

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE DESIGN**

**UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS 3D PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA
PRÓTESE PERSONALIZÁVEL**

AMANDA DE SOUZA

**CRICIÚMA
2017**

AMANDA DE SOUZA

**UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS 3D PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA
PRÓTESE PERSONALIZÁVEL**

Relatório Científico apresentado para a
disciplina TCC do curso de Design de Produtos
da Universidade do Extremo Sul Catarinense –
UNESC

**CRICIÚMA
2017**

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	5
1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
3 METODOLOGIA	8
3.1 DISCOVER.....	8
3.1.1 PESQUISA LIVRE ACERCA DO TEMA.....	9
3.1.2 PROBLEMATIZAÇÃO	9
3.1.3 PESQUISA DE NECESSIDADES.....	10
3.1.4 PESQUISA IMAGÉTICA.....	11
3.2 DEFINE	11
3.2.1 PÚBLICO ALVO	12
3.2.2 CONCEITO	13
3.2.3 MAPA CONCEITUAL	14
3.2.4 PAINEL SEMÂNTICO.....	14
3.3 DEVELOP	16
3.3.1 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	16
3.4 DELIVER.....	20
3.4.1 PRODUTO FINAL.....	20
3.4.1 MODELAGEM DIGITAL	20
3.4.2 EXEMPLO DE COMERCIALIZAÇÃO DA PRÓTESE PROPOSTA	21
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método Double Diamond.....	8
Figura 2 – Análise sincrônica	10
Figura 3 – Pesquisa imagética	11
Figura 4 – Painel Semântico	15
Figura 5 – Geração de alternativas	17
Figura 6 – Seleção de alternativas mais humanizadas.	18
Figura 7 – Refinamento de alternativas, maior área personalizável.....	19
Figura 8 – Alternativa escolhida para reprodução.....	19
Figura 9 – Modelagem digital do modelo escolhido	21
Figura 10 – Modelagem digital do modelo escolhido.	21

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Distribuição dos pacientes amputados segundo a idade..... 12
- Tabela 2 – Distribuição dos doentes segundo o nível de amputação.**Erro! Indicador não definido.**

1 INTRODUÇÃO

O Design possui uma ampla aplicabilidade, permitindo a criação dos mais variados produtos centrados nas necessidades das pessoas e exigências do mercado atual (LÖBACH, 2001). Ferramentas como as tecnologias de impressão e digitalização 3D permitem a criação de diversos produtos e objetos, desde os mais simples até os mais complexos, sem muitas dificuldades. Nos setores da saúde, ferramentas como essas, oferecem uma grande inovação ao permitirem a produção de implantes, tecidos orgânicos e até próteses para reconstruir partes do corpo e produtos para facilitar a vida de pessoas com algum tipo de deficiência.

A empregabilidade do Design como forma de solucionar problemas e melhorar a qualidade de vida das pessoas é de grande importância. Segundo Cruz (2010), “o design de um produto deve, em muitas circunstâncias, ter em conta as mudanças físicas e cognitivas inevitáveis durante a nossa vida, permitindo o seu emprego pelo maior leque possível de pessoas”. Esse trabalho teve como objetivo a utilização das tecnologias 3D existentes para a confecção de uma prótese personalizável e adaptável a quaisquer medidas para membros inferiores que atenda as necessidades dos usuários, oferecendo conforto e inovação estética.

Nesse caso, o presente trabalho se torna relevante, pois explora uma técnica que está em ascensão para trazer soluções ao portador de deficiência física, dessa forma sendo possível restaurar sua rotina, recuperar sua autoestima, melhorar sua qualidade de vida e promover sua inclusão social.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como primeiro passo para o desenvolvimento do produto, foi necessária a pesquisa acerca do tema abordado para entender como é a vida de uma pessoa que passou pelo processo de amputação. Através dessa pesquisa, que teve caráter bibliográfico, foi possível conhecer um pouco mais sobre as dificuldades que estas pessoas enfrentam em seu dia-a-dia através de trabalhos científicos desenvolvidos por autores como Comaru (1974), Carvalho (2003), Gabarra (2009), Galván (2009) e Milioli (2013), onde relatam algumas das dificuldades físicas e psicológicas enfrentadas após as amputações. Como se trata de um evento traumático na vida de uma pessoa, os autores constataram que pessoas amputadas desenvolvem sintomas psicológicos como a depressão, perda de apetite, crises de choro, não aceitam a nova condição com facilidade e com isso acabam se isolando do meio social. Além das dificuldades psicológicas, ainda enfrentam mudanças em sua rotina, meio de se locomover e até em sua autonomia, podendo ficar dependentes dos cuidados de outra pessoa diariamente. Mas segundo Bocolini (2000), a amputação não deve ter esse caráter tão sério, sendo encarada como o fim de algo, pois muitas vezes ela acaba com a dor e sofrimento insuportáveis e elimina o risco de vida, significando assim o início de uma nova etapa. Muitas vezes essa nova etapa é marcada pela reabilitação através de próteses substituindo os membros que foram amputados, para que assim a pessoa possa realizar seus movimentos e funções naturais possibilitando a execução das tarefas do cotidiano e oferecendo a oportunidade de retorno ao convívio social. As próteses, portanto, acabam ajudando na reestruturação da autonomia de uma pessoa amputada e a partir do momento em que ela consegue executar suas tarefas sem auxílio, torna-se confiante e independente, tendo a sua qualidade de vida melhorada.

Através do uso do Design Inclusivo e da Tecnologia Assistiva é possível o desenvolvimento de produtos que venham suprir as necessidades dos deficientes físicos e diminuir suas limitações, sendo possível assim ter um dia-a-dia normal, inclusão social e igualdade de oportunidades (CRUZ, 2010. MORRIS, 2010. BERSCH, 2013). Em junção com as tecnologias 3D, como a impressão 3D e scanner 3D, oferecem uma infinidade de recursos a serem utilizados em prol da melhora da qualidade de vida das pessoas, e com as possibilidades de personalização oferecidas pelo Movimento Maker fica fácil o desenvolvimento de produtos personalizados e co-criados junto com seus usuários, não oferecendo limitações quanto a forma ou tamanho por serem fabricados através da impressão 3D e se aproximando cada vez mais da personalidade do cliente final. (SILVA, 2006. JUNIOR, 2014).

Portanto, o objetivo do presente trabalho é propor uma nova solução de prótese, sendo confeccionada com o auxílio das tecnologias 3D, que venha oferecer conforto, inovação estética, diferenciando-a das opções disponíveis em mercado com a possibilidade de personalização com as medidas do próprio usuário, e possibilidade de caracterização através do Movimento Maker, também conhecido como DIY (Do-It-Yourself), chegando mais próximo da personalidade e das necessidades da pessoa que irá utilizá-la, tornando-a uma prótese única.

3 METODOLOGIA

O método utilizado para o desenvolvimento do produto foi o Double Diamond, pois ele possibilita várias ferramentas em suas etapas, o que ajuda a buscar inúmeras soluções, assim maximizando os resultados.

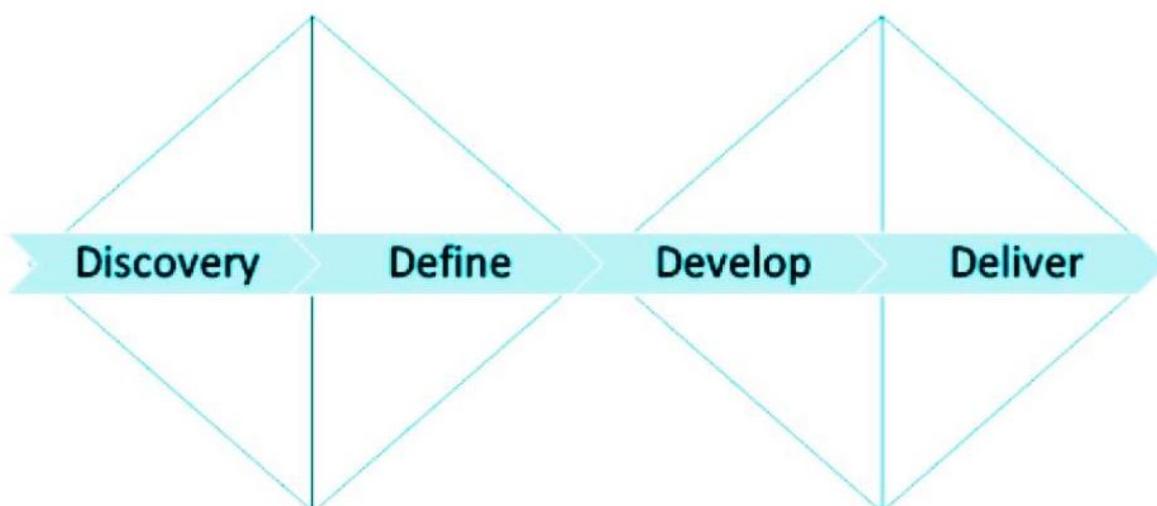


Figura 1 – Método Double Diamond

3.1 DISCOVER

Na primeira etapa chamada **Discover** é a etapa na qual ocorre a pesquisa para melhor compreensão do problema, assim como a descoberta das necessidades dos clientes. Nessa etapa há várias ferramentas a serem utilizadas, tais como a pesquisa livre acerca do tema, análise sincrônica, problematização, pesquisa de necessidades dos usuários através de questionários ou entrevistas, entre outras. Através do uso dessas ferramentas é possível reunir o máximo de informação possível para partir para a próxima etapa.

3.1.1 PESQUISA LIVRE ACERCA DO TEMA

Deu-se início fazendo uma pesquisa livre a cerca do tema proposto, a fim de identificar quais problemas existentes e quais soluções já foram propostas. Pode-se perceber que o mercado ainda carece de produtos direcionados ao público deficiente e que a maioria dos produtos e próteses propostas são muito semelhantes visualmente entre si, não conferindo a oportunidade de escolha na hora da compra.

3.1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Através de uma matéria escrita por Suzana Fonseca, responsável pela revista on-line “Em pé” direcionada aos amputados, e publicada pelo Dr. Marco Guedes, ortopedista e traumatologista formado pela USP, em seu blog “Passo Firme”¹, pode-se perceber que a busca por próteses confortáveis e acessíveis ao bolso é um grande desafio. Isso porque muitas próteses são feitas com uma ou duas medidas, algumas provas e já são entregues para o uso final. Com o uso, o coto pode vir a perder volume, ocasionando desconforto no uso e machucados por não se adequar corretamente à prótese. Além do desconforto, foi constatado também, através de uma análise sincrônica que segundo PAZMINO (2015, p.60) é “uma comparação crítica dos produtos concorrentes e similares”, que a maioria das próteses de membros inferiores existentes para comercialização são muito semelhantes, o que não oferece ao usuário a possibilidade de algo único e inovador.

¹ Disponível em <<https://passofirme.wordpress.com/2012/05/15/consideracoes-importantes-sobre-amputacao-e-a-realidade-brasileira/>>



Figura 2 – Análise sincrônica

As próteses existentes, em sua maioria, são fabricadas de materiais como alumínio, fibra de carbono e titânio. Por possuírem estofado para acomodação do coto não são impermeáveis, necessitando de um cuidado redobrado com relação ao seu uso e limpeza. Com essas informações, fica claro a necessidade do desenvolvimento de uma prótese que seja confortável e se adapte da melhor maneira possível às medidas do usuário e que utilize materiais alternativos para baratear seu custo e facilitar sua fabricação, além da necessidade de ser impermeável para facilitar o uso e limpeza.

3.1.3 PESQUISA DE NECESSIDADES

Através da pesquisa de necessidades é possível identificar os reais problemas a serem solucionados, além das exigências dos usuários. Em uma entrevista informal, foi questionado aos entrevistados quanto aos preconceitos sofridos; dificuldades enfrentadas por possuírem essa condição; se já faziam o uso de próteses; se sim, como avaliam o conforto da mesma; quais mudanças fariam na prótese e a sugestão de um produto que melhorasse sua qualidade de vida.

Em totalidade, os entrevistados já faziam o uso de próteses e classificavam o conforto oferecido pela mesma como razoável. Por conta da condição, já sofreram preconceitos e dificuldades, como olhares preconceituosos e constrangedores, exclusão das atividades esportivas e de lazer, dificuldade na fase escolar, acompanhamento médico permanente, procedimentos cirúrgicos, dificuldade no mercado de trabalho, dificuldade na locomoção e na aceitação social de pessoas que acabaram de conhecer.

Como sugestão de melhorias e de produto, apontaram a fabricação de próteses mais confortáveis no uso, com materiais mais leves e que se apresentassem impermeáveis, pois ao ser molhada, a prótese tem a sua durabilidade prejudicada.

3.1.4 PESQUISA IMAGÉTICA

Através da pesquisa imagética foi possível perceber as formas utilizadas na impressão 3D, tais como produtos criados a partir dessa tecnologia para servir de inspiração.

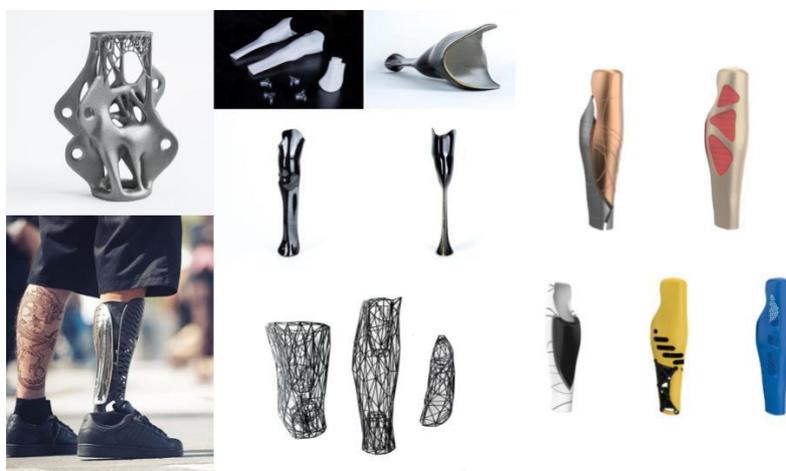


Figura 3 – Pesquisa imagética
Fonte: Google Imagens

Percebe-se que, com a utilização da impressão 3D, é possível a criação de vários produtos e objetos, tanto apresentando formas mais fluídas e orgânicas, como formas mais geométricas. Isso mostra que há a liberdade na hora da criação, pois fica possível a reprodução de qualquer forma através dessa tecnologia.

3.2 DEFINE

Na segunda etapa chamada **Define** é onde se faz a definição dos parâmetros a serem seguidos pelo projeto de acordo com as necessidades levantadas na etapa anterior. Ferramentas como a definição do público-alvo, mapa mental e conceitual, conceito, painel semântico, etc, podem ser utilizadas nessa etapa, conferindo foco ao desenvolvimento do produto, garantindo que as alternativas de solução não fujam do contexto.

3.2.1 PÚBLICO ALVO

Através da pesquisa científica, constatou-se que nos casos cirúrgicos de amputações, as amputações de membros inferiores correspondem a 85% de todos os procedimentos realizados. E que entre essas amputações, as idades que mais apresentam incidências de amputações de membros inferiores, são as faixas etárias de 11 a 20 anos (23,02%) e 21 a 30 anos (23,25%), segundo tabela (CARVALHO, 2003):

Tabela 1 – Distribuição dos pacientes amputados segundo a idade.

Fonte: CARVALHO, 2003.

IDADE	%
0 a 10 anos	9,53%
11 a 20 anos	23,02%
21 a 30 anos	23,25%
31 a 40 anos	15,81%
41 a 50 anos	11,16%
51 a 60 anos	7,67%
61 a 70 anos	4,58%
acima de 71 anos	3,25%

Ainda segundo Carvalho (2003), o nível de amputação com maior incidência é o nível MMII (dedos dos pé) onde não há a necessidade do uso de próteses, e em seguida a amputação transtibial, nível abordado no presente trabalho por apresentar a necessidade do uso de próteses e melhores resultados na reabilitação com prótese do paciente, segundo tabela:

NÍVEL	%
MMII	54%
Parcial pé	7,90 %
Pé	4,18 %
Transtibial	25,81 %
Desarticulação de joelho	1,39 %
Transfemoral	14,18 %
Desarticulação do quadril	0,23 %

Tabela 2 – Distribuição dos doentes segundo o nível de amputação.

Fonte: CARVALHO, 2003.

Portanto, o público-alvo definido para este trabalho são pessoas da faixa etária que compreende idades de 18 a 30 anos que passaram por amputação transtibial, que estão procurando conforto e próteses com uma estética diferente das disponíveis no mercado, e por se tratarem de pessoas jovens, não tem medo de usar algo diferente do convencional. A idade mínima estabelecida de 18 anos se deve ao fato de que nessa idade, o processo de crescimento da pessoa já está cessado, resultando num maior proveito da prótese sem sucessivas trocas e gastos adicionais. São pessoas que estão em seu auge da independência ou se encaminhando para tal, portanto são ativas e dinâmicas.

3.2.2 CONCEITO

A água, em seu curso natural, consegue contornar ou ultrapassar os obstáculos encontrados durante seu caminho. Além disso, ela consegue se adaptar a diferentes formas e recipientes. Essa qualidade se chama fluidez e se parece muito com a capacidade e força que as pessoas que sofreram amputações possuem para superar suas dificuldades. Por mais difícil que seja elas acabam encontrando forças para continuar, se reinventando ou se adaptando a uma nova realidade para prosseguir na caminhada. Portanto, com o objetivo de lembra-las dessa qualidade, uniu-se Fluidez com a palavra Conforto para formar o conceito. Conforto, pois um produto de uso diário e que será usado em contato direto com o membro amputado, é imprescindível que o mesmo seja confortável e adapte-se bem para não gerar machucados. O conceito contém junto uma frase para melhor entendimento, como segue abaixo:

FLUIDEZ + CONFORTO

“Uma prótese adaptável à suas medidas e personalidade, para que as dificuldades não te impeçam de ser quem você é”.

Uma prótese adaptável à suas medidas e personalidades, pois sendo fabricada através de impressão 3D, podendo ser adaptada a diferentes medidas conforme necessidade. Seguindo os conceitos do Movimento Maker, pode ser personalizada pelo próprio usuário depois de confeccionada, levando em si a sua personalidade.

3.2.3 MAPA CONCEITUAL

O Mapa conceitual serve para representar graficamente os pensamentos acerca do produto, de forma a facilitar a visão geral do problema, sendo possível enxergar melhor os requisitos necessários para o desenvolvimento do produto.

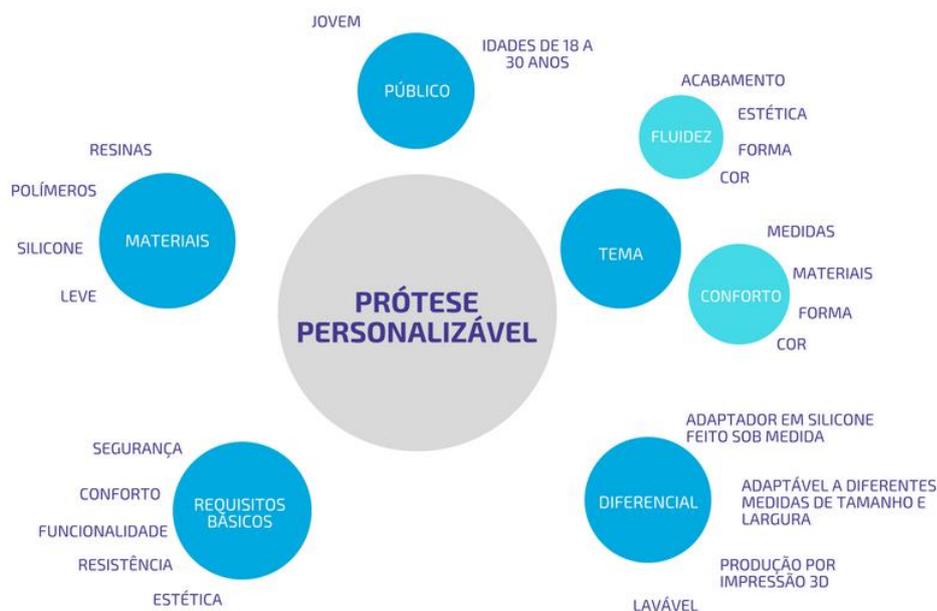


Figura 3 – Mapa conceitual
Fonte: da autora

Esse mapa reúne os principais requisitos para o desenvolvimento de uma prótese personalizável. Direcionado a um público-alvo com idades que vão desde 18 anos até 30 anos, o produto possui como requisitos básicos ser funcional, resistente, ofertar segurança e conforto, além de uma estética agradável. Deve demonstrar o conceito através de formas, texturas e cores. Como diferencial deve possuir um adaptador para o membro amputado feito sob medida, e a própria prótese ser adaptável a diversos tamanhos e larguras para diferentes pessoas, vantagem essa oferecida pela fabricação em impressão 3D. Através de todos os requisitos apresentados no mapa então, é possível reunir qualidades que se transformem em um único produto que venha suprir da melhor maneira possível todos problemas encontrados durante a fase da pesquisa.

3.2.4 PAINEL SEMÂNTICO

O painel semântico serve como inspiração, contendo imagens de diferentes produtos e objetos que tenham haver com o tema ou que possuem atributos interessantes, funcionando como um direcionamento durante a geração de alternativas.



Figura 4 – Painel Semântico
Fonte: do Autor

Esse painel semântico reúne imagens a cerca dos principais requisitos de projeto como fluidez, conforto, personalidade, mobilidade e liberdade. São características muito importantes a serem levadas em conta na hora da geração de alternativas, isso para que produto não fuja dos objetivos. Fluidez e conforto fazem parte do conceito, sendo imprescindível que o produto tenha alguma característica que faça a conexão com esses requisitos. Liberdade, pois a prótese tem por objetivo também proporcionar ao usuário a liberdade de movimentos e de ações, livrando-o dos cuidados de outra pessoa e atuando no aumento da sua autonomia, assim também fazendo referência à outra palavra presente no painel, mobilidade. Uma característica desejável a estar presente no produto é a possibilidade de personalização, por isso a palavra personalidade também se apresenta no painel, para não ser esquecida na hora da geração de alternativas.

3.3 DEVELOP

Na terceira etapa chamada **Develop** se dá início à geração de alternativas e soluções que seguem os parâmetros estabelecidos na etapa anterior. É onde se deixa a criatividade fluir.

3.3.1 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Após objetivos traçados e conceito definido, parte-se então para a etapa de geração de alternativas. Aqui o designer produz sketches de forma livre a cerca do produto proposto, inserindo ideias retiradas a partir do mapa conceitual e painel semântico. No processo criativo os únicos critérios utilizados para a criação foram não fugir muito do conceito proposto e nem se diferenciar muito da anatomia de uma perna, pois assim poderiam aparecer dificuldades durante seu uso e adaptação.

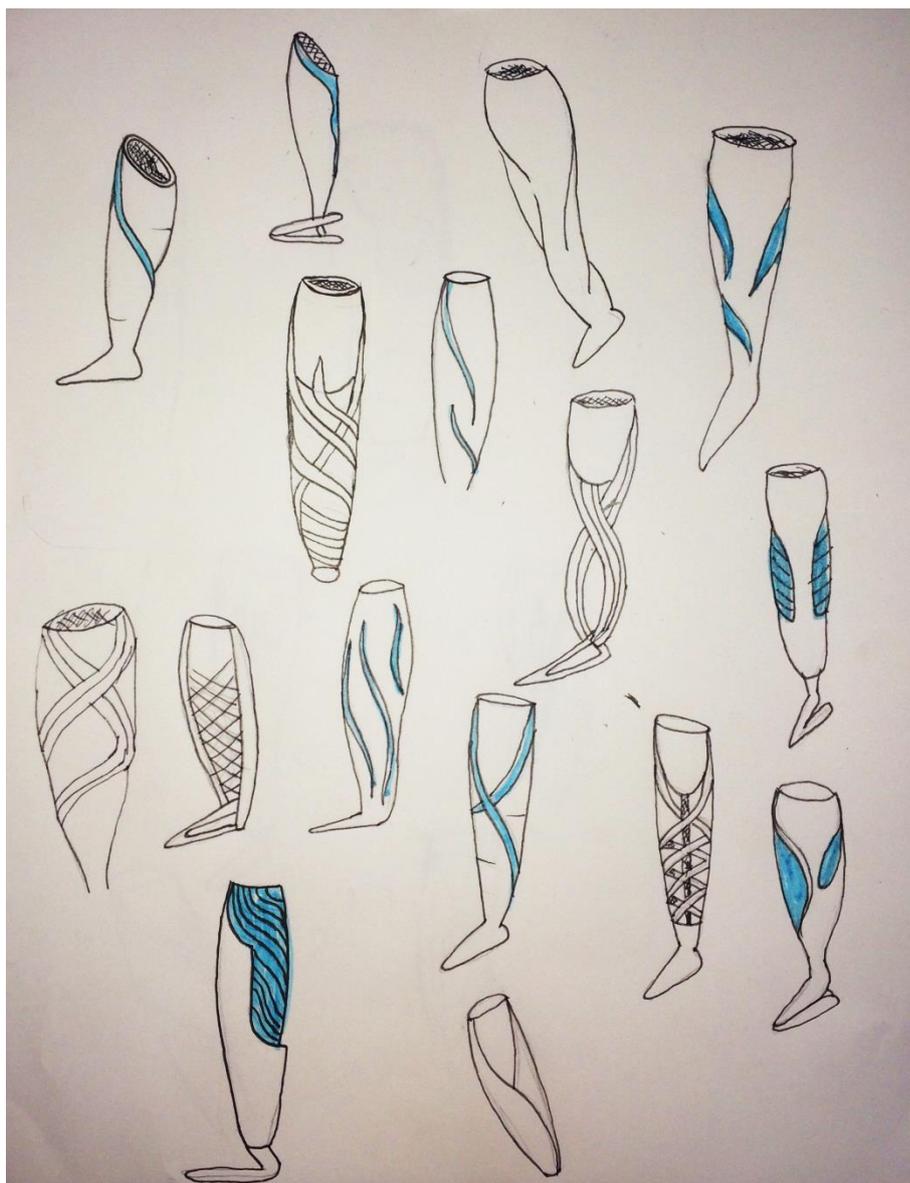


Figura 5 – Geração de alternativas
Fonte: da Autora

Depois de geradas as alternativas, as possíveis soluções foram sendo analisadas e separadas em grupo. O primeiro grupo continha as próteses mais humanizadas, aquelas que mais se assemelhavam ao modelo de uma perna. E o segundo grupo continha as próteses com formas mais livres. Analisou-se a estrutura de cada alternativa, visando identificar quais apresentariam maior resistência na hora do uso, facilidade e rapidez de reprodução. Decidiu-se trabalhar no primeiro grupo, de próteses mais humanizadas, com objetivo de ofertar uma prótese que lembre mais as formas naturais do corpo humano, assim ajudando na reabilitação e adaptação do usuário. E dentro desses modelos de próteses, as escolhidas foram aquelas que traziam alguma característica que as ligasse ao conceito, resultando em uma nova seleção.

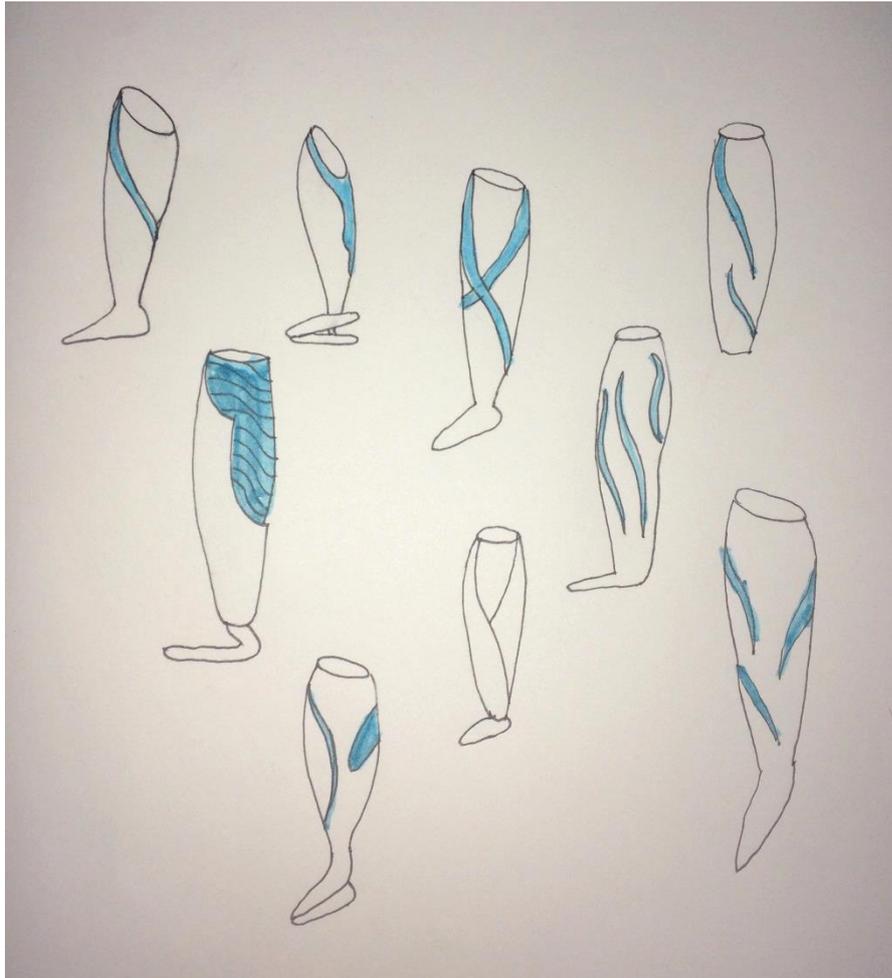


Figura 6 – Seleção de alternativas mais humanizadas.
Fonte: da autora.

A próxima seleção foi baseada no requisito de área disponível para personalização. Dentre todas as alternativas no grupo anterior, foram escolhidas duas que apresentam uma área maior disponível para que o usuário possa personaliza-la e deixa-la com sua cara.

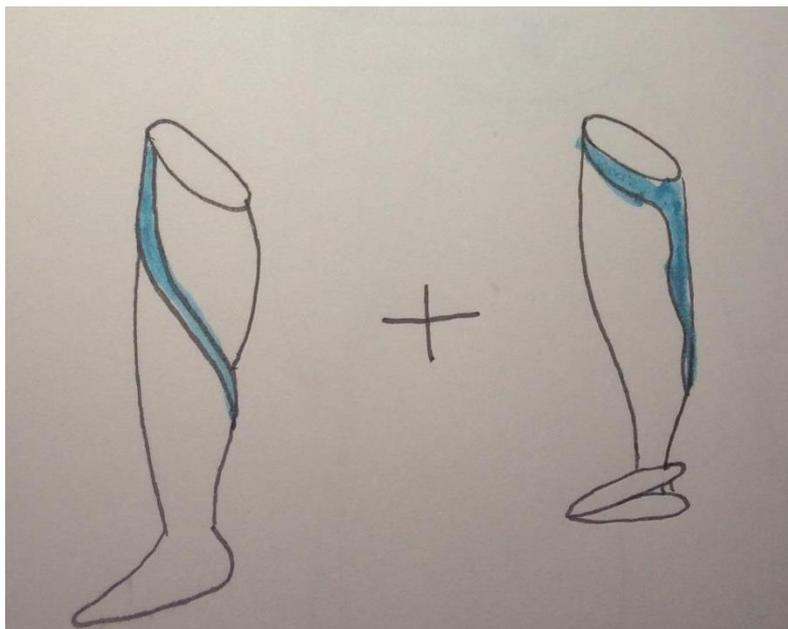


Figura 7 – Refinamento de alternativas, maior área personalizável.
Fonte: da autora.

A junção das características dessas duas alternativas escolhidas resultou no produto final escolhido para reprodução.



Figura 8 – Alternativa escolhida para reprodução
Fonte: da autora.

3.4 DELIVER

Na quarta e última etapa chamada **Deliver** ocorre a entrega do projeto de produto proposto, que venha solucionar os problemas encontrados na primeira etapa.

3.4.1 PRODUTO FINAL

O produto final trata-se de uma prótese personalizável de membros inferiores que sofreram amputação transtibial e tem sua fabricação a partir da utilização de impressão 3D. Apresenta uma forma mais humanizada, lembrando os contornos de uma perna, podendo ter sua altura e largura adequada a diferentes usuários através da modificação diretamente no programa, antes de sua impressão. Possui uma área significativa para personalização permitindo que o usuário solte sua criatividade e utilize desenhos imagens e até outros materiais como tecidos para a sua caracterização. O intuito é que a prótese possa fazer parte de sua personalidade, assim acelerando a reabilitação e adaptação, além de aumentar sua autoestima. Fornece conforto para o membro amputado por possuir um adaptador removível fabricado com as medidas do usuário.

3.4.1 MODELAGEM DIGITAL

Com a alternativa escolhida, o próximo passo adotado foi a sua modelagem digital. O intuito da modelagem é mostrar como ficaria o modelo, apresentando-o em uma visão mais realista.



Figura 9 – Modelagem digital do modelo escolhido
Fonte: da autora.



Figura 10 – Modelagem digital do modelo escolhido.
Fonte: da autora.

3.4.2 EXEMPLO DE COMERCIALIZAÇÃO DA PRÓTESE PROPOSTA

Na primeira sugestão de modelo de negócio, as medidas podem ser tiradas diretamente do usuário, junto com o escaneamento do membro amputado para a confecção do adaptador em um laboratório maker. No segundo modelo de negócio, o usuário solicitará através de venda online a fabricação da prótese e receberá em casa uma caixa contendo um gabarito para marcar suas medidas e um recipiente contendo um material, que pode ser alguma mistura de silicone, gesso ou alginato de potássio, onde ele colocará o membro que vai receber a prótese para servir como molde na fabricação do adaptador. Em seguida, ele enviará pelos correios esses materiais para a confecção do produto e ele receberá em casa a sua prótese personalizada. O segundo modelo se mostra mais vantajoso, pois a compra pode ser feita a qualquer horário e lugar, basta ter um computador ou telefone com acesso a internet. E também não obriga o usuário sair de casa para comprar sua prótese, facilitando assim sua vida, pois algumas pessoas podem apresentar dificuldades de locomoção.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível perceber a grande necessidade de produtos desenvolvidos para o público deficiente. Produtos que sejam de boa qualidade, que ofereçam conforto, que venham agradar e atender as necessidades dos usuários. Através da utilização das tecnologias de impressão 3D é possível a criação de produtos destinados a esse público sem que a forma e tamanho seja uma dificuldade, pois essas tecnologias apresentam uma versatilidade na hora da fabricação. Aplicando as sugestões de melhorias e informações obtidas através das pesquisas, foi possível o desenvolvimento de uma solução que viesse suprir os problemas encontrados e se tornasse uma nova opção entre todas já existentes no mercado. No entanto, novas pesquisas são necessárias para tornar o produto viável de produção. É necessário um estudo sobre a resistência específica de cada material que pode ser utilizado para a impressão do produto, a cerca de saber se a prótese resultante irá aguentar o peso depositado e se comportará de maneira eficaz durante o uso.

REFERÊNCIAS

SILVA, Otto M. **A epopeia ignorada; a pessoa deficiente na história do mundo de ontem e de hoje**. Centro São Camilo de Desenvolvimento em Administração de Saúde – CEDAS, 1996.

MILIOLI, Renata. VARGAS, Mara A. O. LEAL, Sandra M. C. MONTIEL, Alexandra A. **Qualidade de vida em pacientes submetidos à amputação**. Universidade Federal de Santa Maria: Revista de enfermagem da UFSM, 2012.

CARMO, Apolônio Abadio do. **Deficiência física: a sociedade brasileira cria, “recupera” e discrimina**. Brasília: Secretaria dos Desportos/PR, 1994. - 2ª edição.

GABARRA, Letícia M. CREPALDI, Maria A. **Aspectos psicológicos da cirurgia de amputação**. Revista Aletheia, 2009.

GALVÁN, Gabriela Bruno; AMIRALIAN, Maria Lúcia T. M. **Corpo e identidade: reflexões acerca da vivência de amputação**. Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia. São Paulo, 2009.

BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre, 2013.

CRUZ, Vanessa Carla Duarte Santos. **Projecto e desenvolvimento de uma ajuda técnica numa perspectiva de Design Inclusivo**. 2010. 170p. Dissertação (Mestrado em Design Industrial Tecnológico), Universidade da Beira Interior, Covilhã.

MORRIS, Richard. **Fundamentos de Design de Produto**. Tradução: Mariana Bandarra. Revisão técnica: Fábio Righetto. Porto Alegre, Bookman, 2010.

JUNIOR, Natal A. C; CASTILLO, Leonardo G. **Impressão 3D na cultura do Design contemporâneo**. Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em Design. Gramado, 2014.

GRINET, Marco A. V. M.; PEDROSO, Thiago M.; MARCIANO, Fernanda R. **Projeto Mão Aberta: Prótese parcial passiva open-source para falange média/distal**. Universidade do Vale do Paraíba - Urbanova, São José dos Campos - SP, 2016.

UMBURANAS, Rúbia C; DUBIELA, Ângela; PEREIRA, Cássio S.; NOVAK, Vanessa C. **Amputação de membro inferior: perfil dos pacientes do serviço de reabilitação física da Unicentro – Projeto órtese e prótese.** XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

LÖBACH, B. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais.** São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 206 p.

REBELO, Francisco. **Ergonomia no dia a dia.** Edições Sílabo, Lda. 2ª Edição – Lisboa, 2017.

COMARÚ, Marlúcia N. CAMARGO, Celina A. **Pacientes com amputação de membros inferiores. Problema de enfermagem.** Revista brasileira de enfermagem, 1974.

DUARTE, Henrique. **Descubra como surgiu a impressora 3D.** Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2014/04/descubra-como-surgiu-impressora-3d.html>>. Acessado em outubro de 2017.

BERTOL, Liciane S. **Contribuição ao estudo da prototipagem rápida, digitalização tridimensional e seleção de materiais no design de implantes personalizados.** Dissertação para obtenção do título de mestre em engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2008.

SILVA, Fábio P. **O uso da digitalização tridimensional a laser no desenvolvimento e caracterização de texturas aplicadas ao Design de Produtos.** Dissertação para obtenção do título de mestre em engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2006.

CELANI, Gabriela. CANCHERINI, Laura. **Digitalização tridimensional de objetos: um estudo de caso.** Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital – SiGraDi. São Paulo, 2009.

CARVALHO, J. A. **Amputações de membros inferiores: em busca de plena reabilitação.** 2ª Edição.. São Paulo: Manole, 2003.

BOCOLINI, Fernando. **Reabilitação – Amputados, amputações, próteses**. 2ª Edição. São Paulo: Robe Editorial, 2000.

LIMA, Taís S. CORRÊA, Glaucinei R. **Influências das novas tecnologias para designers e makers**. Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em Design. Belo Horizonte – MG, 2016.

KATCHBORIAN, Pedro. **O que é o movimento maker e quais são os seus valores**. Disponível em: <<https://www.freetheessence.com.br/nova-economia/modelos-disruptivos/movimento-maker-o-que-e/>>. Acessado em novembro de 2017.