade de prender, mantendo-se relativamente parados, e os movimentos partem do punho e braços. Este tipo de manejo permite que haja forças maiores, mas com velocidade e precisão menores que no manejo fino (Iilda, 2005).

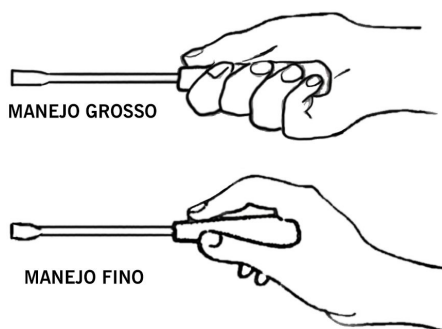


Figura 36 - Manejo grosso e fino. Fonte: Adaptado Iilda (2005).

Com o entendimento destes movimentos o pesquisador pode entender melhor quais são os requisitos e necessidades do usuário com artropose.

A partir da pesquisa ergonômica observou-se que a artropose que atinge diretamente as articulações do corpo humano, manifesta-se no caso do público alvo desta pesquisa da seguinte forma, ilustrada no quadro 3, a respeito dos movimentos e posições.

Quadro 3 - Observação de relação com usuário.

| <b>Membro</b> | <b>Movimento</b>        | <b>Observação</b>                   |
|---------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Ombro         | Flexão                  | Não desenvolve o movimento completo |
| Ombro         | Extensão                | Desenvolve o movimento parcialmente |
| Ombro         | Abdução                 | Não desenvolve o movimento          |
| Ombro         | Rotação interna-externa | Não desenvolve o movimento          |
| Cotovelo      | Flexão                  | Esta posição é fixa                 |
| Cotovelo      | Extensão                | Não desenvolve o movimento          |
| Cotovelo      | Pronação                | Não desenvolve o movimento          |
| Cotovelo      | Supinação               | Não desenvolve o movimento          |

|     |                    |                                     |
|-----|--------------------|-------------------------------------|
| Mão | Pegada de Força    | Não desenvolve o movimento          |
| Mão | Pegada de Precisão | Não desenvolve o movimento completo |
| Mão | Tripé Dinâmico     | Não desenvolve o movimento completo |
| Mão | Manejo Grosso      | Não desenvolve o movimento completo |
| Mão | Manejo Fino        | Não desenvolve o movimento completo |

Fonte: Autora (2019).

## 5. REQUISITOS DE PROJETO

Decorrente das pesquisas realizadas junto com as análises de concorrentes e das necessidades do usuário, formaram-se requisitos para o projeto para serem utilizados como guias que o projeto deve seguir para atender o resultado esperado. No quadro 4 apresentam-se os requisitos elaborados.

Quadro 4 - Requisitos de projeto

| <b>Requisito</b>   | <b>Objetivo</b>  | <b>Classificação</b> | <b>Origem</b>     |
|--|--|----------------------|-------------------|
| Autonomia para utilizar a tesoura e guiar o material a ser cortado | Ter o produto firme na mesa, para poder se utilizar com apenas duas mãos | Obrigatório          | Análise da Tarefa |



|                    |  |             |  |
|--------------------|--|-------------|--|
| Ergonômico         | Ter formas e tamanhos que sejam adaptados ao corpo do usuário. | Obrigatório | Lista de verificação e Ergonomia           |
| Seguro             | Possuir forma que não machuque o usuário                       | Obrigatório | Análise diacrônica.                        |
| Fabricação Digital | Ser fabricado utilizando produção automatizada                 | Obrigatória | Fundamentação teórica - Fabricação Digital |
| Não chamativo      | Mesclar-se entre os demais materiais escolares                 | Desejável   | Análise Sincrônica                         |
| Baixo Custo        | Estar abaixo do preço de mercado dos produtos de TA.           | Desejável   | Pesquisa com usuário                       |

Fonte: Autora (2018).

## 6. GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Seguindo a metodologia *Design Science Research*, a respeito da geração de alternativas que é nominada na metodologia como proposição de artefatos. Dresh, Lacerda e Antunes (2015), dizem que nesta etapa “o pesquisador irá propor os artefatos, considerando essencialmente a sua realidade, o contexto de atuação, a sua

viabilidade, etc.” As proposições surgem a partir dos conhecimentos adquiridos durante a pesquisa em conjunto com a criatividade. Nesta pesquisa destaca-se a geração das alternativas a partir da utilização da fabricação digital, pela necessidade de se ter modelos físicos para realizarem-se testes e adaptações e chegar a um resultado final.

## 6.1 TESOURA MOLA

A primeira proposta foi de continuar utilizando o sistema de Tesoura-Mola (figura 22, análise sincrônica) para não alterar o sistema já utilizado. Para o desenvolvimento do sistema foi realizado uma série de testes para saber qual material utilizar.

O primeiro ponto de decisão foi escolher um modelo de tesoura. Decidiu-se optar por modelos de tesoura escolar pela segurança, contexto e pela idade do usuário. Ao avaliar três diferentes marcas de tesoura escolar decidiu-se utilizar o modelo de tesoura da Tramontina (Figura 37), por ter uma qualidade superior e espaço entre as lâminas que facilita o movimento de abrir e fechar da tesoura. No projeto os cabos de pega da tesoura foram descartados, visto são desnecessários, mantém-se porém o uso das lâminas da tesoura.



Figura 37 - Tesoura Tramontina. Fonte: [kalunga.com.br/prod/tesoura-escolar-13cm-s-ponta-aco-25901-105-tramontina/674735](http://kalunga.com.br/prod/tesoura-escolar-13cm-s-ponta-aco-25901-105-tramontina/674735). Acesso 2019.

Para o funcionamento do sistema de tesoura-mola o segundo ponto a ser avaliado foi a escolha da mangueira que funciona como a alavanca para a abertura automática da tesoura. Foram analisados sete modelos diferentes de cabos e mangueiras listados na figura 38. Sendo os exemplos 1 e 2 cabos de energia, que operaram como alavanca mas devido a quantidade de fios de cobre no interior o resultado da abertura deu-se muito devagar.

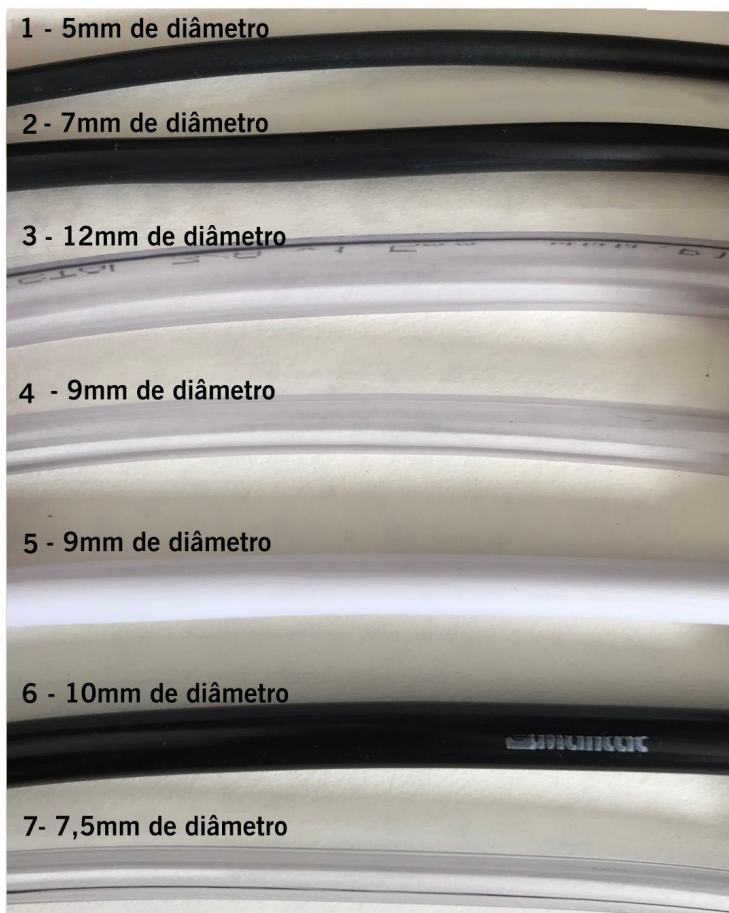


Figura 38 - Mangueiras. Fonte: Autora (2019).

As mangueiras 3, 4 e 5 tratam-se de mangueiras de plástico. Percebe-se que o efeito deste material também no começo as mangueiras funcionaram como alavanca, mas no decorrer do uso elas acabam dobrando e marcando (figura 39), em tal caso a eficácia da alavanca diminui significativamente.



Figura 39 - Mangueira dobrada. Fonte: Autora (2019).

Já as mangueiras 6 e 7 tem como material o silicone, que tem o mesmo efeito de alavanca do plástico mas não dobra, portanto o efeito de alavanca permanece depois de utilizar diversas vezes. Também notou-se que ao utilizar um comprimento menor da mangueira o movimento de alavanca se intensifica.

Considerando esses fatores, decidiu-se que a melhor mangueira para o projeto seria a mangueira de silicone 7 com diâmetro de 7.5mm, entre os modelos 6 e 7 a escolha do 7 se deu por a mangueira ter um diâmetro menor, por dar mais oportunidades de desenvolvimento no projeto, pois há um espaço limitante para o fechamento completo das lâminas da tesoura, de aproximadamente 5mm (Figura 40).



Figura 40 - Espaço entre as lâminas da tesoura. Fonte: Autora (2019).

Com a realização dos testes (Figura 41) o modelo final da tesoura mola é a combinação das lâminas da tesoura tramontina e a mangueira de silicone 7 utilizando 250mm de mangueira.



Figura 41 - Testes de tesouras e mangueiras. Fonte: Autora (2019).

## 6.2 SUPORTE PARA TESOURA

Com o sistema de tesoura-mola funcionando, a próxima etapa é decidir como fixar a tesoura na mesa, com o objetivo de ter as duas mãos livres para realizar a tarefa de corte.

Para atestar o que realmente o usuário necessita é uma tesoura-mola fixa na mesa, foram construídos três protótipos (Figura 42) utilizando ferramentas manuais, e realizado testes com o usuário (Figura 43).

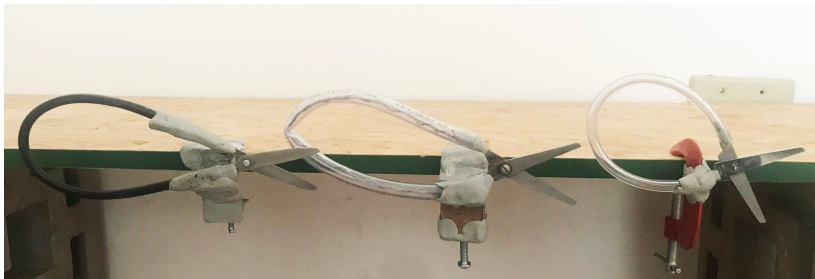


Figura 42 - Protótipos manuais. Fonte: Autora (2019).



Figura 43 - Teste com o usuário. Fonte: Autora (2019).

Realizados os testes, viu-se primeiramente que uma tesoura com sistema da tesoura-mola fixa na mesa poderia ser eficiente para realizar atividades de corte. O usuário deu o retorno de ser mais confortável não ter nenhuma base no local onde ele posiciona a mão para o recorte, e de ser mais confortável apenas a mangueira de silicone.

Com essas respostas, inicia-se a criação e prototipação de modelos a serem impressos utilizando tecnologia aditiva de impressão 3D. Foram desenvolvidos 4 alternativas (Figura 44) diferentes durante a etapa de proposição de artefatos do suporte para a tesoura.

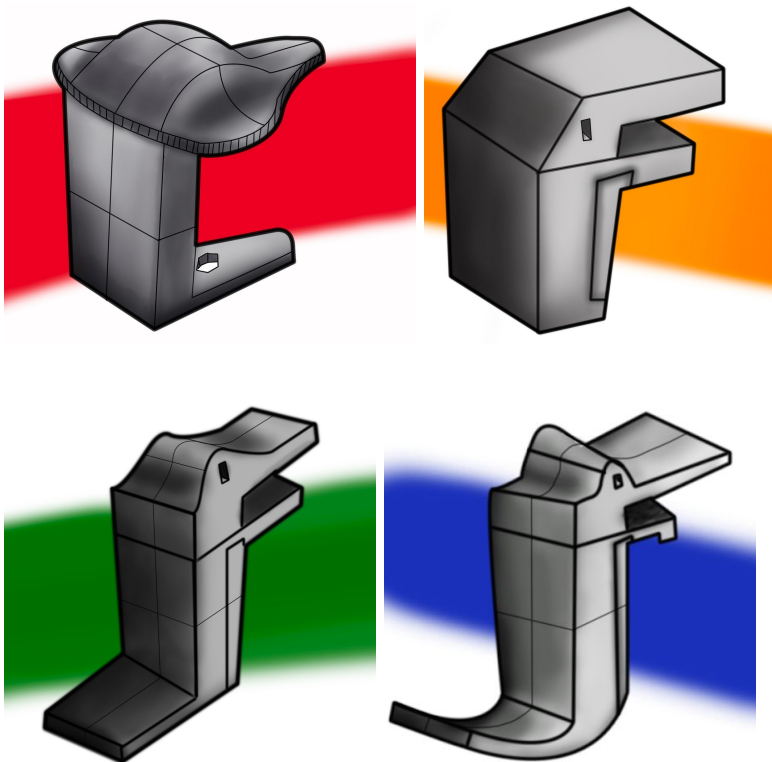


Figura 44 - *Sketches* dos 4 modelos. Fonte: Autora (2019).

A respeito do primeiro modelo, a forma surge da ideia de se ter, assim como realizado no teste, um suporte para a tesoura que se prende com um parafuso em um mecanismo como o da ferramenta sargento.

O modelo 1 (Figura 45) tem 6 peças, sem contar a tesoura. Duas peças que são encaixes uma para ligar a lâmina da tesoura na

mangueira e outra com a mesma finalidade mais conectar a tesoura no modelo. Outras duas que são uma porca e um parafuso e por fim duas peças que se juntam para formar o modelo principal, a separação delas possibilita o encaixe de outras duas peças a porca e uma das peças de encaixe para conectar a tesoura no modelo.

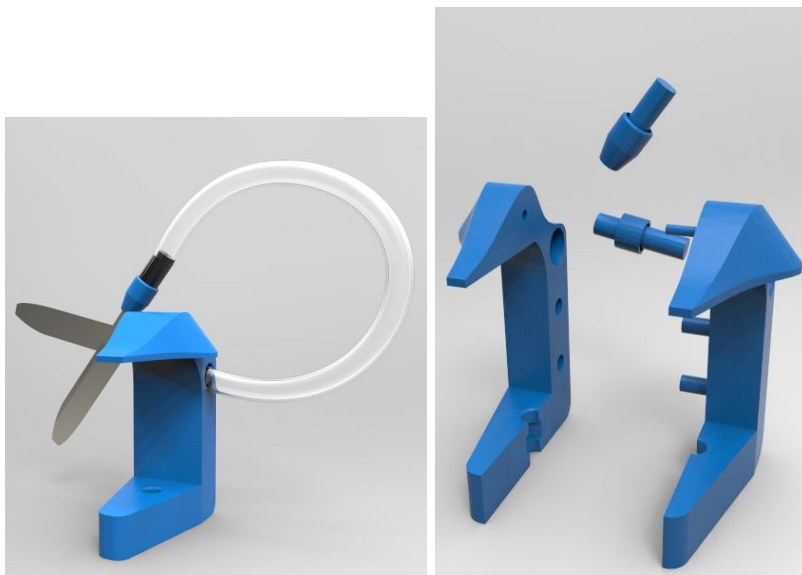


Figura 45 - *Rendering* do modelo 1. Fonte: Autora (2019).

Em relação ao modelo 1, ao manusear o protótipo feito em impressão 3D (Figura 46), percebeu-se que o esquema de girar o parafuso não é adequado, dado que apesar de conseguir girar o parafuso (parafuso com alavanca), não tem força o suficiente para finalizar a fixação e prensar o parafuso na mesa.



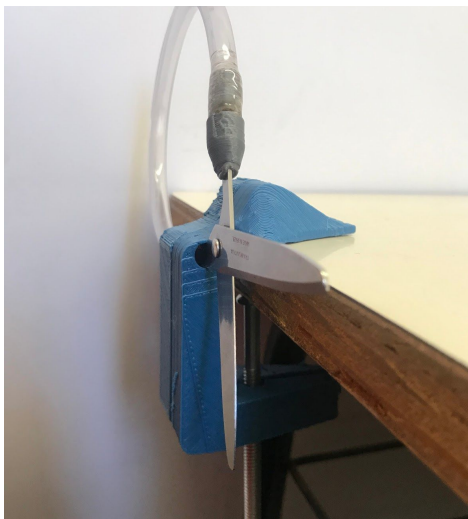


Figura 46 - Protótipo do modelo 1. Fonte: Autora (2019).

Analisado que a maneira de fixar como a de um “sargento” não seria adequada para proporcionar a independência do usuário. Parte-se para uma nova alternativa de fixação inspirada nos suportes de telefone para celular (Figura 47).



Figura 47 - Suporte de celular para carro. Fonte: [pontofrio.com.br/automotivo/acessoriosautomotivos/suporte-de-bicicleta-para-carro/suporte-de-celular-veicular-para-saida-de-ar-4316869](http://pontofrio.com.br/automotivo/acessoriosautomotivos/suporte-de-bicicleta-para-carro/suporte-de-celular-veicular-para-saida-de-ar-4316869). Acesso: maio de 2019.

O modelo 2, passa a usar um mecanismo com mola, onde a mola faz a pressão do suporte na tesoura na mesa. A primeira formatação do modelo 2 envolviam 10 peças (Figura 48). Ao julgar a montagem das peças, notou-se que não era interessante ter tantos encaixes nas peças que haviam sido impressas. Nisso o modelo 2 é ajustado e passa a ter 8 peças. Sendo elas dois extensores e duas molas, uma peça de encaixe para ligar a lâmina da tesoura a mangueira, uma peça superior que contém espaços para encaixar a lâmina e a mangueira, e duas peças inferiores que tem abertura para embutir os extensores e as molas (Figura 49).

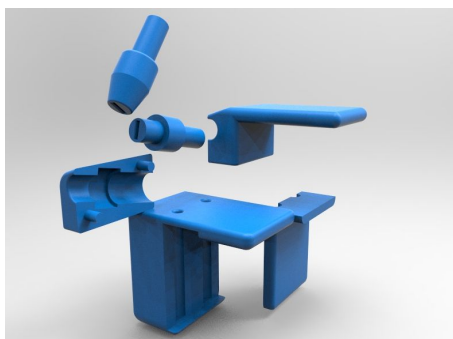


Figura 48 - Modelo 2 com 10 peças. Fonte: Autora (2019).

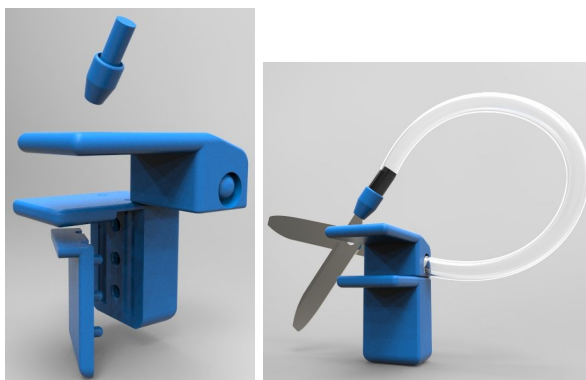


Figura 49 - Modelo 2 com 8 peças. Fonte: Autora (2019).

Depois de se ter o modelo impresso e montado, percebeu-se que o encaixe para colocar a lâmina e a mangueira não eram eficazes. Do mesmo modo constatou-se que o mecanismo de mola é uma solução eficaz para a fixação na mesa. A respeito da peça superior, notou-se que o apoio para a mesa era curto demais e da peça inferior que não possuía nenhuma pega adequada para o usuário manusear a peça (Figura 50).

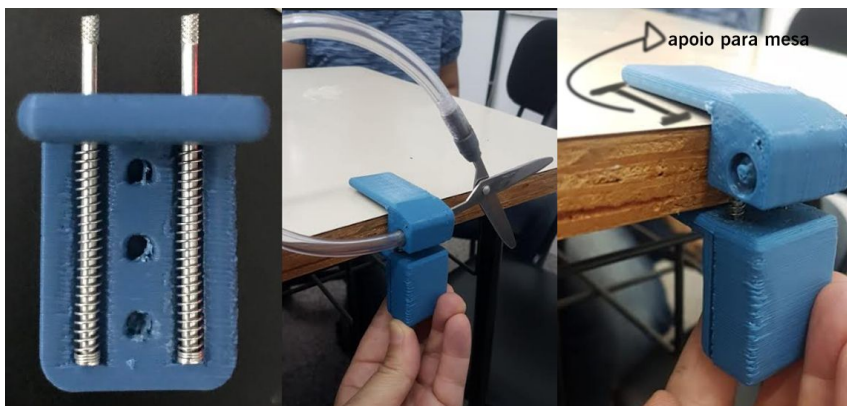


Figura 50 - Protótipo do modelo 2. Fonte: Autora (2019).

O modelo 3 teve duas versões. Comparando-se com o modelo 2 teve a primeira modificação na peça inferior a criação de um ponto de apoio para a mão fazer força para abrir a peça e comprimir a mola. Como segunda modificação ocorreu no encaixe para a lâmina e a mangueira aproximando a tesoura da mesa, para dar mais firmeza no corte. Ao serem feitas essas modificações, o artefato passou a ter uma forma lúdica que remete ao animal jacaré (Figura 51). O modelo 3 utilizou outro tipo de mola com uma força maior, ao se optar trabalhar com apenas uma mola foi o que levou as duas versões uma de 6 peças e outra de 8. A versão de 6 peças contou com o conector da lâmina na mangueira, um parafuso modificado, uma mola, duas partes inferiores e uma superior (Figura 52). Nessa versão o parafuso

não segurava o suficiente a mola e o encaixe do parafuso na parte superior não era suficientemente estável.

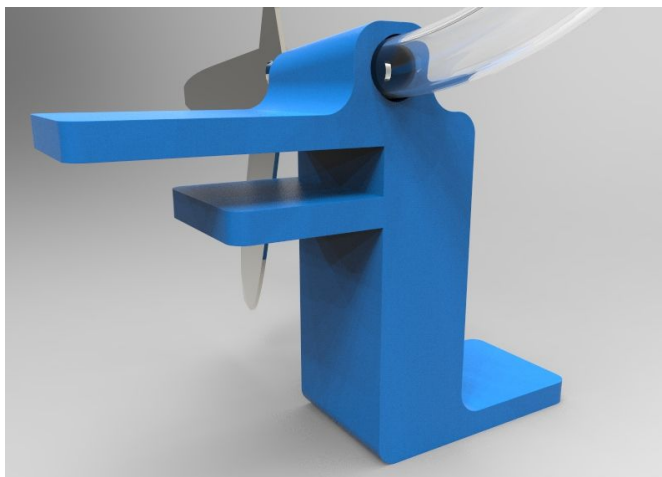


Figura 51 - Modelo 3. Fonte: Autora (2019).



Figura 52 - Modelo 3 versão 1. Fonte: Autora (2019).

A segunda versão do modelo 3 (Figura 53), alterou-se ao utilizar um parafuso com a cabeça quadrada para impedir de o parafuso rotacionar dentro do produto, e utilizou uma porca para prender a parte superior no parafuso. Sendo assim as duas peças a mais na

segunda versão foram a porca e uma tampa para fechar a parte superior da peça (Figura 54).

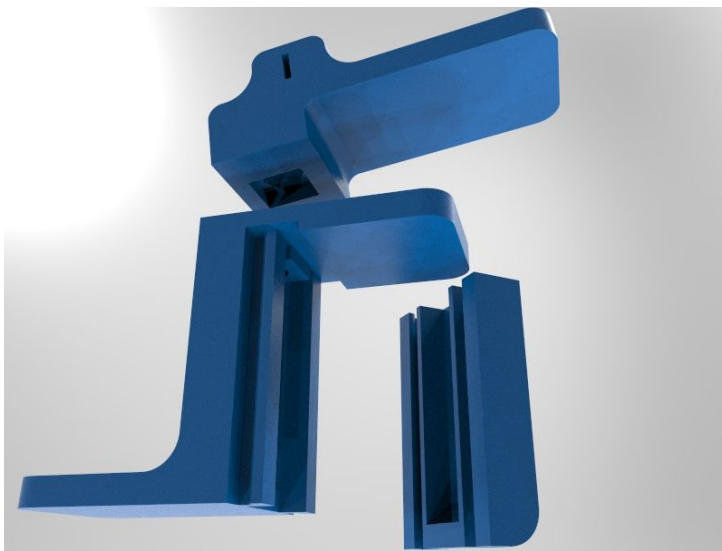


Figura 53 - Modelo 3 versão 2. Fonte: Autora (2019).

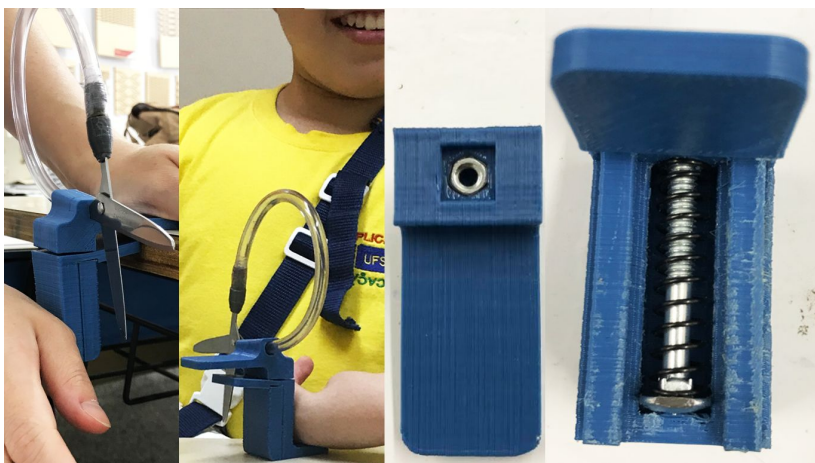


Figura 54 - Protótipo modelo 3 versão 2. Fonte: Autora (2019).

Ao realizar testes do modelo 3, avaliou-se que a utilização do produto para realizar o corte estava funcionando muito bem assim como o momento de retirar o produto da mesa. Porém a dificuldade apresentava-se no momento de abrir o objeto para fixá-lo na mesa (Figura 55).



Figura 55 - Modelo 3 versão 1. Fonte: Autora (2019).

Por fim o modelo 4 com duas versões uma de 7 e outra de 8 peças. Para ajudar o momento de realizar a força para fixar o produto na mesa aumentou-se o apoio inferior para a mão e formatou-se o apoio em curva. Também foi acrescentada uma peça de EVA (Emborrachado Vinil Acetílico) no apoio para a mão, para aumentar o conforto. Adicionaram-se também duas saliências a forma do objeto para ajudar a estabilizar a parte inferior rente a mesa (Figura 56).



Figura 56 - Modelo 4 e protótipo. Fonte:Autora (2019).

As diferenças entre as duas versões expressaram-se em uma utilizar duas molas com menor força (Figura 57) e na outra ao utilizar apenas uma mola com uma força maior (Figura 58). Na versão com as molas de menor força foi acrescentado peças de EVA para aumentar a fixação na mesa.

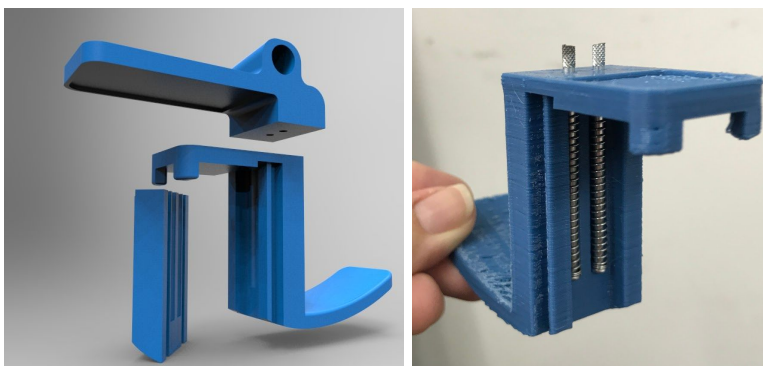


Figura 57 - Modelo 4 mola com de menor força. Fonte: Autora (2019).

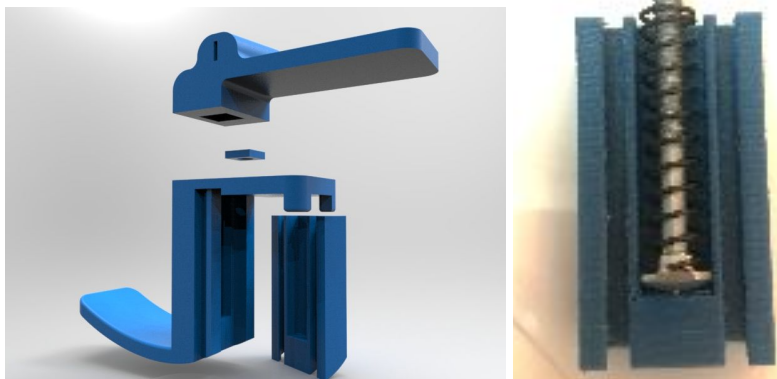


Figura 58 - Modelo 4 mola com maior força. Fonte:Autora (2019).

Ao ser realizado o teste com o usuário, percebeu-se que o as alterações da forma do modelo 4 ajudaram significativamente a realizar a fixação do objeto, mas a versão com a mola de maior força ainda era pesada demais para o usuário. Ao utilizar a versão de duas molas pequenas o usuário conseguiu utilizar o produto em todas as suas fases de fixar o artefato na mesa, realizar o corte e por fim retirar-lo (Figura 59).



Figura 59 - Teste do modelo 4 com usuário. Fonte: Autora (2019).



## 6.3 MEMORIAL DESCRITIVO

De acordo com Pazmino (2013), o memorial descritivo é a documentação que apresenta o detalhamento com as características do artefato desenvolvido.

### 6.3.1 Fator Estético e Simbólico

O produto desenvolvido foi uma tesoura mola com suporte para mesa. Por ser um produto desenvolvido para uma criança, sua forma tem um conceito lúdico ao refletir o corpo de um animal, o jacaré. Para reforçar a ideia a peça é impressa em PLA (plástico de poliácido láctico) de cor verde. Para trazer conforto e reforçar a faixa etária infantil do produto as arestas, viáveis para a fabricação, foram arredondadas (Figura 60 e Figura 61).

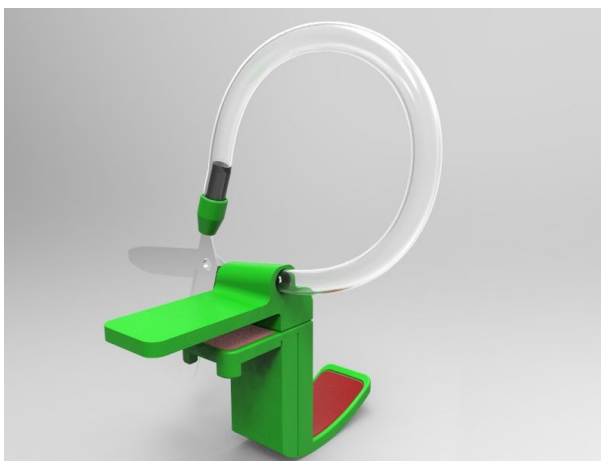


Figura 60 - Rendering da tesoura mola com suporte de para mesa 1. Fonte: Autora (2019).

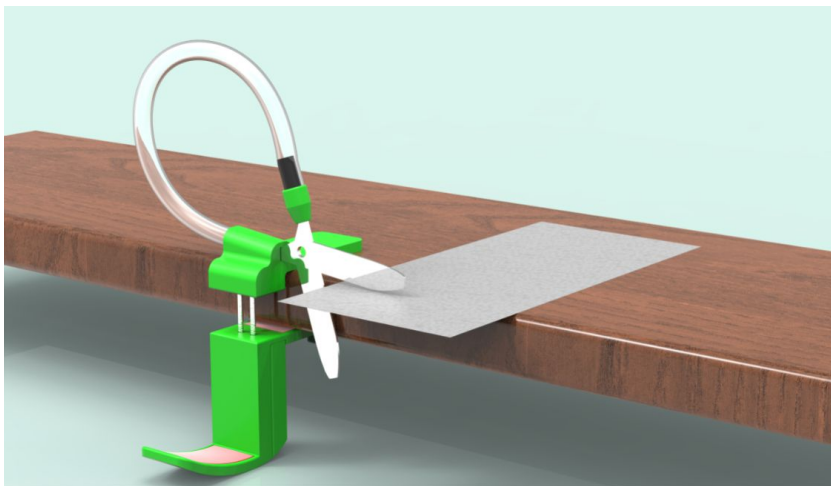


Figura 61 - Rendering da tesoura mola com suporte de para mesa 2. Fonte: Autora (2019).

### 6.3.2 Fator Estrutural e Funcional

Durante a geração de alternativas buscou-se principalmente criar uma peça funcional, onde o usuário pudesse realizar as tarefas de corte com a maior autonomia possível. Nisso, chegou-se no resultado final de uma tesoura-mola e um suporte para acoplar a peça na mesa.

A dimensão final do produto é de 158 mm de largura por 165 mm de altura e 122 mm de profundidade. Possui 67 gramas e 13 componentes listados na figura 62. Os desenhos técnicos podem ser consultados no apêndice B.

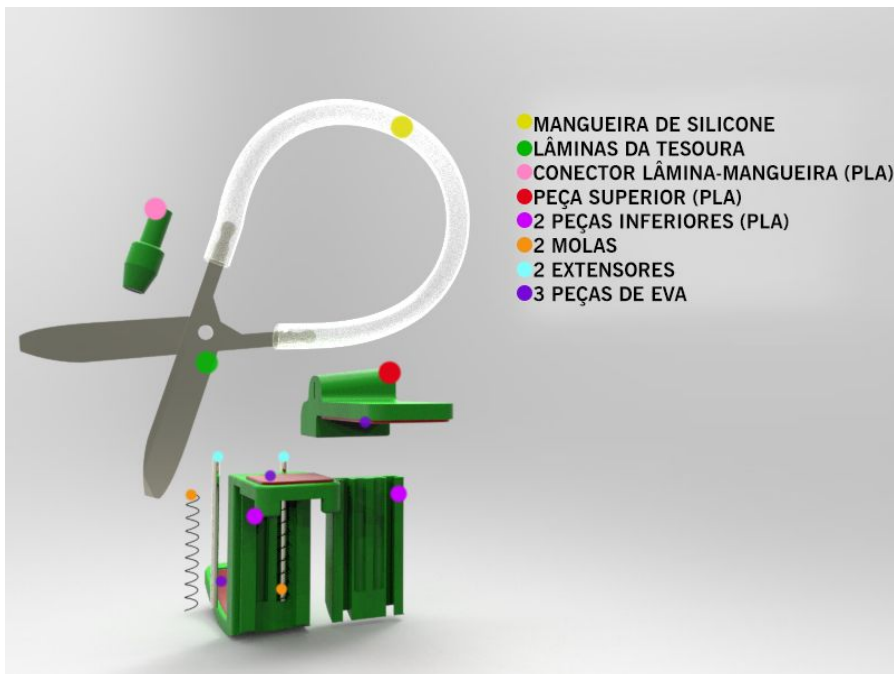


Figura 62 - Vista explodida da tesoura mola com suporte para mesa. Fonte: Autora 2019.

### 6.3.3 Fabricação do Artefato

As peças do suporte que foram desenhadas em *software* de modelagem 3D, o *software* utilizado foi o Rhinoceros e as peças foram arquivadas em modelo STL e projetadas à serem impressas em máquina de impressão 3D. O material utilizado para a impressão 3D foi o PLA. A impressão das 4 peças levaram em torno de 2 horas e utilizaram aproximadamente 55gr de PLA. As peças de EVA foram cortadas com máquina de corte a laser seguindo as medidas exatas da peça.

Com as impressões prontas, o produto passa pela etapa de montagem onde que colocam-se os extensores e molas no interior da peça. Há

então o fechamento da peça e encaixe das demais peças, para finalizar é colado os implementos de EVA com cianoacrilato.

A fabricação deste artefato pode ser replicada em qualquer lugar com acesso as tecnologias de fabricação digital, e acesso aos materiais descritos. Produto fabricado ilustrado na figura 63.

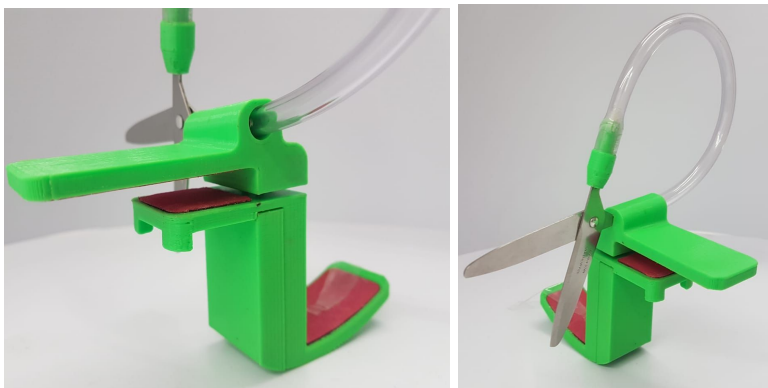


Figura 63 - Produto fabricado. Fonte: Autora 2019.

## 7. CONCLUSÃO

Ao finalizar o projeto, conclui-se que a criação de produtos adaptados para pessoas com deficiência beneficia a autonomia do usuário. A fabricação digital é uma excelente ferramenta de desenvolvimento projetual para o design de peças de Tecnologia Assistiva. Por ser imprescindível a realização de vários testes para se chegar em um produto funcional e personalizado, a fabricação digital tem essa agilidade de oferecer protótipos com medidas precisas e de qualidade apropriada. Ao projetar-se para o uso de tecnologias de fabricação digital a reprodução do produto pode ser feita em qualquer lugar em que se tenha acesso a essas tecnologias.

Com esta pesquisa, entende-se que os conhecimentos que concernem ao usuário adquiridos por uma equipe multidisciplinar da área do design, educação especial e terapia ocupacional, sobretudo a respeito das limitações e perfil do usuário são fundamentais para o desenvolvimento e resultado do projeto.

O projeto completou-se no desenvolvimento de uma tesoura-mola com suporte para mesa, para uma criança com artrogripose. Através dessa pesquisa e do uso da fabricação digital, poderiam ser realizados outros objetos do cotidianos adaptados para o usuário.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, JÚLIA, et al. Introdução à Ergonomia: da prática à teoria. São Paulo: Blucher, 2009.

Alves PVM, Zhao L, Patel PK, Bolognese AM. Arthrogryposis: diagnosis and therapeutic planning for patients seeking orthodontic treatment or orthognathic surgery. J Craniofac Surg. 2007.

Baxter, Mike. Projeto de Produto - Guia prático para o design de novos produtos. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2000.

BROUARD, E. Ardoises. In: BUISSON, F. (Org.). Dictionnaire de pédagogie et instruction primaire. Paris: Librairie Hachette et Cie, 1911

Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, 2012, Brasília, Presidência da República Secretaria de Direitos Humanos Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel; ANTUNES JÚNIOR, José. Design Science Research. 2015.

DELLA VALLE et al, in Biomecânica básica do sistema musculoesquelético / Margareta Nordin, Victor H. Frankel; [tradução Antônio Carlos Martins Pedroso]. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

FORMOSO, in DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel; ANTUNES JÚNIOR, José. Design Science Research. 2015.

IIDA. Itiro Ergonomia: projeto e produção. Ed. E. Blucher, 2005.

IDEAPRACTICES. Disponível em: . Acesso em: 22 jun. 2016.

KOLAVERIC, B. Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing. Oxford: Taylor & Francis, 2005. 314 p. ISBN 0-415-27820-1.

NORDIN, Margareta e FRANKEL, Victor H. Biomecânica básica do sistema musculoesquelético [tradução Antônio Carlos Martins Pedroso]. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MOTTA, Geraldo e BARROS, Tarcísio. Ortopedia e traumatologia. 2018.

PAZMINO, Ana Veronica. Como se cria: 40 métodos para design de produtos. São Paulo: Blucher, 2013.

PUPO, Regiane Trevisan. A inserção da PROTOTIPAGEM E FABRICAÇÃO DIGITAIS no processo de projeto: um novo desafio para o ensino de arquitetura. Campinas, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas

RADABAUGH, Mary Pat. Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities - A report to the president and the congress of the United State, National Council on Disability, Março 1993.

SDH, 2010. Disponível em: Acesso em: 22 jun. 2016.

SCHODEK et al, 2005. Digital Design and Manufacturing cad/cam applications in architecture and Design. New Jersey.



SVARTMAN et Al. Artrogripose múltipla congênita Revisão de 56 pacientes. Rev. bras. ortop; jan.-fev. 1995.

VOLPATO, Neri et al. Prototipagem Rápida: Tecnologias e aplicações. São Paulo: ed. Blucher, 2007.

II Seminário Nacional de Informática na Educação, promovidos pela SEI, MEC e CNPq, em 1981, em Brasília

<http://www.mnsuprimentos.com.br/menu/> (Setembro, 2017)

<https://www.band-it-idex.com/en/about/history> (março,2019)

[historiadetudo.com/tesoura](http://historiadetudo.com/tesoura) (março,2019)

[faber-castell.com.br/Curiosidades/HistoriaDoLapis](http://faber-castell.com.br/Curiosidades/HistoriaDoLapis) (março,2019)

[englishlistening.rocks/the-history-of-pencils](http://englishlistening.rocks/the-history-of-pencils) (março,2019)

[super.abril.com.br/ciencia/como-surgiu-cola-e-o-ziper](http://super.abril.com.br/ciencia/como-surgiu-cola-e-o-ziper) (março,2019)

[megacurioso.com.br/historia-e-geografia/45212-veja-a-evolucao-das-tesouras-pelos-seculos-e-seus-diferentes-modelos.htm](http://megacurioso.com.br/historia-e-geografia/45212-veja-a-evolucao-das-tesouras-pelos-seculos-e-seus-diferentes-modelos.htm) (março,2019)

[super.abril.com.br/mundo-estranho/como-surgiu-a-caneta](http://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-surgiu-a-caneta)  
(março,2019).

[lapiseirapentel.com.br/a-historia-da-lapiseira](http://lapiseirapentel.com.br/a-historia-da-lapiseira) (março,2019)

[thoughtco.com/how-do-pencil-erasers-work-604298](http://thoughtco.com/how-do-pencil-erasers-work-604298) (março,2019)

[officemuseum.com/paper\\_clips.htm](http://officemuseum.com/paper_clips.htm) (março,2019)

[smithsonianmag.com/arts-culture/the-history-of-the-lunch-box-98329938](https://www.smithsonianmag.com/arts-culture/the-history-of-the-lunch-box-98329938) (março,2019)

[elmers.com/about/deep-roots](https://www.elmers.com/about/deep-roots) (março,2019)

[telegraph.co.uk/news/uknews/5874094/Pritt-Stick-celebrates-its-40th-birthday.html](https://www.telegraph.co.uk/news/uknews/5874094/Pritt-Stick-celebrates-its-40th-birthday.html) (março,2019)

[thisables.com](https://www.thisables.com) (Acesso 27/03/2019)

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, RAIANE DE SOUZA SCHLICKMANN,  
 Identidade 3549287-2. Após ter sido devidamente  
 informada dos aspectos da pesquisa e ter esclarecido as minhas  
 dúvidas, declaro para os devidos fins que autorizei meu ente a  
 participar da pesquisa intitulada “**Uso Da Fabricação Digital No  
 Desenvolvimento De Artefato Para Usuário Com Artrogrípore**”,  
 realizada na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no  
 período de agosto de 2018 a junho de 2019. Desenvolvida por Clara  
 Andrezza sob a orientação da Professora Dra. Regiane Trevisan  
 Pupo, permitindo que sejam usados integralmente ou em partes, sem  
 restrições de prazo e citações. Da mesma forma, autorizo a consulta e  
 o uso das referências em outras pesquisas e publicações e permito  
 também a utilização e divulgação das fotografias de meu ente.  
 Declaro ter conhecimento de que poderia desistir de participar a  
 qualquer momento. Estou ciente de que a participação nesta pesquisa  
 não oferece risco ou prejuízo à pessoa acompanhada. Autorizo a  
 utilização das fotografias. Abduco direitos autorais meus e de meus  
 descendentes.

03/07/2019

Clara Andrezza

Clara Andrezza

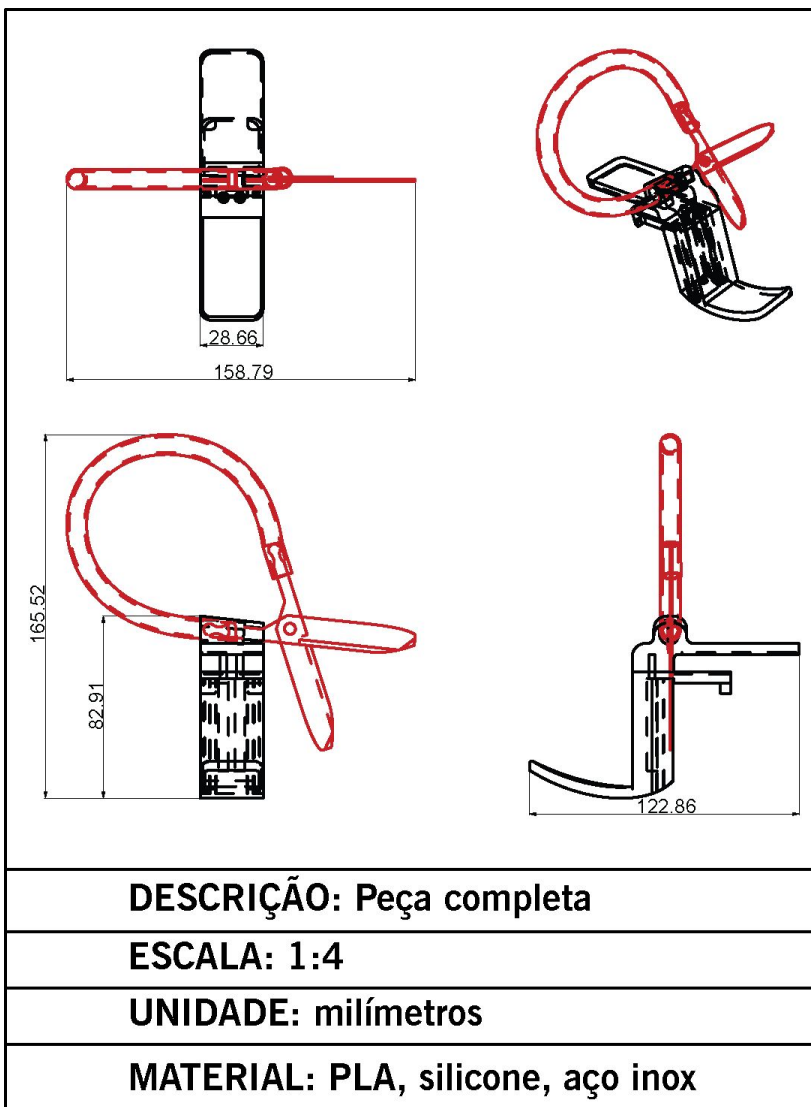
Anthony Colombo

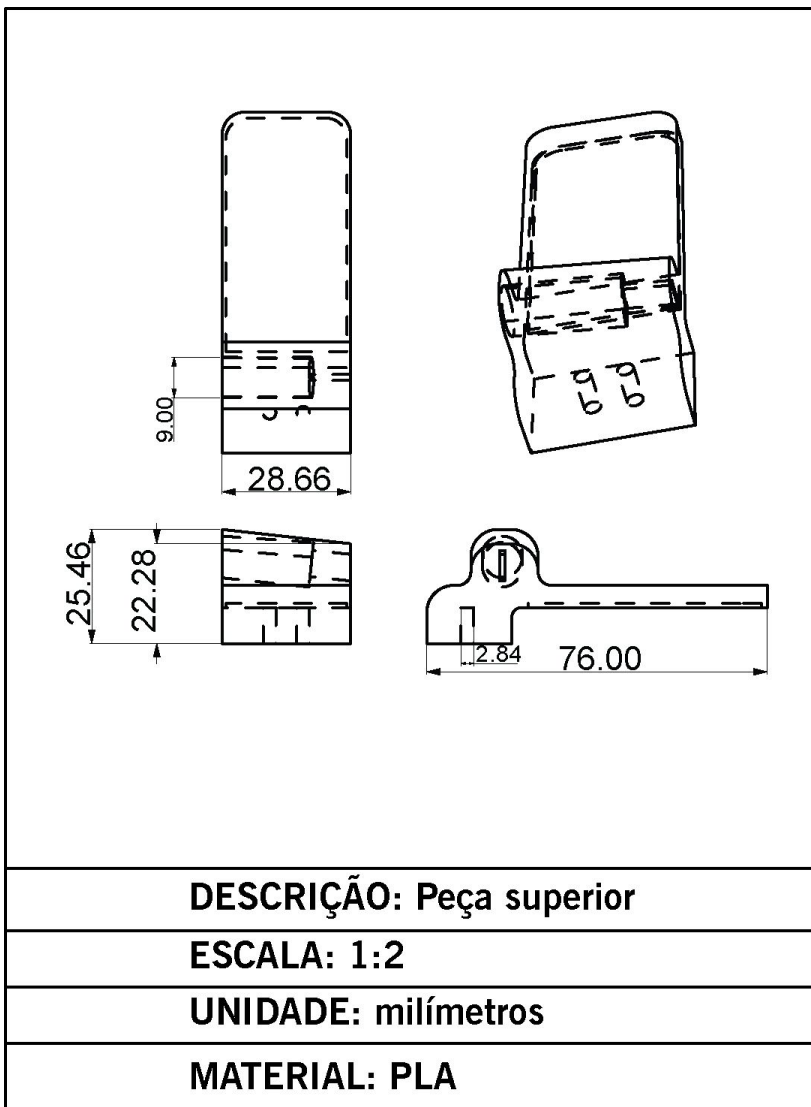
Participante da Pesquisa

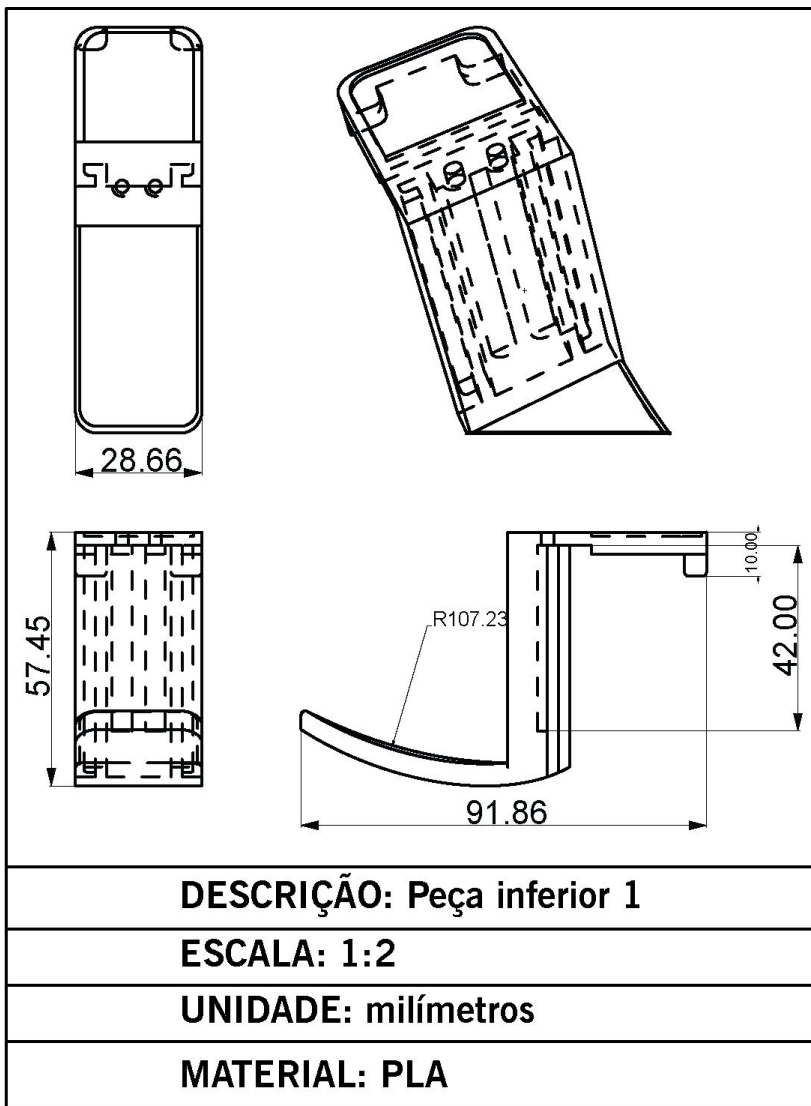
Ashelei ckmann

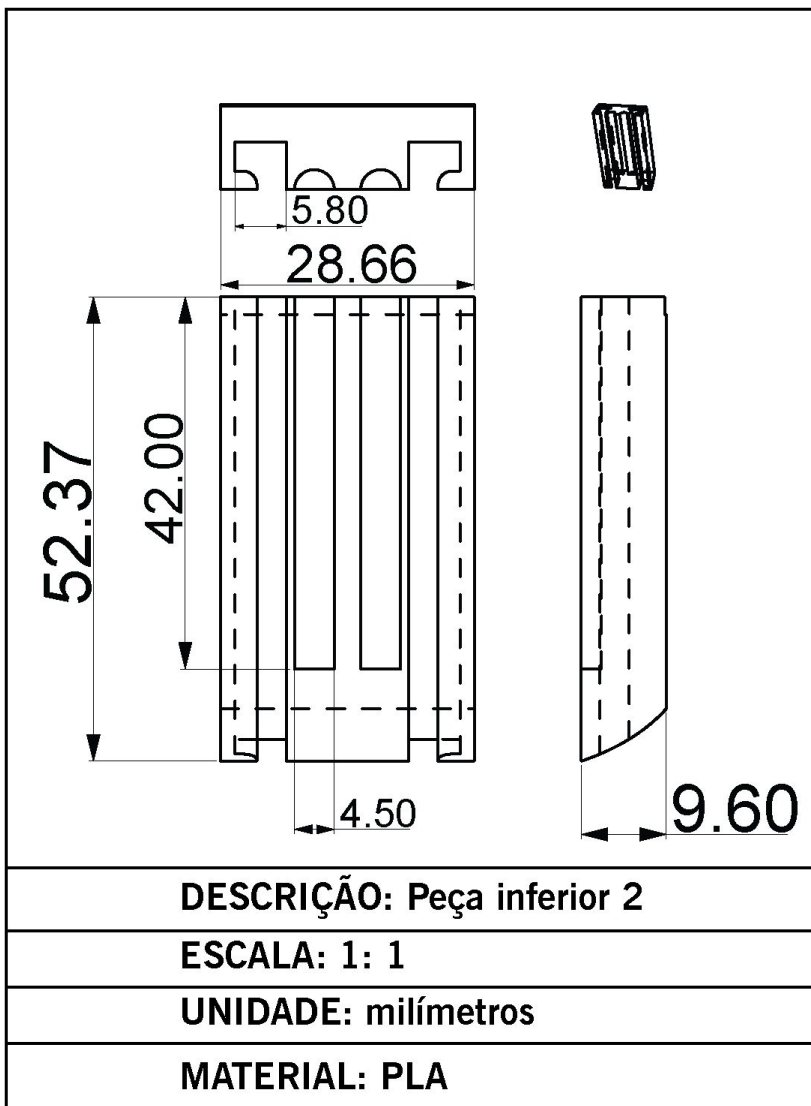
Pais ou Responsáveis

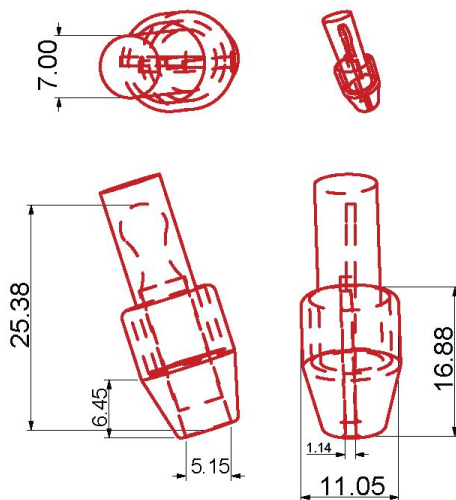
## APÊNDICE B











**DESCRIÇÃO:** Conector lâmina-mangueira

**ESCALA:** 1:1

**UNIDADE:** milímetros

**MATERIAL:** PLA