

DESENVOLVIMENTO DE PROTESE TRANSTIBIAL

POSSAMAI, Cássia Tristão; Graduanda; Unesc;

ca_possamai@hotmail.com

BRODBECK, Fabio Costa; Orientador; Unesc;

fabiodbrodbeck@unesc.net

Resumo: A pesquisa teve o objetivo de desenvolver uma prótese para pacientes que sofreram amputação do membro inferior (amputação transtibial). Além da proposta de prótese como solução para quem teve que passar por esse procedimento de amputação transtibial, fez-se necessário realizar pesquisa com usuários e pacientes que sofreram o procedimento, mais ainda não fazem uso da prótese. Foi realizada uma proposta de prótese adequada para este tipo de necessidade, contribuindo para a autoestima e desenvolvimento de um cotidiano próximo da realidade anterior do paciente. Coletou-se dados sobre o que consideram incomodo e, o que é ideal nas próteses, bem como sua expectativa em relação ao uso da mesma. De posse dos dados, foi possível desenvolver um produto com design inovador mais próximo das necessidades dos pacientes, contribuindo para que ao mesmo tempo traga conforto e melhoria na qualidade de vida do usuário.

Palavras-chave: Amputação transtibial, prótese, conforto, design.

Abstract: The research aimed to develop a prosthesis for patients who suffered amputation of the lower limb (transtibial amputation). In addition to the proposed prosthesis as a solution for those who had to undergo this procedure of transtibial amputation, it was necessary to perform research with users and patients who suffered the procedure, but still do not use the prosthesis. A proposal for a prosthesis adequate for this type of need was made, contributing to the self-esteem and development of a daily life close to the patient's previous reality. Data were collected on what they consider uncomfortable and what is ideal in the prostheses, as well as their Expectation regarding its use. With the data in hand, it was possible to develop a product with innovative design that is closer to the needs of patients, while contributing to the comfort and improvement in the quality of life of the user.

Key Words: Transtibial amputation, prosthesis, comfort, design.

1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS), 2012, define saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental e social e, não somente ausência de afecções e enfermidades. Para que se tenha saúde é necessário que o ser humano esteja dentro de boas condições dentro de seu ambiente. Onde o corpo e a mente precisam de equilíbrio, entendimento e tolerância.

Conforme a Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, que dispõe sobre a proteção e a recuperação da saúde, em seu Art. 3º aponta que toda pessoa tem direito ao tratamento adequado e no tempo certo para resolver o problema de saúde. Assim, se dispõe de uma ampla equipe de profissionais para que todos os pacientes recebam o atendimento adequado e de qualidade. (BRASIL, 1990, a).

Dentre toda essa equipe de profissionais está o designer, que nem sempre está tão aparente mas, possui grande possibilidade de atuação em meio à saúde. Seu conhecimento em planejar, desenvolver, inovar, atender necessidades do cliente dentre outros, pode vir a somar com todo o trabalho desenvolvido na área da saúde.

O design traduz em signos as funções de caráter pragmático, semântico e afetivo de um objeto de uso, de forma que eles sejam entendidos pelos usuários numa interpretação congenital. Seu objetivo é tornar um objeto visível e legível, e assim possibilitar a comunicação (SCHNEIDER, 2010, p. 197)

O design na área da saúde no Brasil ainda não tem o reconhecimento devido, pois além de haver poucos investimentos neste setor, carece de estudos que contribuam para que a profissão torne-se distinta. Estas questões dificultam novos desenvolvimentos de produtos para a saúde. Não obstante, a viabilidade da atuação deste profissional no setor da saúde, só é possível na medida em que o espaço para o desenvolvimento de novos produtos estejam abertos a pesquisas. A atuação do design se dá, na medida em que a pesquisa se desenvolve e novos produtos e soluções são apresentados.

O design deve integrar em ambos os setores para reunir informações e trabalhar no desenvolvimento de uma proposta. Design e saúde trazem discussões no âmbito internacional, onde as mesmas permitirão o avanço no conhecimento da profissão. (SKRABE, 2010, p. 4).

[...] O conceito de Design hoje é muito mais amplo e abrangente. Incorpora a função, busca a boa estética por ser atributo humanizador, mas abarca todas as causas que produzem o resultado, assume compromisso com a sustentabilidade e mira os efeitos, que são seu propósito e sua razão de ser. (SKRABE, 2010, p. 4)

A amputação na medicina talvez tenha sido um dos primeiros procedimentos cirúrgicos, sendo usado até mesmo na guerra quando algum soldado perdia alguma parte do corpo, o membro era amputado de forma cruel sem anestesia, com objetivo de salvar a vida do paciente. Antigamente, era necessário usar o procedimento de amputação quando já tinha se tentado outros métodos e não havia nenhum outro recurso, sendo considerado como uma derrota pois os cirurgiões tentavam de toda maneira evitar esse procedimento, deixando muitas vezes o paciente imóvel por meses, ou até mesmo anos. Ainda hoje, segundo relatos de alguns profissionais, amputar ainda é visto como uma derrota, já que o paciente perde um membro de seu corpo.

O corpo é um veículo de interação com tudo que se encontra a volta. Com a amputação, os pacientes perdem esse meio de contato e de deslocamento, o que impõem a prótese como uma solução para o problema, pois tem como finalidade devolver essa capacidade, então o significado de amputação passa a ser uma solução terapêutica e não mais na perspectiva de uma derrota.

Outra proposta utilizada por diversos médicos é a solução a partir do enxerto que, aparentemente resolve o problema. Entretanto este procedimento na maioria das vezes, impossibilita que o paciente tenha novamente a locomoção. Ou seja, vendo que a amputação ainda é uma questão crucial que carece de solução mais adequada, outros procedimentos não são tão eficientes, já que a preocupação recai na questão estética de minimizar, de algum modo, a visão do impacto social causado pela amputação. Hoje, o procedimento de amputação pode ser a única chance de possibilitar ao paciente voltar a andar e de levar uma vida "normal".

Neste sentido, a utilização de uma prótese apresenta uma imagem corporal normal, o que contribui para que o indivíduo desenvolva maior confiança e habilidades físicas, resultando numa melhoria de qualidade de vida. (BILODEAU, 2000).

Qualidade de vida é fundamental para todas as pessoas e neste caso de um amputado é primordial para sua saúde, quanto mais adequado o paciente estiver com a prótese, a sua adaptação para manejar resultará em maior liberdade e segurança para realizar as atividades cotidianas, bem como retornar a vida social. (CARVALHO, 2003).

A melhoria na qualidade de vida desta população escolhida pode ser criada pela interação positiva entre o designer e pessoas portadoras de necessidades especiais, proporcionando maior – acentuada pela Norma ISO – 9241 como a habilidade de identificar o desempenho e satisfação do usuário em relação ao contexto de intervenção do produto, bem como sua interação entre usuário e produto. (PULLIN, 2009, p.1-2)

A prótese é uma possibilidade de trazer ao paciente sua vida habitual antes da amputação, tendo em vista que suas atividades podem voltar a serem executadas. Com o avanço da tecnologia, uma prótese bem desenvolvida substitui o membro, possibilitando ao paciente praticar alguns esportes como nadar e correr. As de maior agilidade possuem valores elevados segundo dados de pesquisas e na maioria das vezes são importadas. Entretanto, há os que não tem possibilidades de aquisição devido o custo, caso das classes de baixa renda, o que destaca a importância do avanço de pesquisas brasileiras para este nicho de mercado que também precisam de um novo sentido para a vida frente ao problema, agregando sua autoestima.

Frente a questão, a atuação do designer contribui para desenvolver o produto resolvendo o problema de maneira inovadora e prática a partir da aplicação de várias metodologias que estão disponibilizadas para alcançar o objetivo: solucionar o problema do usuário.

2. JUSTIFICATIVA

Alguns casos de amputação de membro do paciente não tem uma reabilitação apropriada, ou até mesmo não possuem condições financeiras de obter uma prótese adequada para seu corpo e suas atividades. Haja vista a dificuldade do paciente que desde criança deve usar a prótese, algumas barreiras se apresentam, como de ter que

trocar ou se for de modelo mais avançado, ajustar conforme cresce para acompanhar o desenvolvimento natural.

Os avanços tecnológicos propõem novos desafios na instrumentação e controle de sistemas, é necessário acrescentar à vida do paciente de modo que tenha um produto de qualidade e de baixo custo, como as próteses com amortecimento que são mais adequadas e respondem com uma melhor adequação mas, possuem custo muito elevado.

Buscando trazer para o paciente a autonomia, onde inclui a liberdade de escolha de ações e autocontrole de sua vida, bem como a capacidade de ser ou não independente para realizar suas atividades diárias. Muitos pacientes ainda se sentem incapacitados de ter uma vida normal e a amputação torna-se uma barreira para continuar seus afazeres diários, implicando no seu bem estar e autoestima, determinada por fatores ambientais, econômicos, culturais e sociais.

Em vista disso o design pode trazer ao paciente uma vontade de mostrar para a sociedade a possibilidade de devolver a forma de seu membro amputado através da prótese. Sendo assim, o design possibilita trazer a personalidade de cada paciente de volta, onde auto-estima é essencial para a recuperação.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma prótese de perna mecânica de uso diverso para quem não possui o membro inferior trazendo conforto e maior qualidade de vida ao paciente.

3.2 Objetivo Específicos

- Pesquisar e estudar sobre pessoas que não possuem o membro inferior;
- Investigar modelos, produtos similares e materiais;
- Entender o funcionamento das próteses existentes;
- Desenvolver um produto de custo viável e ergonômico.

4. PESQUISA

Movida pelo interesse de solucionar o problema de próteses não adequadas e confortáveis para pacientes que sofreram amputação de membro inferior, foi necessário uma busca ampla a fim de conhecer com maior propriedade o assunto para o desenvolvimento de um produto que supra as necessidades básicas do paciente.

Acompanhado o processo de pedido através das famílias que possuem o mesmo em aberto, espera e entrega em que os pacientes que necessitam de prótese passam para conseguir a mesma pelo SUS (Sistema Único de Saúde), foi possível verificar de forma clara os problemas enfrentados pelos pacientes e seus familiares. Um processo muitas vezes de longa duração, que coloca o paciente em algumas situações constrangedoras.

No processo de pesquisa com usuários de próteses pode se analisar as dificuldades físicas e psicológicas apresentadas pelos mesmos, onde ter que enfrentar o fato da amputação e ao mesmo tempo, entrar na fila de espera para receber a prótese, podendo levar anos e interferir de modo significativo no processo de

reabilitação do paciente. A falta de acompanhamento e apoio nesse processo gera problemas na adaptação do uso da prótese, sendo que o ambiente em que o paciente irá conviver também conta muito para sua recuperação, é necessário toda uma reestruturação no cenário para que esteja apropriado a adaptação.

Foi realizada também pesquisa de produtos existentes, material, histórico, tecnologia, uso, ergonomia, design emocional e psicologia pós trauma, para compreender de forma ampla as necessidades de mercado e usuário.

4.1 Dados

Segundo a Associação Brasileira de Ortopedia Técnica (Abotec), o Brasil possui apenas uma fábrica de próteses, a Ortho Gen, fundada em 2004. Outras 180 empresas fazem apenas a montagem das peças. Dados do IBGE (2013) mostram que 14,5% da população brasileira possuem alguma deficiência, sendo que com o envelhecimento das pessoas, os dados podem ser outros e esse número tem a possibilidade de aumentar, porém a indústria nacional, ainda não possui condições em quantidade para demanda e qualidade das próteses para competir com os produtos importados.

As próteses nacionais não possuem testes que comprovam sua eficiência e qualidade em relação as próteses importadas. A maioria delas são fabricadas no Brasil e possuem a arquitetura copiada das importadas. Henrique Grego (2011), presidente da Abotec, diz que: - "o problema está na hora de fornecer o produto para o Sistema Único de Saúde". Pois visto que levado em conta é o preço e não a qualidade, assim as próteses fornecidas pelo SUS nem sempre são as mais adequadas para os pacientes.

Neste sentido pode-se destacar que é relevante para a reabilitação do paciente que o mesmo receba uma prótese de qualidade e que se adeque a seu corpo, pois tudo isso influencia diretamente nas questões psicológicas e até mesmo de aceitação a seu novo membro.

4.2 Evolução das Próteses

Conforme o site Orthoenam (2006), em 2300 a.C. encontra-se o relato mais antigo sobre o uso de prótese. Arqueólogos russos encontraram o esqueleto de uma mulher com pé esquerdo artificial. A prótese era composta por um pé-de-cabra. Em 1500 a.C. na Índia já se falava em cuidar dos cotos amputados e de próteses, onde os sábios faziam curativos com ervas aos feridos da tribo de Árias. Em 424 a.C. para fugir da sentença de morte, um vidente Persa escapou da tortura amputando seu próprio pé, sendo que depois confeccionou um pé em madeira e viajou. Entretanto, novamente foi capturado e decapitado.

Nos Séculos XV e XVI, marcam a época das próteses dos ricos e dos pobres. Por meio da prótese era possível identificar o poder hierárquico da pessoa. As próteses de pessoas abastadas eram metálicas exoesqueléticas, ocas para diminuir o peso e mais confortável para o usuário, enquanto que as das pessoas sem posses, possuíam características contrárias as que foram citadas. (ORTHOENAM, 2006).



Figura 1 – Mão de ferro de 1580.

Fonte: lazarolamberth.wordpress.com.

As próteses dos pobres normalmente foram confeccionadas em madeira, por ser um material viável para essa classe e fácil de ser encontrada, eram produzidas por artesãos que na época não se preocupavam com a estética. A prótese para substituir o membro amputado tinha estilo pilão, com acabamento mais grosseiro. (ORTHOENAM, 2006).



Figura 2 – Prótese estilo pilão.

Fonte: Pinterest.

Neste mesmo site, Orthoneam (2006), encontra-se registrado que no Século XVII as próteses começaram a ser fabricadas para caminhar com joelho em extensão. Nessa época pretendia-se eliminar a forma pilão, que não possibilitava flexão e dificultava alguns movimentos para o paciente. As próteses evoluem e começam a agregar outras peças e apresentar maior complexidade, entrando a peça de coxa, articulação do joelho, encaixe do coto e pé.

Entre os anos de 1767 e 1969, as transformações são mais significativas já que se observam as necessidades do usuário. A fabricação se deu com o uso de diversos materiais como cobre, aço, couro, madeira e fivelas. (ORTHOENAM, 2006).

O pólo de desenvolvimento de novas próteses situava-se na França, de onde partiu contribuições para a evolução de novos modelos que foram dissipados para outros países também evoluírem. (ORTHOENAM, 2006).

Concluindo, com o passar dos anos e a evolução tecnológica cada vez mais a frente, as próteses foram se reestruturando com novas mudanças e adaptações que trouxeram maior qualidade de vida aos amputados de membros inferiores. Atualmente, os usuários contam com um amplo catálogo de próteses, podendo selecionar o modelo mais adequado para seu físico, levando em consideração os valores que as mesmas custam, o que muitas vezes torna inviável a aquisição.

4.2.1 Tipos de Próteses

Existem no mercado uma variedade de tipos de próteses para atender as necessidades de cada usuário de acordo com as orientações médicas.

Próteses Exoesqueléticas: As paredes desse tipo de prótese tem como principal função a sustentação, além do efeito estético. Na maioria das vezes são fabricadas com materiais como madeira e plásticos. As que são produzidas em plásticos são recomendadas para o uso no banho e também na geriatria, podendo ser utilizadas para todos os tipos de amputações, porém, não são indicadas para pacientes que precisam de articulação. As próteses convencionais não permitem que o paciente realize atividades mais sofisticadas. (ORTHOENAM, 2006.)

Aponta Orthoenam (2006), as vantagens deste tipo de prótese que são resistência, durabilidade e manutenção; como desvantagens estes modelos não possuem estética e menos opções de componentes.

Prótese Endoesquelética: também são conhecidas como modulares. Podem ser utilizadas em vários níveis de amputação exceto parciais de pé e do tornozelo. Os encaixes desse tipo de prótese ocorrem através de conexões, por meio de travas com unidades pneumáticas e hidráulicas. Em relação a estética as mesmas apresentam acabamento colorido, opção muito utilizada por jovens. Possuem joelhos modulares, o que nesse modelo é bem comum no mercado. Normalmente são fabricados em aço, titânio e alumínio. (ORTHOENAM, 2006.)

Quanto as vantagens e desvantagens, Orthoenam (2006), registra que este modelo possui melhoria nas funcionalidades e na estética, sendo mais leve; e suas desvantagens são custo elevado e maior frequência de manutenção.

Concluindo que com esses dois modelos de próteses é possível que o paciente escolha a que melhor se adapte as suas necessidades, tanto física como também ao nível de amputação, é necessário que o paciente tenha conhecimento das vantagens e desvantagens para uma melhor adaptação e reabilitação.

4.2.2 Tecnologia nas próteses

Genium - este tipo de tecnologia reconhece quando é necessário o movimento de flexão e quando sustentar o peso a o descansar. A articulação é a primeira a recriar a marcha natural, tendo em vista proteger o paciente com relação ao impacto. Com o objetivo de trazer reestabelecer o cotidiano, essa tecnologia permite que o paciente tenha maior capacidade de subir escadas, fique parado, reduzindo também as quedas. (OTTOBOCK, 2015.)

Sensor IMES - Colocado um par de sensores em contato com um tecido muscular da perna próximo ao ponto onde houve a amputação. Esta tecnologia permite que o cérebro envie a ordem de movimento que é capitado pelos sensores, possibilitando a movimentação da parte desejada. Esses sensores atuam como se os nervos ainda permanecem, de modo que não é necessário aguardar o músculo se contrair para a prótese ser ativada. A movimentação acontece no momento exato em que o cérebro envia o comando. Os sensores são alimentados diretamente pela prótese. (ALECRIM, 2015.)

Concluindo, Ambas tecnologias são reconhecidas como de ponta e já estão disponíveis no mercado, porém os custos são elevados, não sendo viável à todos os pacientes que sofreram amputação.

4.2.3 Uso

Com o aumento de casos de pessoas com membros amputados oriundas das mais diversas situações, a demanda por próteses cresce em proporção, exigindo do mercado novos desenvolvimentos de modelos, como também com tecnologias cada vez mais avançadas, a fim de atender as necessidades dos usuários.

Estas novas propostas devem permitir aos pacientes se aproximarem cada vez mais de suas atividades cotidianas e adequadas para cada função. Por outro lado, atividades físicas de lazer como correr, andar, nadar, escalar, andar sobre pedras, também precisam ser atendidas.

As próteses hoje tem como finalidade trazer para o paciente o bem estar e principalmente favorecer o retorno a vida "normal", mediante a essa nova situação.

4.3 Materiais

De acordo com a ISO 10328 (2005), onde destaca que testes de resistência estática e cíclicos em que cargas compostos são lançados pela aplicação de uma única força de ensaio. Essas aplicadas na amostra de teste se apresentam aos valores que ocorrem em diferentes instantes no apoio do pé.

Sendo que a evolução dos materiais utilizados para a fabricação de próteses também merecem destaques na sua aplicação no mercado.

Silicone: composto semi-orgânico com o Silício na cadeia principal, tem como principal combinação o Oxigênio. Sua derivação não vem propriamente do petróleo, é fabricado a partir da sílica e do cloreto de metila. Resistente a temperatura e maleável. Indicado para confecção de moldes para peças técnicas, encapsulamento de peças e componente eletrônicos e painéis solares. (SILAEX, 2015.)

Alumínio: é um metal leve e macio, indicado no uso de construção civil, embalagens e meios de transporte. (TOTAL MATERIA, 2016.)

PLA: é um poliéster termoplástico feito de composto orgânico de função mista - ácido carboxílico e álcool, é biodegradável, compostável e reciclável. Indicado no uso principalmente como matéria prima na impressão 3D. (ECYCLE, 2014.)

Fibra de vidro: composta por pequenos pedaços de vidro não rígidos e altamente flexíveis onde é adicionado resina de poliéster para melhor ser utilizado na confecção. Tem alto desempenho na função de estrutura, sendo que possui grande resistência em tração, flexão e impacto, possibilitando uma maior flexibilidade e auxiliando na moldagem do projeto. (SILVA, 2014.)

Carbono: possui maior resistência a impacto em relação ao aço devido a sua dureza. São indicados para o uso em diferentes áreas por ser leve. (TECMUNDO, 2016.)

Devido o valor de custo do carbono ser muito alto as próteses disponibilizadas pelo SUS são feitas de alumínio, sendo que os pacientes conseguem fazer as atividades cabidas. O alumínio é um material leve o que reduz o peso da prótese e traz conforto para o paciente.

Concluindo que ambos materiais são indicados para a fabricação da prótese, porém é necessário que o fabricante tenha conhecimento do paciente e do seu físico, sendo assim, pode-se escolher o material mais adequado para a situação. Os preços variam de um material para outro, por isso é necessário a escolha do mais adequado para evitar gastos.

4.4 Ergonomia

Para lida (2000, p. 1), "a ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem", onde, o produto deve estar em plena harmonia com o usuário, sendo que o trabalho aqui tem uma acepção bastante ampla, abrangendo não apenas aquelas máquinas e equipamentos utilizados para transformar materiais, mais também, toda situação em que ocorre o relacionamento entre o homem e o seu trabalho. Isso envolve não somente o ambiente físico, mas também os aspectos organizacionais de como esse trabalho é programado e controlado para produzir os resultados desejados.

Para que o estudo seja adequado, faz-se necessário investigar não somente o homem, mas também seu ambiente, bem como cultura local e descendentes. Para o desenvolvimento de uma prótese adequada ao usuário é preciso analisar a antropometria, sendo que a mesma esta diretamente ligada em adaptar os produtos a seu usuário e não seu usuário com os produtos.

Com essas medidas realizadas a priori, torna-se fundamental analisar o que é necessário para desenvolver o produto, onde se busca conhecer de perto o paciente, para definir tamanho e peso da peça em questão.

A ergonomia tem como objetivo colocar em perfeita harmonia o produto e o usuário, onde se verifica o adequado desempenho na função desejada. nesta ótica, produtos não podem ser considerados apenas como objetos e sim, como um meio do homem realizar suas funções. O homem e a máquina precisam estar em sintonia para um desempenho adequado, bem como o ambiente que precisa ser adequado a esse padrão para somar resultados positivos. (IIDA, 2000.)

Um produto precisa reunir três características desejáveis: qualidade técnica onde nesse item é necessário levar em consideração a sua eficiência bem como parte mecânica, elétrica, ruídos, manutenção e assim por diante; qualidade ergonômica que inclui fornecimento de informações, facilidade de manuseio entre outros itens de

conforto e segurança; e qualidade estética, o que envolve cores, formas, uso de material adequado, textura, ou seja, que o produto seja atraente. (IIDA, 2000.)

Como o tema proposto vai ao encontro de auxiliar o paciente para ter uma vida cotidiana "normal", é necessário analisar quais são suas tarefas diárias e como elas são realizadas. A aplicação da ergonomia vem para somar e deve ser feita de maneira diferente, para ficar claro na hora de desenvolver o produto e avaliar os critérios de desempenho, pois a população de usuários é diversificada e cada um possui características distintas.

Para o desenvolvimento da prótese foi analisado as medidas de um usuário, item fundamental para que a prótese atenda suas necessidades e não prejudique. No quadro 1, apresentam-se as medidas do usuário.

Quadro 1 – Medidas Usuário

Medidas Usuário	
Altura	1,77
Altura até o Coto	1,48
Altura até o Joelho	1,22
Coto	0,25
Envergadura	1,75
Quadril	0,56
Tamanho da Protese	0,6

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.



Figura 3 – Paciente.

Fonte: Acervo Pessoal.

4.5 Design Emocional

O design tem como princípio tornar mais visível e intuitivo, de uma forma em que o usuário entenda o que se deve fazer e como fazer. Para Norman (2002, p. 28), "As peças corretas têm de estar visíveis, e devem transmitir a mensagem correta".

Mesmo frente aos avanços tecnológicos, alguns produtos cotidianos apresentam problemas comuns, ou falta de desenvolvimento para o usuário. Há um certo exagerado para as questões estéticas e uma deficiência no que tange a praticidade e as funções necessários para facilitar no uso. Por esta questão, o design intuitivo, que apresente ao usuário o que se deve fazer, sem ter que ler o manual, que suas funções estejam claras. O consumidor precisa de uma linguagem clara para que o propósito do design não se perca.

O produto deve transmitir ao usuário o que fazer e as propriedades reais do objeto, bem como sua percepção. Ou seja, saber o que fazer apenas no olhar, sem a necessidade de obter imagens ilustrativas dos passos a serem seguidos para realizar a tarefa, com exceção dos produtos mais complexos que precisam de instruções até o completo domínio. Se o objeto simples precisar de instruções e o usuário não consegue captar como agir mediante ao produto, o design não está adequado.

Muitas pessoas por não terem o objeto ou produto adequado para fazer determinada tarefa, sentem-se fracassados em não conseguir realizar a mesma atividade, porém, o problema não está na pessoa e sim, na má experiência entre usuário e produto.

O fenômeno chamado de desamparo aprendido pode explicar a atribuição de culpa a si próprio. Ele se refere a situação em que as pessoas passam pela experiência de fracassar numerosas vezes em cumprir uma tarefa. Em decorrência, decidem que a tarefa não pode ser executada, pelo menos não por elas: são incapazes, desamparadas. Se esse sentimento engloba um grupo de tarefas, o resultado pode ser graves dificuldades em lidar com a vida. Em casos extremos, esse "desamparo aprendido ou assimilado" resulta em depressão e na crença de que a pessoa não tem condições de lidar com a vida cotidiana. (NORMAN, 2002, p. 67, grifo do autor)

Concluindo que o produto precisa de alguma forma dar apoio ao usuário e estar em plena harmonia com seu corpo, auxiliando também na reabilitação e auto-estima. Para que o paciente não se sinta fracassado por não ter os resultados desejados ao usar o produto.

4.6 Psicologia Pós-Trauma

Após passar pela amputação o paciente deve receber um acompanhamento para superar essa perda. Sendo que nem sempre é viável ou se realizada de maneira correta, o paciente passa por transtornos psicológicos que dificultam a recuperação, tornando-se mais difícil e lenta. Considera-se como desafio maior a questão psicológica que se relaciona a perda do membro, o que a deficiência física irá resultar, o que pode tornar potencialmente incapacitado afetando diretamente as condições de saúde e bem-estar. (EPHRAIM *et al.*, 2003)

Existem pacientes que sofrem da chamada "dor fantasma", em que se sente o membro mesmo após a amputação. Alguns pacientes sentem dormência, coceira, fisgadas e até mesmo, picada de insetos. Conforme Carvalho (1999), como sentir dor

no membro amputado, a maioria da vezes sentem apertos, câimbras, queimações e até mesmo dores. Essas sensações podem durar anos, sendo que até 80% dos pacientes podem sentir a dor fantasma, que tendem a desaparecer com o decorrer do tempo.

Após a amputação, os pacientes devem iniciar um processo de reabilitação junto com a fisioterapia, preparando todos os membro do corpo, não somente o aquele que foi amputado, para receber a prótese. Este procedimento contribui para reduzir as dores fantasma que são eliminadas no decorrer do processo, como também vão permitir habituar a região para receber a prótese e ter boa aderência. A pressão em que o membro irá suportar com o uso da prótese é relativamente alta e precisa ter todo um trabalho de adaptação, antes mesmo de usar.

A avaliação para preparar o coto deve ser feita individualmente logo que se inicia o tratamento fisioterapêutico, sendo que, as características influenciam na eficácia e duração do tratamento. (CARVALHO, 1999)

Após esse período é necessário trabalhar a reabilitação do paciente, receber orientação de cuidado com o coto para facilitar no uso da prótese, bem como uma preparação para incorporar algumas medidas sociais, educacionais, econômicas e psicológicas a fim de que volte a sociedade e encare todo esse processo como uma etapa vencida.

4.7 Produtos Existentes

Para iniciar o processo de desenvolvimento da prótese foi necessário fazer uma busca de produtos existentes no mercado, onde mostra de uma forma ampla o que os pacientes tem como opção de prótese. A seguir será apresentado os modelos mais relevantes.



Figura 4 – Desenvolvido em impressora 3D.

Fonte: Enciclomedica.



Figura 5 – Desenvolvido em impressora 3D.
Fonte: Guentherbionics.



Figura 6 – Modelo importado.
Fonte: Centro de Innovacion.



Figura 7 – Modelo importado.
Fonte: Centro de Innovacion.



Figura 8 – Modelo importado.
Fonte: Prótese Feminina.



Figura 9 – Modelo para corrida.
Fonte: Ottobock.



Figura 10 – Modelo do SUS.
Fonte: Ottobock.

5. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do projeto aplicou-se a metodologia *Double Diamond*, cujo processo mapeia os estágios divergentes e convergentes de um processo de design. Criado por Design Council britânico, apresenta o design de forma expressiva, antes de uma solução final. Ou seja, tem como função descrever e alinhar todo o processo de criação e desenvolvimento, bem como distribuir tarefas e funções. Pensando desde o início do projeto até o lançamento para o público, podem haver erros que implicarão num erro para a produção, o que pode ser evitado com a aplicação das ferramentas do design.

O *design thinking* é essencialmente um processo de inovação centrado no ser humano que enfatiza "observação, colaboração, rápido aprendizado, visualização de idéias, rápido protótipo de conceitos e análise de negócio concorrente, a qual influencia a inovação e a estratégia de negócio". (LOCKWOOD, 2009, p. 11)

5.1 *Double Diamond*

Essa metodologia consiste em quatro etapas: *Discover* (Descobrir), *Define* (Definir), *Develop* (Desenvolver) e *Deliver* (Entregar). (DESIGN COUNCIL, 2015)

5.1.1 *Descobrir*

É a primeira etapa do projeto no modelo diamante, onde o pesquisador deve se manter conectado em busca de inspirações e observar ao seu redor de maneira desconhecida. Os métodos utilizados nessa etapa incluem, pesquisa de mercado e pesquisa de usuário.

5.1.2 *Definir*

Após descobrir e visualizar possibilidades de projeto, passa-se para a fase de definir. O principal objetivo é organizar o processo de criação e a maneira mais prática de desenvolver. Os métodos utilizados nessa etapa incluem desenvolvimento e gerenciamento de projeto.

5.1.3 *Desenvolver*

A terceira etapa visa desenvolver soluções para o problema proposto, esse ciclo se inicia na geração de alternativas e desenvolvimento de protótipos para testes. Nesta fase, ocorre o que se chama de tentativas e erros com o intuito de refinar o produto.

5.1.4 *Entregar*

A última etapa do modelo consiste na entrega, onde o projeto é finalizado e não possui nenhuma alteração a ser implementada, sendo assim, pode ser lançado no mercado.

5.2 Análise Sincrônica

Segundo Baxter (2000), a análise paramétrica serve para comparar os produtos em desenvolvimento, com produtos existentes ou concorrentes, baseando-se em variáveis mensuráveis, ou seja, que podem ser medidas. (PAZMINO, 2015).

Para que se desenvolva um produto de qualidade e que atenda as necessidades dos clientes, é necessário analisar os concorrentes com intuito de inovação do produto a ser lançado.



Figura 11 – Análise Sincrônica.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

Essa etapa permite que se utilize os pontos positivos das próteses já existentes bem como evitar os erros. Foi possível notar que a prótese precisa ser leve, ergonômica e com baixo custo.

5.3 Mapa Conceitual

No campo do design, o mapa conceitual é uma ferramenta que serve para organizar pensamentos. Permite ter uma visão geral do problema, planejar os objetivos e abrir um leque de imagens mentais por meio de conceitos. (PAZMINO, 2015).

Esta etapa permite desenvolver o conceito de acordo com o problema do usuário, buscando uma solução que se encaixe as suas necessidades.

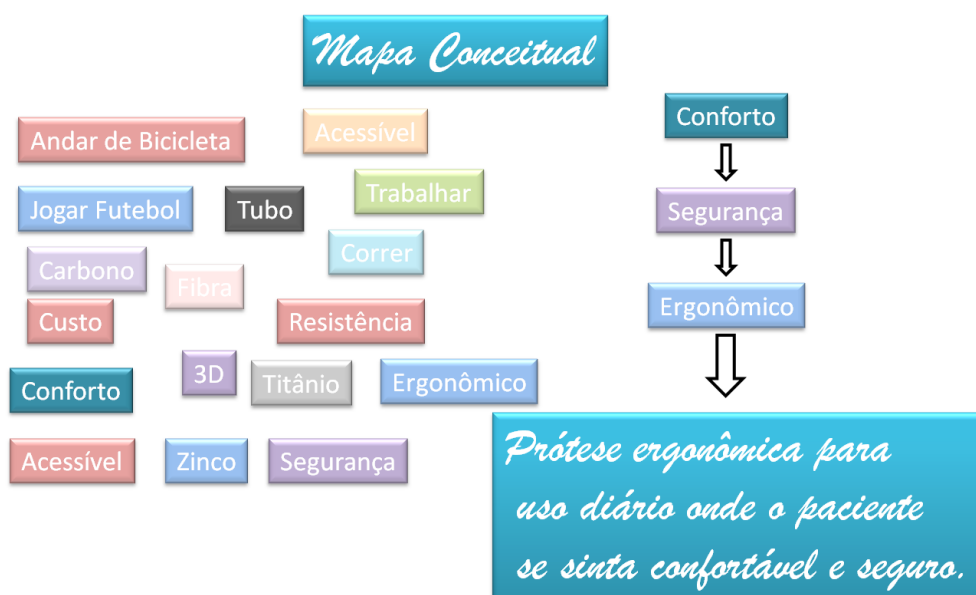


Figura 12 – Mapa conceitual.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

Com auxílio do mapa conceitual foi possível desenvolver um conceito de acordo com o tema proposto e com coerência na informação a ser passada para o usuário.

5.4 Mapa Mental

Segundo Brasil (2004, p. 181), "este método permite a percepção dos vários elementos que compõem o todo, com seus desdobramentos e suas relações, tirando proveito de fato de que a mente humana lida de forma muito eficiente com imagens".

Serve tanto para um novo projeto, como também para solucionar uma proposta já existente, buscando trazer em imagens sensações de significados para melhoraria no desenvolvimento.



Figura 13 – Próteses existentes.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.



Figura 14 – Conforto.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

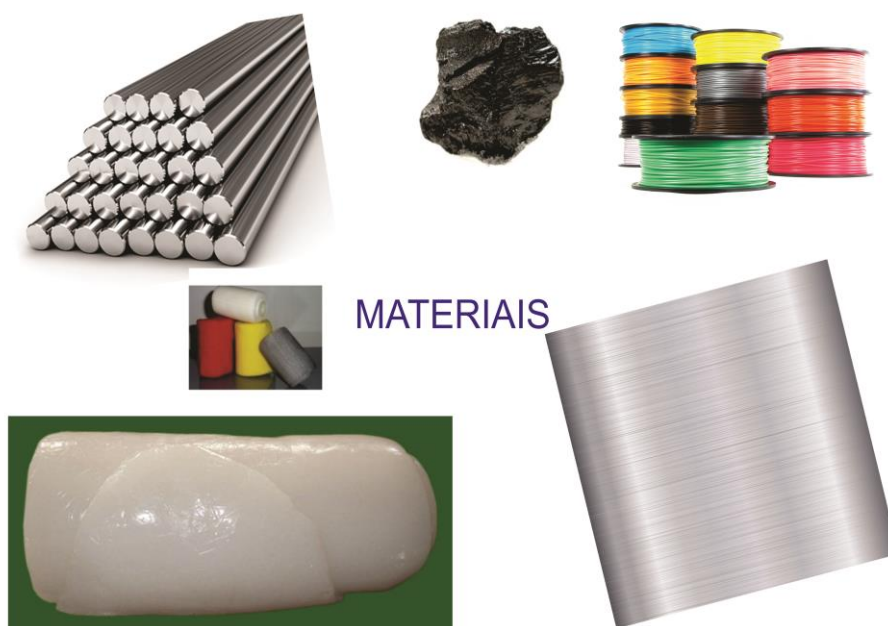


Figura 15 – Materiais.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.



Figura 16 – Desejo Usuário.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

5.5 Proposta de Valor

Proposta de valor é uma fase que consiste em apresentar os problemas do usuário e qual o valor do produto. Considerar o que o usuário sente de dor e o ganho que o mesmo terá com a aquisição do produto. Nesta etapa é importante esclarecer as contribuições do produto na vida do usuário.

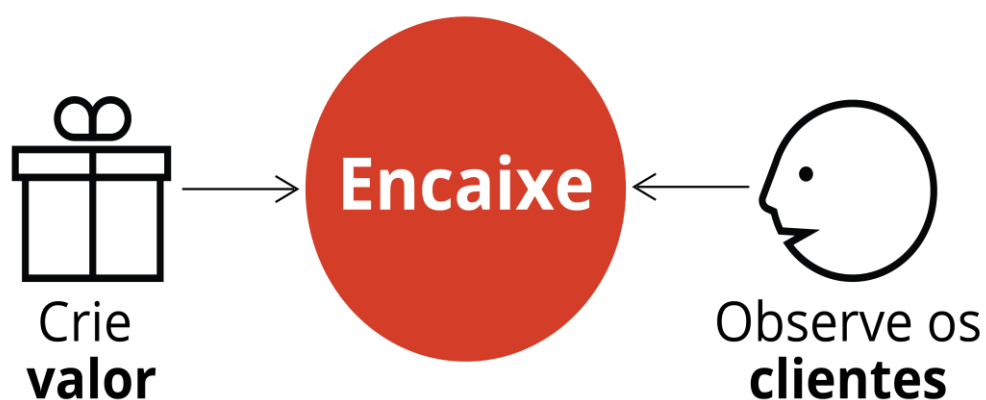


Figura 17 – Proposta de Valor.

Fonte: Fabio Roberto Borges.

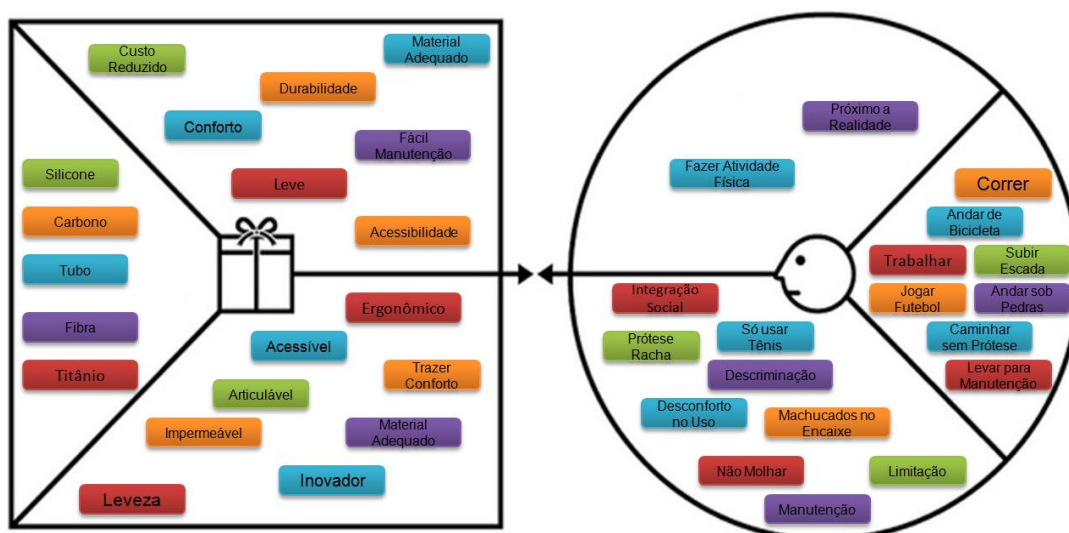


Figura 18 – Proposta de Valor.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

5.6 Painel Semântico do Público-Alvo

"Para o desenvolvimento de um projeto é importante a definição correta do público-alvo, ou seja, o grupo de consumidores ou usuários com homogeneidade de preferências que serão usuários ou consumidores do produto a ser desenvolvido". (PAZMINO, 2015, p. 104).

Para que o produto atenda as necessidades solicitadas é preciso inicialmente conhecer o usuário, suas dores e problemas. O painel semântico, elaborado com imagens, auxilia na visualização das necessidades do usuário. O mesmo deve estar relacionado ao cotidiano e tarefas a serem desenvolvidas.



Figura 19 – Painel semântico público-alvo.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

6. Conceito

Com base em todo o conteúdo pesquisado e auxílio das ferramentas do design apresentadas a cima, se define o conceito do produto, apresentando o valor e o que se pretende alcançar com o produto.

A pesquisa trouxe uma prótese econômica que traga conforto e segurança a o paciente.

7. Geração de Alternativas

Essa etapa consiste em se basear no material de apoio citado a cima, com objetivo de que o projeto em desenvolvimento atenda todas as necessidades do usuário e fabricante.

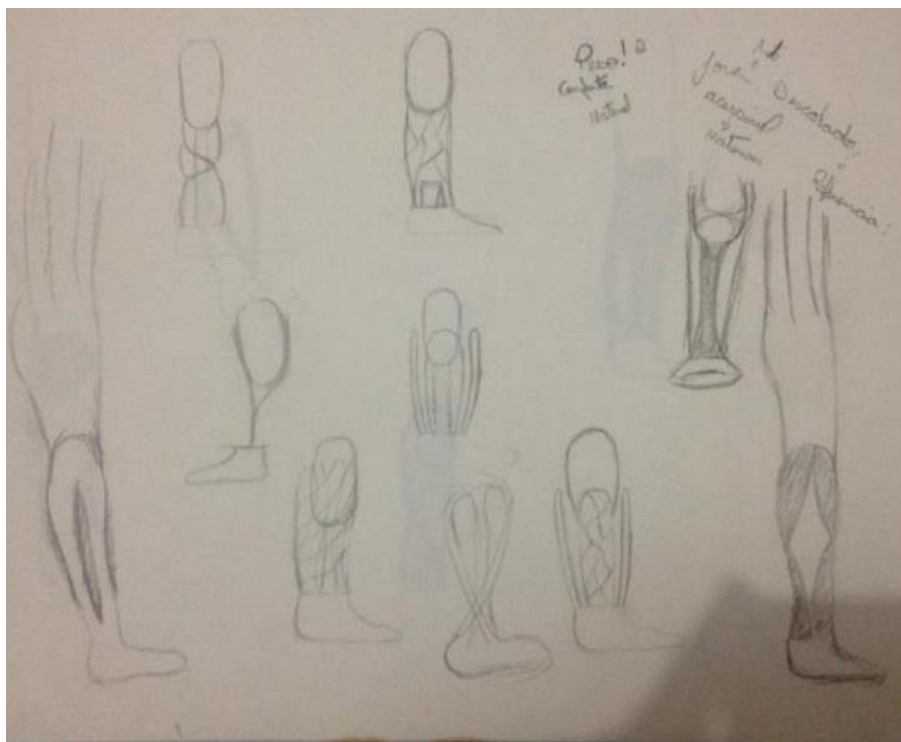


Figura 20 – Geração de Alternativas.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

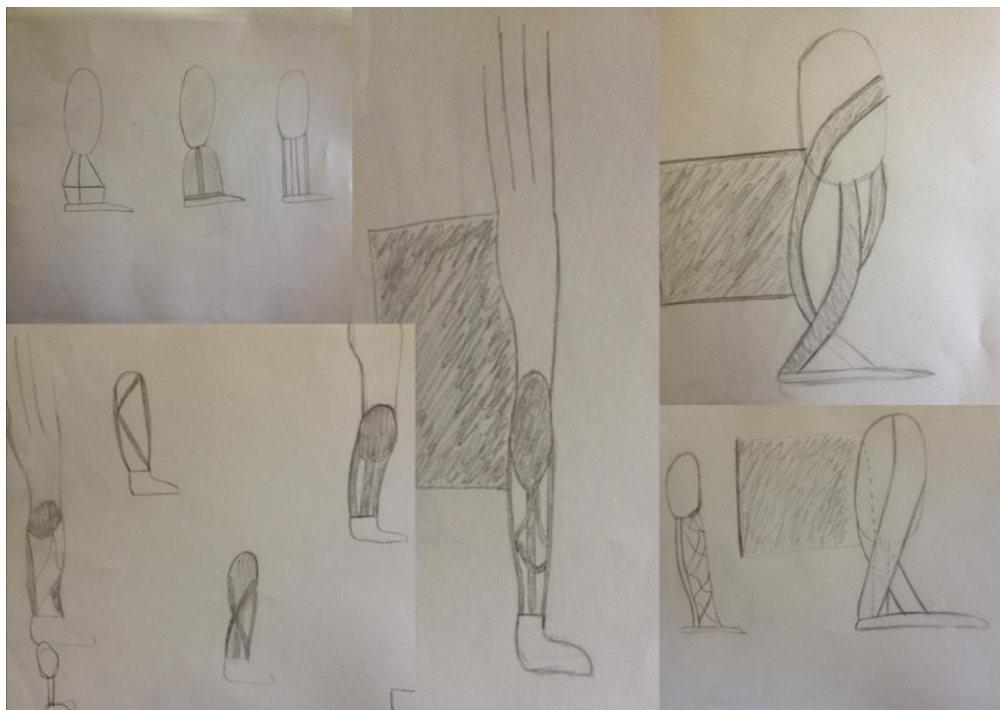


Figura 21 – Geração de Alternativas.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

De acordo com o conceito e com o auxílio das ferramentas anteriormente apresentadas, após a geração de alternativas é possível chegar a escolha da alternativa final. Onde buscou se atender as necessidades do cliente bem como remeter na forma do esqueleto da prótese os músculos da perna.

8. Desenvolvimento do modelo 3D

Após a geração de alternativas, se refina a proposta escolhida para se desenvolver em 3D, o que permitirá compreender com maior visualização a peça elaborada. Foi usado para o desenvolvimento da peça o programa *SolidWorks*, após ter realizado as fotos no render View.

Essa etapa permite fazer os ajustes e modificações necessárias, sendo que se tem uma visão quase real do que será desenvolvido.

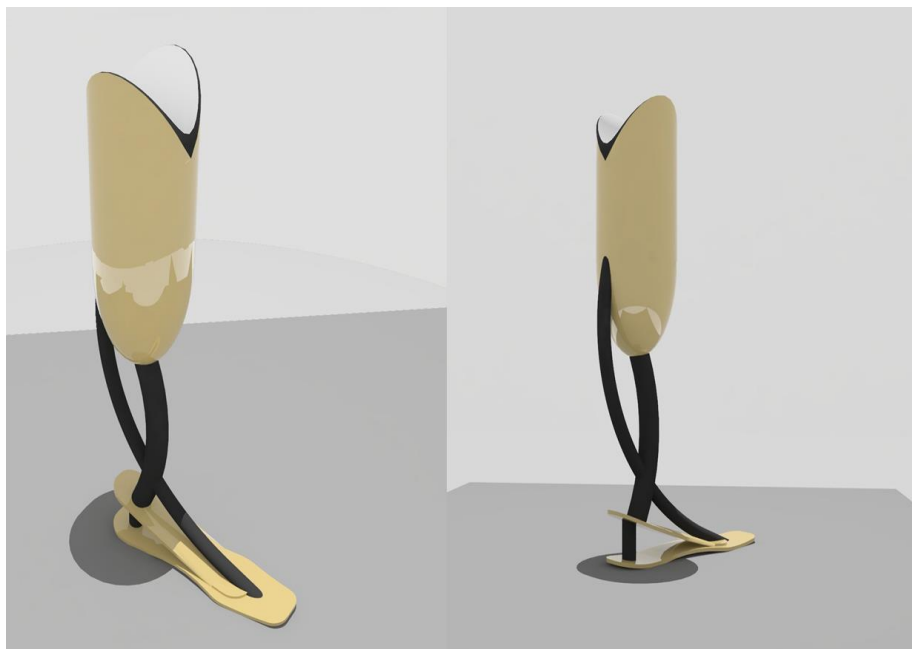


Figura 22 – Modelagem 3D.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

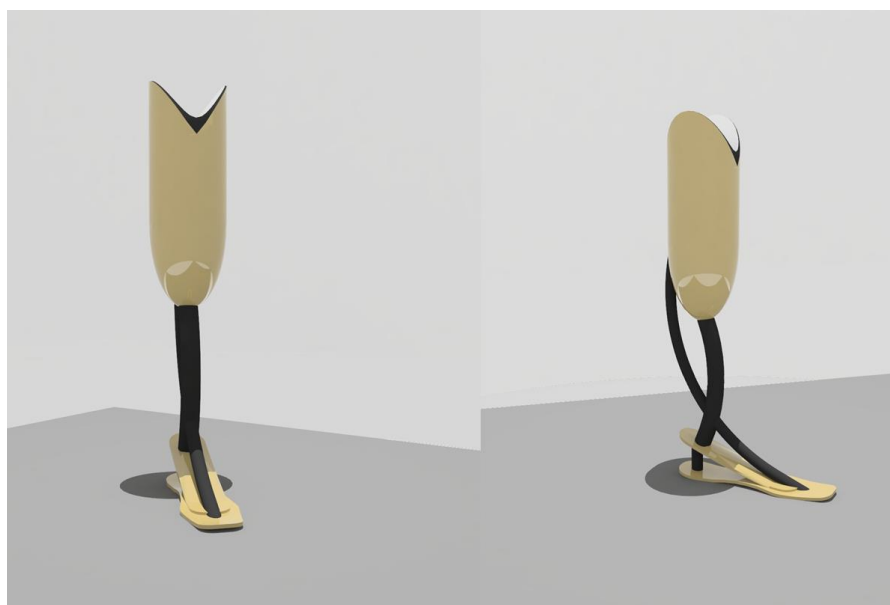


Figura 23 – Modelagem 3D.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.



Figura 24 – Usuário.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.



Figura 25 – Usuário.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

Foi desenvolvido um modelo em que conforto e segurança estão presentes, sendo que a parte superior da prótese, a que envolve o coto, é revestida com silicone para não ter contato direto com o usuário. A parte estrutural foi desenvolvida com

formas orgânicas referenciadas pelo painel de desejo jovem. O pé ergonômico permite que o usuário use sem calçados.

A parte superior do encaixe será usada fibra de carbono para produção bem como o pé também será usado o mesmo material. A estrutura contará com duas barras de alumínio para deixar a peça com melhor sustentação e segurança para o paciente.

9. Desenho Técnico

Para melhor entendimento dos materiais e medidas utilizadas para fabricação foi necessário fazer o desenho técnico do modelo apresentando essas informações.

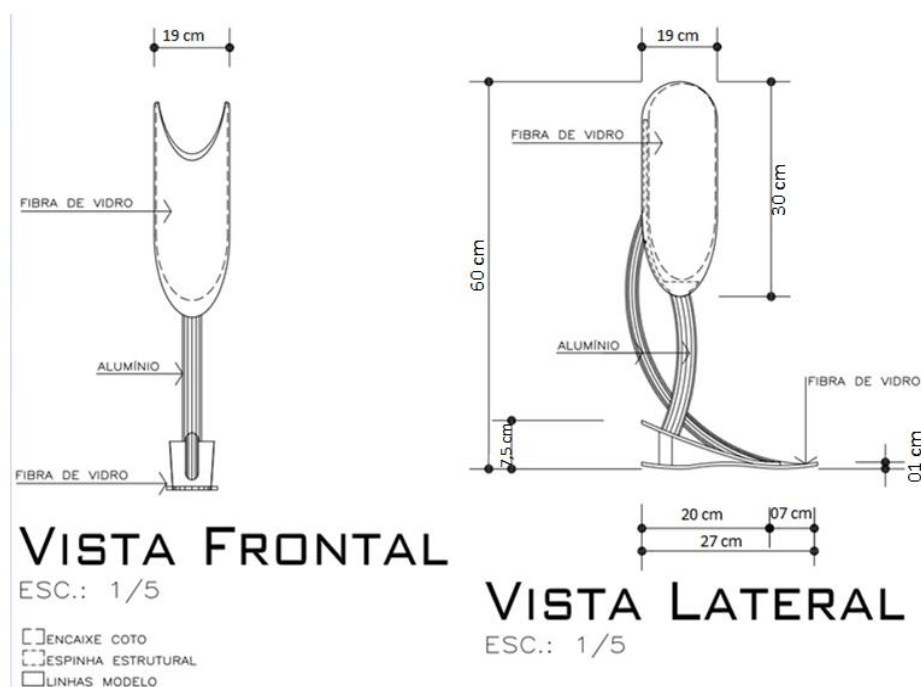


Figura 26 – Desenho Técnico.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

10. Modelo

Para a construção do modelo foi utilizado a forma do coto do paciente feita de esponja, para que fosse possível verificar o tamanho interno da prótese, ou seja, o encaixe do coto. O encaixe foi moldado em um torno para madeira, para dar o forma desejada com bom acabamento. A parte de sustentação foi de madeira para dar a forma, bem como o pé que também foi fabricado na marcenaria.



Figura 27 – Desenvolvimento do Modelo.

Fonte: Elaborada pelo autor com base na pesquisa realizada.

11. Considerações Finais

A partir das pesquisas realizadas pode-se afirmar que os pacientes que sofreram amputação de membro inferior, devem ser integrados na sociedade, obtendo autoestima e qualidade de vida à partir da utilização de uma prótese que atenda suas necessidades para retornar as atividades do cotidiano.

Assim, torna-se imprescindível que todas as pessoas com este tipo de necessidade tenham acesso as próteses de qualidade, acompanhamento psicológico, bem como, a adaptação do meio ambiente que precisa ser readequado, após o retorno do usuário que sofreu este tipo de procedimento.

Nas entrevistas realizadas detectou-se o abalado do paciente em sofrer uma amputação, mesmo os que ainda não possuem uma prótese, mais imaginam o que ela poderia trazer de benefício para si, onde destacam que voltariam a normalidade da vida cotidiana.

A evolução das próteses frente as necessidades dos usuários, novos materiais e tecnologia trouxe conforto ao paciente e verificou-se que desde os tempos remotos, a utilização de próteses para pessoas amputadas teve como foco o usuário e suas atividades.

O sistema de saúde existente ainda carece de uma aproximação mais adequada com os pacientes, assim como agilização com a entrega das próteses, pois a reabilitação deve ser realizada no início do processo e ter ergonomia que traga bem estar ao paciente.

O produto desenvolvido e apresentado pela pesquisadora teve a preocupação de atender as necessidades do usuário, trazendo conforto e sensação de bem estar, sem esquecer de um custo viável e design inovador. Também agregou-se a preocupação neste desenvolvimento com as atividades a serem realizadas no dia-a-dia pelo usuário, trazendo agilidade.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 9241**. Disponível na internet por http em: < <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=86090>>. Acesso em: 15 out. 2016.

ABNT. **ISO 10328**. - Ensaio Estruturais de próteses de membros inferiores - Requisitos e métodos de ensaio. Disponível na internet por http em: < http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=38708 Próteses >. Acesso em: 11 nov. 2016.

ALECRIM, Emerson. **Esta perna biônica pode ser controlada com o cérebro**. Disponível na internet por http em:: <<https://tecnoblog.net/178497/perna-bionica-cerebro/>>. Acesso em: 04 set. 2016.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**: Guia prático para o design de novos produtos. 2. ed. Blucher, 1998.

BILODEAU, S. **Lower Limb prosthesis utilization by elderly amputees**. Prosthetics and Orthotics International, 2000., 24, p. 126-132. Disponível na internet por http em: <<http://poi.sagepub.com/content/24/2/126.short>> Acesso em: 24 set. 2016

BIOSTILO. **Chega no mercado a nova prótese feminina**. Disponível na internet por http em: < <http://www.biostilo.com.br/blog/2010/11/cheга-no-mercado-a-nova-protese-feminina/>>. Acesso em: 03 set. 2016.

BONSIEPE, Gui. **Design, Cultura e Sociedade**. Blucher, 2011. 1 v.

BORGES, Fabio Roberto. **Canvas de proposta de valor**. Disponível na internet por http em: < <http://fabiorobertoborges.com/blog/canvas-de-proposta-de-valor/>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

BRASIL - Ministério da Saúde **LEI Nº 8.080, DE 19 DE SETEMBRO DE 1990**.: Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Disponível na internet por http em:< https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm> Acesso em 01 nov. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA Nº 1.820, DE 13 DE AGOSTO DE 2009**. Disponível na internet por http em: < http://redsang.ial.sp.gov.br/site/docs_leis/ag/ag5.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

CARBONO. Disponível na internet por http em: < <https://www.tecmundo.com.br/quimica/76017-fibra-carbono-feito-funciona-material-incrivel.htm>>. Acesso em: 30 out. 2016.

CARVALHO, J. A. **Amputações de membros inferiores**: em busca de plena reabilitação. 2. ed.. São Paulo: Manole, 1999; 2003.

CARVALHO, I.M.M. **Proposta de Kits destinados à melhoria da qualidade de vida do usuário de próteses de membro inferior**. 2014. Disponível na internet por http em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/9041/1/2014_IsabelMariaMarquesCarvalho.pdf - > Acesso em: 08 set. 2016.

CENTRO DE INNOVACION. **Tratamento inovador de membro inferior**. Disponível na internet por http em: <<http://www.centro-de-innovacion.com/pt/tratamento-inovador/tratamento-inovador-%E2%80%93-membro-inferior/>>. Acesso em: 03 set. 2016.

DEFICIENTE FORUM. **Das pirâmides antigas para a I Guerra Mundial, o campo da prótese transformou-se num exemplo de determinação do homem para fazer melhor**. Disponível na internet por http em: <<http://www.deficiente-forum.com/ajudas-tecnicas/uma-breve-historia-da-protese/>>. Acesso em: 02 set. 2016.

DESIGN PROCEEDINGS. Disponível na internet por http em: <1.amazonaws.com/designproceedings/11ped/00395.pdf - conceito> Acesso em: 01 nov. 2016

ECYCLE. **PLA: o plástico compostável**. Disponível na internet por http em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/37/738-pla-o-plastico-compostavel.html>>. Acesso em: 08 set. 2016.

ENCICLOMEDICA. **Próteses em impressoras**. Disponível na internet por http em: <<http://www.encyclopedia.com.br/proteses-em-impressoras-3d-22-imagens/>>. Acesso em: 02 set. 2016.

ESTADO DE MINAS GERAIS. **Programa: Design e Saúde**. Disponível na internet por http em: <www.ed.uemg.br/arquivos/...de.../programa-design-saude/programa-design-saude.pdf > Acesso em: 20 out. 2016.

GUENTHER BIONICS. Disponível na internet por http em: <<http://www.guentherbionics.de/>>. Acesso em: 02 set. 2016.

HUNTER, Mat. **What is design and why it matters**. Disponível na internet por http em: <<http://www.thecreativeindustries.co.uk/uk-creative-overview/news-and-views/view-what-is-design-and-why-it-matters>>. Acesso em: 05 out. 2016.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Blucher, 2001.

NORMAN, Donald A. **O Design do Dia a Dia**. Rocco, 2006. 1 v.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Conceito de saúde segundo a OMS**. Disponível na internet por http em: <<http://www.alternativamedicina.com/medicina-tropical/conceito-saude>>. Acesso em: 15 out. 2016.

ORTHOENAM. **História das próteses**. 2006. Disponível na internet por: <<http://orthoenam.skyrock.com/2398747349-HISTORIA-DAS-PROTESES.html>>. Acesso em: 02 set. 2016.

ORTOPEDIA AALMED. **Prótese de perna sob medida**. Disponível em: <<http://www.ortopediavaalmed.com.br/p-3252178-PROTESE-DE-PERNA-SOB-MEDIDA>>. Acesso em: 03 set. 2016.

OTTOBOCK. **Próteses de membro inferior**. Disponível na internet por http em: <<http://www.ottobock.com.br/prosthetics/produtos-de-a-a-z/joelho-genium/>>. Acesso em: 04 set. 2016.

OTTOBOCK. **Próteses de corrida para esportistas amadores e corredores profissionais de competição**. Disponível na internet por http em: <<http://www.ottobock.com/pt/paralympics/technology/running-prosthesis-system-tf/>> Acesso em: 04 set. 2016.

PASSO FIRME. **A incrível evolução das próteses na medicina moderna**. Disponível na internet por http em: <<https://passofirme.wordpress.com/2011/03/11/a-incrivel-evolucao-das-proteses-na-medicina-moderna/>>. Acesso em: 02 set. 2016.

PAZMINO, Ana Verônica. **Como se cria: 40 métodos para design de produto**. São Paulo: Blücher, 2015.

PULLIN, Graham. **Design Meets Disability**. The MIT Press. Cambridge Massachusetts/USA, 2009. Disponível na internet por http em: <https://www.researchgate.net/publication/230853040_Design_Meets_Disability>. Acesso em: 29 set. 2016.

SCHNEIDER, Beat. **Design – Uma Introdução: O Design no Contexto Social, Cultural e Econômico**. São Paulo: Blücher, 2010.

SKRABE, Celso. Chegou a hora e a vez do design. In: Anuário Hospital Best. Eximia Comunicação: São Paulo, 2010. Disponível na internet por http em: <<https://www.saudebest.com.br/anuario2010.html>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

SILAEX. **Silicones**. Disponível na internet por http em: <<http://www.silaex.com.br/silicone.htm>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

SILVA, Henrique Pereira da. **Comportamento Mecânico de Composto de fibra de vidro/epoxy nano-reforçados**. 2014. 271 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014.

THOUGHTWORKS. **The diamond: Strategy + Execution of the Right Solution**. Disponível na internet por http em: <<https://www.thoughtworks.com/pt/insights/blog/double-diamond>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

TOTAL MATÉRIA. **Propriedades do Alumínio.** Disponível na internet por http em: <
<http://www.totalmateria.com/page.aspx?ID=PropriedadesdoAluminio&LN=PT>>.
Acesso em: 01 nov. 2016.