



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ARQUITETURA  
CURSO DE DESIGN DE PRODUTO

GUILHERME CARDOSO DA SILVA

**DISPOSITIVO PARA AUXÍLIO DE USUÁRIOS DE IMPLANTE COCLEAR NA  
PRÁTICA DE ESPORTES**

Porto Alegre

2013

GUILHERME CARDOSO DA SILVA

**DISPOSITIVO PARA AUXÍLIO DE USUÁRIOS DE IMPLANTE COCLEAR NA  
PRÁTICA DE ESPORTES**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
submetido ao Curso de Design de Produto,  
da Faculdade de Arquitetura, como  
requisito para a obtenção do título de  
Designer.

Orientador: Eduardo Cardoso

Porto Alegre

2013

GUILHERME CARDOSO DA SILVA

**DISPOSITIVO PARA AUXÍLIO DE USUÁRIOS DE IMPLANTE COCLEAR NA  
PRÁTICA DE ESPORTES**

Trabalho de Conclusão de Curso II submetido ao Curso de Design de Produto, da Faculdade de Arquitetura, como requisito para a obtenção do título de Designer.

Banca Examinadora:

---

Prof. Eduardo Cardoso – Orientador UFRGS

---

Prof. Fábio Teixeira – UFRGS

---

Prof. Fábio Pinto da Silva - UFRGS

---

Liliane Basso – Externo

Porto Alegre, ..... de .....de.....

Dedico esse projeto primeiramente aos meus pais, Maurício e Vilma, minhas irmãs, Luana e Carolina e minha namorada, Camila, pelo apoio incondicional e carinho nos momentos difíceis. Agradeço aos meus parentes, amigos, colegas e mestres pelo companheirismo e aprendizado ao longo dos anos. Faço um agradecimento especial ao professor Eduardo Cardoso, por me guiar ao longo desse projeto, sempre dedicado e entusiasmado.

*"Tudo parece impossível até que seja feito."*

(Nelson Mandela)

## RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo desenvolver o projeto de um produto que auxilie a prática de esportes por pessoas com deficiência auditiva usuárias de implante coclear de forma segura. Em primeiro momento a pesquisa de contextualização possibilitou o conhecimento mais detalhado do tema que foi abordado e o contato inicial com profissionais e usuários da área relacionada ao implante coclear. Na etapa de Projeto Informacional as entrevistas qualitativas com especialistas e usuários foi de grande importância para entender as necessidades do usuário e convertê-las de acordo com a pesquisa até chegar nos requisitos de projeto e nas especificações de projeto. Foi observado a prática da atividade esportiva pelo usuário através do método *Fly on the Wall*. No Projeto Conceitual a participação do usuário nas etapas metodológicas do projeto possibilitou entender com maior clareza o caminho que o produto deveria seguir. Demais etapas de geração de alternativas e seleção também foram realizadas. Foram desenvolvidos protótipos que auxiliaram na seleção da alternativa final. Através de validações do produto, desenvolveu-se uma proteção para o usuário de implante coclear na prática de esportes, se adequando ao estilo de vida do usuário e possibilitando a livre personalização do produto.

**Palavras-chave:** design de produto, implante coclear, prática de esportes.

## **ABSTRACT**

This Course Graduation Project aims to develop the project of a product which aids in sports for people with hearing impairment, users of cochlear implant securely. At first moment, the research context allowed a more detailed knowledge of the topic that discussed and initial contact with professionals and users of cochlear implant-related area. In the Informational Project, the qualitative interviews with experts and users step was of great importance to understand user needs and convert them according to the survey, until reach the design requirements and specifications of the project. The practices of sports were observed by user through the method Fly on the Wall. In the Conceptual Project, the user participation in methodological milestones enabled to understand more clearly the way that the product should follow. Other stages of generation and selection alternatives been made. Prototypes that assisted in the selection of the final alternative were developed. Through validation of the product, developed a protection for the cochlear implant user in sports, adapting to the lifestyle of the user and allowing free customization of the product.

Keywords: product design, cochlear implant, sports.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A estrutura do Ouvido Humano .....	24
Figura 2: Deficiência Auditiva .....	27
Figura 3: Implante Coclear - Unidade Interna.....	29
Figura 4: Implante Coclear - Unidade externa.....	30
Figura 5: Implante Coclear - Funcionamento.....	31
Figura 6: Usuário de implante coclear .....	32
Figura 7: Implante coclear - usuário B .....	59
Figura 8: Análise Harmony.....	71
Figura 9: Análise Opus 2 XS.....	72
Figura 10: Análise Protetor de cabeça de boxe.....	74
Figura 11: Análise Go Pro, case de proteção.....	75
Figura 12: Análise Sony Walkman Sport .....	76
Figura 13: Painel do estilo de vida.....	88
Figura 14: Painel da expressão do produto .....	89
Figura 15: Painel do tema visual - usuário.....	90
Figura 16: Painel do tema visual - autor .....	91
Figura 17: Persona Caio .....	92
Figura 18: Persona Clarissa .....	93
Figura 19: Persona Gabriel.....	94
Figura 20: Digitalização do implante coclear .....	96
Figura 21: Usinagem do modelo volumétrico de implante coclear.....	97
Figura 22: Fixação do Nucleus 5 .....	97
Figura 23: Geração de Alternativas - Matriz Morfológica .....	100
Figura 24: Seleção alternativa 1 - Os Seis Chapéus.....	102
Figura 25: Seleção alternativa 2 - Os Seis Chapéus.....	103
Figura 26: Simulação virtual alternativa 1 .....	104
Figura 27: Protótipo alternativa 1 .....	104
Figura 28: Simulação virtual alternativa 2 .....	105
Figura 29: Protótipo alternativa 2 .....	105
Figura 30: Seleção de alternativa 2 pelo usuário .....	106
Figura 31: Comparação protótipo de silicone .....	108
Figura 32: Fixação do case de silicone.....	108
Figura 33: Validação de fixação do produto .....	109
Figura 34: Apresentação do produto .....	111
Figura 35: Conceito do produto.....	112
Figura 36: Identidade visual.....	113
Figura 37: Padrão Cromático.....	113
Figura 38: Manti - formatação básica.....	114
Figura 39: Manti - formatação com carenagem.....	115



Figura 40: Padrão cromático aplicado ao case de silicone .....	115
Figura 41: Padrão Cromático aplicado a carenagem .....	116
Figura 42: Formatação para a prática de esportes com alto risco de impacto – adequação Caio .....	117
Figura 43: Ambientação - futebol .....	117
Figura 44: Formatação para usuários de dois aparelhos – adequação Clarissa .....	118
Figura 45: Ambientação - Vôlei .....	119
Figura 46: Formatação para a prática de esportes aquáticos – adequação Gabriel.....	120
Figura 47: Interação aparelho e case de silicone.....	122
Figura 48: Posicionamento do aparelho .....	123
Figura 49: Interação carenagem e case de silicone .....	124
Figura 50: Bandana de Neoprene.....	125
Figura 51: Sistema de fixação do case de silicone no acessório .....	126
Figura 52: Sistema Acqua à prova d'água da Cochlear .....	126
Figura 53: Interação do case de silicone com o sistema à prova d'água .....	127
Figura 54: Encaixe do case de silicone com o sistema à prova d'água .....	127

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Detalhamento das etapas da Metodologia .....	22
Quadro 2: Classificação em função da relação de cooperação e oposição .....	44
Quadro 3: Classificação em função das características do ambiente físico .....	44
Quadro 4: Sistema de Classificação dos esportes .....	46
Quadro 5: Classificação dos esportes mais praticado no Brasil .....	47
Quadro 6: Detalhamento das modalidades esportivas .....	48
Quadro 7: Relação entre Realidade, Experiência e Funções do movimento .....	50
Quadro 8: Entrevista com especialista .....	54
Quadro 9: Entrevista com usuário A .....	55
Quadro 10: Entrevista com usuário B .....	56
Quadro 11: Método Fly on the wall .....	58
Quadro 12: Conversão das necessidades do usuário em requisitos do usuário .....	63
Quadro 13: Diagrama de Mudge .....	64
Quadro 14: Priorização dos Requisitos de usuário .....	65
Quadro 15: Conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto .....	66
Quadro 16: Análise Nucleus 5 .....	69
Quadro 17: Análise Capacete Rugby .....	74
Quadro 18: Benchmarking Neptune .....	77
Quadro 19: Benchmarking Rondo .....	78
Quadro 20: QFD .....	81
Quadro 21: Priorização dos requisitos de projeto .....	82
Quadro 22: Conversão dos requisitos de projeto em especificações de projeto .....	83
Quadro 23: Especificações de Projeto .....	85
Quadro 24: Matriz de avaliação de posicionamento do aparelho .....	98
Quadro 25: Critérios de seleção .....	106
Quadro 26: Custos iniciais de fabricação do produto .....	121

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 PLANEJAMENTO DE PROJETO</b> .....	17
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	17
2.2 OBJETIVOS.....	19
2.2.1 Objetivo Geral .....	19
2.2.2 Objetivos Específicos.....	19
2.3 JUSTIFICATIVA.....	19
2.4 METODOLOGIA .....	21
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	24
3.1 SISTEMA AUDITIVO .....	24
3.1.1 Equilíbrio .....	25
3.2 PERDA AUDITIVA.....	26
3.3 IMPLANTE COCLEAR.....	28
3.3.1 Funcionamento do implante coclear.....	29
3.3.2 Perfil do candidato ao IC .....	32
3.3.3 Cuidados .....	34
3.4 TECNOLOGIA ASSISTIVA.....	36
3.5 ERGONOMIA .....	37
3.5.1 O enfoque centrado no usuário.....	39
3.5.2 Audição na Ergonomia.....	41
3.5.3 Antropometria .....	42
3.6 CLASSIFICAÇÃO DOS ESPORTES.....	42
3.6.1 Cenário de tendências gerais dos esportes no Brasil .....	47
<b>4 PROJETO INFORMACIONAL</b> .....	49
4.1 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS USUÁRIOS .....	49
4.1.1 Usuário Principal.....	50
4.1.2 Usuário Secundário.....	51

4.2 ELICITAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS USUÁRIOS .....	51
4.2.1 Pesquisa em material publicado .....	52
4.2.2 Entrevistas .....	52
4.2.3 Método <i>Fly on the wall</i> .....	57
4.2.4 Pesquisa Quantitativa - Questionário .....	60
4.3 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	62
4.3.1 Transformação das necessidades em requisitos de usuários.....	62
4.3.2 Valoração dos requisitos de usuário.....	63
4.3.3 Conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto .....	65
4.4 AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS PRODUTOS DISPONÍVEIS NO MERCADO .....	66
4.4.1 Análise diacrônica - Aparelho externo de implante coclear .....	67
4.4.2 Análise Sincrônica – Aparelho Externo de implante coclear.....	69
4.4.3 Análise de similares da função.....	73
4.4.4 <i>Benchmarking</i> .....	76
4.4.5 Conclusão da Análise comparativa de produtos e Benchmarking.....	79
4.5 PRIORIZAÇÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO.....	79
4.6 CONVERSÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO EM ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	83
<b>5 PROJETO CONCEITUAL .....</b>	<b>86</b>
5.1 CONCEITO DO PRODUTO .....	86
5.1.1 Definição do Conceito.....	86
5.1.2 Painéis Visuais.....	87
5.1.3 Personas.....	91
5.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS.....	95
5.2.1 Digitalização e usinagem do aparelho de implante coclear.....	95
5.2.2 Posicionamento do aparelho de implante coclear.....	97
5.2.3 Brainstorming .....	98
5.2.4 Matriz Morfológica .....	99
5.2.5 Primeira etapa de seleção das alternativas – Método dos Seis Chapéus .....	101
5.2.6 Segunda etapa de seleção das alternativas: Entrevista com usuário.....	103
5.3 VALIDAÇÃO DA ALTERNATIVA FINAL.....	107
5.3.1 Análise do primeiro protótipo .....	110
<b>6 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO .....</b>	<b>111</b>
6.1 CONCEITO FORMAL .....	112
6.1.1 Identidade Visual .....	112
6.2 PERSONALIZAÇÃO DO PRODUTO .....	114

6.2.1 Aplicações do produto: personas.....	116
<b>6.3 ESPECIFICAÇÃO DOS COMPONENTES.....</b>	<b>120</b>
6.3.1 Case de silicone.....	121
6.3.2 Carenagem.....	123
6.3.3 Bandanas.....	124
6.3.4 Acessório contra impactos de maior intensidade.....	125
6.3.5 Sistema à prova d'água.....	126
6.3.6 Variações e acessórios.....	127
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>129</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>135</b>
ANEXO A – Pesquisa Qualitativa – Questionário Online.....	135
ANEXO B – Definições Antropométricas.....	140
ANEXO C – Definições Antropométricas.....	141
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>142</b>
APÊNDICE 1 – Pesquisa Qualitativa – Perguntas Questionário Online.....	142
APÊNDICE 2 – Pesquisa de Painel Visual do usuário.....	143
APÊNDICE 3 – Matriz Morfológica.....	153
APÊNDICE 4 – Alternativas geradas na Matriz Morfológica.....	154
APÊNDICE 5 – Método Os Seis Chapéus.....	158
APÊNDICE 6 – Detalhamento Técnico.....	160

## 1 INTRODUÇÃO

Com base em Brown (2010), a sociedade precisa de novas escolhas. Se faz necessário o surgimento de novos produtos que equilibrem as necessidades da sociedade como um todo, novas ideias capazes de solucionar os desafios globais, como saúde, pobreza e educação. É preciso novas estratégias que resultem em diferenças que importam e tragam como propósito a inclusão de todas as pessoas envolvidas. Segundo Cardoso (2012), “A grande capacidade do design reside, hoje, precisamente em sua capacidade de construir pontes e forjar relações”. Brown (2010) acredita que o designer tem o papel de buscar estabelecer correspondências entre as necessidades humanas e os recursos tecnológicos disponíveis. Conforme o Comitê de Ajudas Técnicas:

A tecnologia assistiva é uma área de conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (ATA VII – Comitê de Ajudas Técnicas).

Baseando-se nas definições de Brown (2010) e Cardoso (2012), é possível inferir o quão importante é o papel do design no desenvolvimento de um produto baseado nos fundamentos da tecnologia assistiva, afetando diretamente o dia-a-dia do usuário, e por consequência alterando positivamente sua qualidade de vida.

O acesso às tecnologias de informação e comunicação tem impactado significativamente a forma como as pessoas se relacionam com o mundo. Essas mudanças afetam a realização de atividades do dia-a-dia, as relações humanas, o trabalho e a aprendizagem. Para as pessoas com algum tipo de deficiência, o desenvolvimento dos recursos de tecnologia tem possibilitado maneiras de interagir, de se comunicar e de participar em diversos contextos, superando as barreiras impostas por suas limitações e pelo meio (MARTINS, 2011).

O Processo de construção do indivíduo é afetado diretamente quando alguma deficiência o impossibilita de participar de atividades variadas, como atividades

esportivas. Tais atividades são de suma importância para o desenvolvimento pessoal. O esporte é reconhecido como um canal de socialização e inclusão social, na literatura são apresentadas indicações de benefícios proporcionados pela prática regular de esportes, atingindo diretamente a formação moral e de personalidade de seus praticantes. (VIANNA, 2009).

Segundo o Art.30 da Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência – Convenção da ONU (2007) “Os estados tomarão as medidas apropriadas para que as pessoas participem, em igualdade de oportunidades com as demais pessoas, de atividades recreativas, esportivas e de lazer”. A Convenção da ONU (2007) procura incentivar e promover maior participação das pessoas com deficiência nas atividades esportivas, onde surdos e deficientes auditivos fazem parte desse grupo.

O sistema auditivo é o que melhor se caracteriza como o “sistema de comunicação”, pois baseando-se em Gomes (2004) a audição é o sentido que melhor assimila uma informação ou conhecimento, sendo que o sistema auditivo tem melhor desempenho que o sistema de visão, nessas situações. A audição cumpre a função de melhorar a assimilação de uma determinada informação capturada pela visão. Conforme Gomes (2004), os sinais auditivos são utilizados quando há exigência extrema da capacidade visual, situação que se torna corriqueira na prática de esportes. Nesses casos, a audição serve como complemento, reforço ou substituição na interpretação dos sinais visuais, na presença ou inexistência deles.

Por definição “a deficiência auditiva é qualquer perda auditiva, independente da causa, do tipo de severidade, podendo ir desde uma perda leve até uma perda profunda” (SOUZA, 2012). De acordo com Bevilacqua (2009, apud SOUZA, 2012,p.7) O implante coclear tem sido usado em pessoas que têm ou desenvolveram perda auditiva severa ou profunda. A tecnologia tem sido usada nas últimas décadas como uma opção clínica de tratamento da deficiência auditiva. Porém os aparelhos não são devidamente projetados para a prática de esportes em sua grande parte, gerando insegurança e riscos ao usuário nas práticas esportivas.

Conforme Rabelo (2011), as pessoas que usam implante coclear podem nadar e praticar todas as modalidades esportivas possíveis, porém naquelas que envolvam risco físico deve ser utilizado algum tipo de proteção na região da cabeça. As únicas modalidades esportivas vetadas são aquelas que envolvem mudança súbita de

pressão, como mergulho e salto de paraquedas. A prática esportiva é liberada, porém algumas modalidades precisam da retirada da parte externa do aparelho, por questões de segurança, principalmente do equipamento.

Tendo em vista as necessidades de segurança e conforto para usuários de implante coclear que praticam esportes, principalmente considerando os ganhos físicos, sociais e psicológicos que o esporte proporciona, tem-se como problema a falta de um dispositivo que auxilie estes indivíduos a praticar esportes de maneira segura.



## 2 PLANEJAMENTO DE PROJETO

### 2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo o Censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 45 milhões de brasileiros possuem algum tipo de deficiência, aproximadamente 23,9% da população. A quantidade de pessoas com deficiência auditiva chega a 9,7 milhões, sendo 2 milhões com deficiência auditiva severa (1,7 milhões com grande dificuldade para ouvir e 344,2 mil são surdos) (IBGE, 2010). Os graus de perda auditiva são abordados detalhadamente no tópico 3.2.

Para solucionar a impossibilidade dos deficientes auditivos severos e profundos em ouvir, surgiu como alternativa o implante coclear (IC). O IC possibilita a estas pessoas ouvir e desenvolver a fala, e por consequência oportuniza o desenvolvimento de uma comunicação mais efetiva (ROCHA, 2012). O implante coclear é um dispositivo eletrônico capaz de substituir o órgão sensorial da audição.

Segundo Valle e Maia (2010), as implicações do uso do implante coclear e seus avanços tecnológicos fazem desse dispositivo o recurso mais avançado para o tratamento que visa desenvolver repertório de falante em crianças e jovens com deficiência neurossensorial profunda e severa. O funcionamento e aspectos gerais do implante coclear serão abordados detalhadamente no tópico 3.3 na fundamentação teórica.

Conforme o Programa Infantil Phonak (2013), existem mundialmente cerca de 120.000 usuários de implante coclear, sendo que no Brasil já foram feitas mais de 1.500 cirurgias para esse dispositivo. O Programa Nacional de Atenção à Saúde Auditiva do Ministério da Saúde viabiliza este tipo de cirurgia pelo Sistema Único de Saúde (SUS), mas convênios de saúde também já realizam o implante.

O procedimento cirúrgico engloba, além da cirurgia propriamente dita, todos os procedimentos pré-operatório e pós-operatório, seções de fonoaudiologia e treinamentos necessários para adaptação, e fornecem a parte externa do implante coclear, porém não custeiam a manutenção desse aparelho. Segundo a Politec Saúde

- Cochlear (2013), a manutenção de rotina inclui a conservação dos componentes externo limpos e livres de umidade, passagem pelo processo de desumidificação na sílica, e o uso cuidadoso do aparelho externo para evitar danos. Além disto, o microfone, o transmissor e os fios também devem ser substituídos periodicamente. Conforme mostrado na Análise de Similares (coleta e análise de dados), o custo do aparelho de implante coclear é elevado, o que prejudica a manutenção e a aquisição de novos aparelhos.

Representantes de fabricantes estrangeiros realizam importações de produtos para manutenção, pois diversas peças não são fabricadas no Brasil. Existem associações que ajudam na logística e na compra das peças, como a Associação dos Deficientes Auditivos, Pais, Amigos e Usuários de Implante Coclear (ADAP).

Apesar dos cuidados necessários, a prática de esportes não é restringida aos usuários de implante coclear. Conforme citado anteriormente, Rabelo (2011) frisa que usuários de IC podem praticar diversos tipos de esportes. Porém, necessitam cuidados na prática de esporte com risco de impacto e umidade na região do implante, visando tanto a preservação do aparelho externo quanto a parte interna do implante.

Segundo a Politec Saúde - Cochlear (2013), um dos modelos de aparelhos externos existentes no mercado da marca Cochlear pode ser usado durante a maioria das atividades esportivas. É recomendado que os componentes externos do sistema sejam protegidos contra impacto, umidade e calor excessivo. Ainda que não haja necessidade de precauções especiais ao praticar atividades como ciclismo, patinação e futebol, é recomendado o uso de algum tipo de proteção na região do implante, de acordo com cada esporte, porém, tal aparato ainda não é encontrado no mercado, o que obriga o uso de adaptações muitas vezes não adequadas conforme as orientações dos fabricantes.

## 2.2 OBJETIVOS

Os objetivos do projeto seguem abaixo. São divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

### 2.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver o projeto de um produto que auxilie a prática de esportes por pessoas com deficiência auditiva usuárias de implante coclear com segurança, tanto para o equipamento quanto para o usuário.

### 2.2.2 Objetivos Específicos

Abaixo seguem os objetivos específicos constatados para o projeto:

- Identificar e caracterizar o público-alvo;
- Identificar as necessidades dos usuários relacionadas à prática de esportes;
- Analisar os diversos tipos de produtos e tecnologias existentes no mercado ligadas direta e indiretamente ao implante coclear e à prática de esportes;
- Definir os requisitos de projeto e as especificações de projeto;
- Desenvolver o detalhamento e a documentação de projeto completa, assim como as validações pertinentes ao projeto executivo.

## 2.3 JUSTIFICATIVA

Autonomia é a condição de domínio no ambiente físico e social, preservando ao máximo a privacidade e a dignidade da pessoa que a exerce (SASSAKI, 1997). Para Sasaki (1997), ter maior ou menor autonomia significa que a pessoa com

deficiência tem maior ou menor controle nos vários ambientes físicos e sociais que ela queira ou necessite frequentar. Possibilitar que o usuário de implante coclear possa escolher a categoria de esporte que deseja praticar com segurança e plenitude, é proporcionar autonomia daquele ambiente físico e social. Segundo Sasaki (1997), numa situação social fechada onde várias pessoas estão interagindo, uma pessoa com deficiência poderia não ser suficientemente autônoma por não dominar as regras sociais daquele grupo.

Para Sasaki (1997), é preciso despertar o empoderamento das pessoas com deficiência. Para o mesmo autor, empoderar significa o processo pelo qual uma pessoa ou um grupo usa seu poder pessoal inerente à sua condição, para fazer escolhas e tomar decisões, assumindo assim o controle de sua vida. Assim, se faz necessário reconhecer a existência desse poder nas pessoas com deficiência, e que seja possível poder usá-lo quando lhes for conveniente.

Por meio do levantamento de dados, é possível afirmar que o implante coclear é um dispositivo que tem o objetivo claro de revitalizar a capacidade de ouvir do implantado, sendo projetado para tal atividade. O aparelho não é capacitado para prática de esportes, apesar de, com os devidos cuidados e assumindo-se o risco à integridade do produto e do usuário, ser possível a prática de algumas categorias. Todavia, não existe no mercado, hoje, algum dispositivo específico para auxiliar usuários de implante coclear na prática de esportes.

Com base nos conceitos de autonomia e empoderamento apresentados por Sasaki (1997), o presente trabalho tem o propósito de desenvolver um dispositivo que auxilie usuários de implante coclear na prática segura de esportes, tendo em vista a notória ausência de produtos específicos no mercado. Assim, o produto pode contribuir para elevar a autonomia e o empoderamento de seu usuário ao possibilitar a prática segura de determinado esporte, e desta forma, pode melhorar sua qualidade de vida e sua inclusão social, podendo também contribuir para melhoria da sua qualidade de vida e inclusão social.

## 2.4 METODOLOGIA

A definição da metodologia é de grande importância para o desenvolvimento do projeto, pois determina a estratégia que será tomada para o melhor alcance dos resultados.

A metodologia empregada no projeto baseia-se em Back *et al.*(2008), com o livro Projeto Integrado de Produtos. São utilizadas outras referências complementares, tais como Brown (2010), Kelley (2001), Baxter (1998) e Platcheck (2005). Além dos autores apresentados, serão usadas outras fontes de pesquisa durante o desenvolvimento do projeto.

O processo de desenvolvimento foi dividido em três etapas, conforme a metodologia adotada a seguir:

- Etapa 01 – Planejamento de Projeto;
- Etapa 02 – Projeto Informacional;
- Etapa 03 – Projeto Conceitual.

O planejamento de projeto, tem por definição a elaboração das estratégias de projeto. Esta etapa detalha o escopo de projeto e de produto, trazendo seus objetivos gerais e específicos, contextualização do problema de projeto e justificava, além de levantar referências bibliográficas.

O projeto informacional, destina-se à definição das especificações de projeto de produto. Segundo Back *et al.*(2008), para ser possível definir as especificações de projeto, é preciso primeiramente identificar as necessidades do usuário, sendo estas desdobradas em requisitos dos usuários. Com os requisitos dos usuários definidos, se estabelecem os requisitos de projeto, considerando atributos de acordo com usuário e solicitações de projeto. Conhecidos os requisitos de projeto, é feita uma avaliação comparativa dos produtos disponíveis no mercado, que permite verificar o atendimento dos requisitos dos usuários e requisitos de projeto de produto pelos mesmos.

A etapa informacional compreende a estrutura da pesquisa de projeto, onde são abordados: o público alvo, a análise dos produtos similares existentes no mercado

e as especificações dos requisitos dos usuários e requisitos de projeto. A análise de produtos similares é feita com base na metodologia de Platcheck (2005).

O projeto conceitual, tem como objetivo o desenvolvimento da concepção do produto. A definição de conceito do produto é o primeiro passo, e ocorre embasado nas informações coletadas no projeto informacional. A Geração de alternativas, seleção da melhor alternativa, detalhamento, simulação volumétrica computacional e física, renderes e protótipo contemplam o restante das atividades realizadas nesta etapa.

Para melhor entendimento, o Quadro 2 apresenta a estrutura dos passos da metodologia de projeto.

Quadro 1: Detalhamento das etapas da Metodologia

<b>Planejamento de Projeto</b>	
<b>Etapa 01</b>	Escopo do Projeto
	Objetivos
	Fundamentação Teórica
<b>Projeto Informacional</b>	
<b>Etapa 02</b>	Identificação e caracterização do usuário
	Elicitação das necessidades do usuário
	<i>Pesquisa em Material publicado</i>
	<i>Entrevista Estruturada com usuário</i>
	<i>Entrevista estruturada com especialista</i>
	<i>Fly on the Wall + Shadowing</i>
	Análise de Similares
	<i>Avaliação Comparativa   Platcheck</i>
	<i>Benchmarking   Ulrich e Eppinger, Baxter</i>
	Especificação de Projeto
	Conversão das necessidades do usuário em requisitos do usuário
	Valoração dos requisitos do usuário
	Conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto
	Priorização dos requisitos de projeto
Conversão dos requisitos de projeto em especificações de projeto	
<b>Projeto Conceitual</b>	
<b>Etapa 03</b>	Definição do Conceito
	<i>Painéis Visuais</i>
	<i>Personas</i>
	<i>Brainstorming</i>
	<i>Matriz Morfológica</i>

Geração de alternativas
<i>Método dos Seis Chapéus</i>
Prototipagem das alternativas
Seleção da Alternativa com o usuário
Validação da alternativa
Modelagem virtual
<i>Renders</i>
Prototipagem

Fonte: Elaborado pelo autor

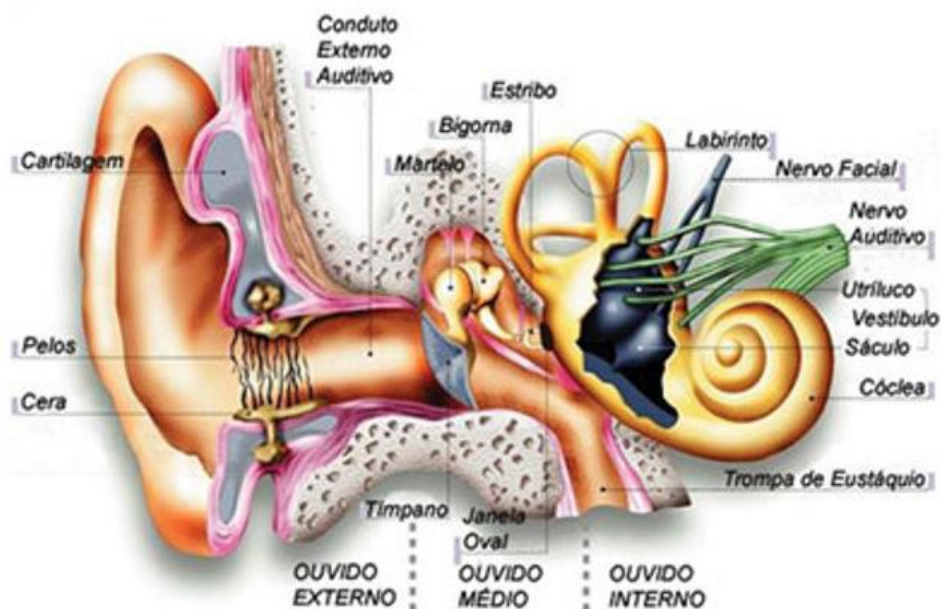
### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta o embasamento teórico para desenvolvimento do trabalho. Primeiramente busca-se caracterizar o usuário, as questões relativas à deficiência auditiva e o dispositivo de IC. Posteriormente apresentam-se conceitos relativos à tecnologia assistiva e design para aprofundamento na pesquisa visando embasar o desenvolvimento do projeto.

#### 3.1 SISTEMA AUDITIVO

A estrutura do ouvido é responsável pela percepção de movimento, percepção de força gravitacional e a audição. É nesta estrutura que se localizam os receptores sensoriais, sendo o local responsável pela recepção sonora do corpo humano (LAURENCE, 2005). A estrutura do ouvido é dividida em três regiões: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno. A figura 1 mostra o detalhamento dessas regiões.

Figura 1: A estrutura do Ouvido Humano



Fonte: Só Biologia (2013).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Disponível em: < <http://www.sobiologia.com.br/figuras/Corpo/ouvido.jpg>>. Acesso em maio de 2013



Segundo Amabis e Martho (1997), as regiões do ouvido têm suas funções detalhadas da seguinte maneira:

- a) **Ouvido Externo** – O pavilhão auditivo e o canal auditivo constituem a orelha externa, eles tem a função de conduzir as ondas sonoras até o tímpano, que marca o início da orelha média;
- b) **Ouvido Médio** – O tímpano é uma fina membrana, as ondas sonoras fazem o tímpano vibrar, essa vibração é transmitida aos três ossículos da orelha média, que são: o martelo, a bigorna e o estribo, nessa ordem. A vibração é amplificada ao passar de um ossículo para o outro, até atingir uma membrana chamada janela oval, que já é uma estrutura da orelha interna;
- c) **Ouvido Interno** – A janela oval marca o início da região interna da orelha. A janela oval comunica-se com um longo tubo enrolado, preenchido por líquido, conhecido como cóclea. As vibrações da janela oval são transmitidas para o líquido. Na superfície interna da cóclea, está o órgão espiral, onde se localizam os receptores. Eles detectam a vibração do líquido e estimulam o nervo auditivo. A informação é transmitida ao cérebro por impulsos bioelétricos, aonde a informação do som é interpretada.

Conforme Laurence (2005), “O órgão espiral é uma das estruturas mais delicadas do corpo humano”. Sons de alta intensidade e frequência prejudicam ou até mesmo destroem os receptores, ocasionando gradual perda auditiva. A intensidade do som é medida em decibéis(dB), sons acima de 90dB já podem provocar danos ao sistema auditivo. Em um show de música com amplificadores, a intensidade do som pode ultrapassar 100dB. A exposição frequente a sons de alta intensidade pode causar danos sérios à audição.

### 3.1.1 Equilíbrio

Segundo Laurence (2005), O sistema de equilíbrio é diretamente relacionado às estruturas que compõem o ouvido. Há uma estrutura ao lado da cóclea, formada por duas câmaras e por três canais semicirculares, e se comunica com a janela oval. A estrutura também é preenchida por líquido.

Os canais semicirculares detectam as modificações de posicionamento e percepção de força gravitacional. Quando é realizado algum tipo de movimento pela cabeça, o líquido localizado nas câmaras e nos canais semicirculares acompanham esse movimento. A movimentação do líquido estimula os receptores, que transmitem este estímulo em forma de impulsos para o cérebro e o cerebelo. Com esta ação torna-se possível a percepção de movimento. Esta explicação permite entender porque o corpo humano apresenta tontura quando gira e para bruscamente. O líquido adquire movimento de rotação junto à cabeça, porém quando o movimento cessa, o líquido continua girando devido à inércia, assim os receptores ainda passam a mensagem de movimento para o cérebro.

O entendimento do funcionamento auditivo é de grande importância para a compreensão do implante coclear, e por consequência para o desenvolvimento do presente projeto.

### 3.2 PERDA AUDITIVA

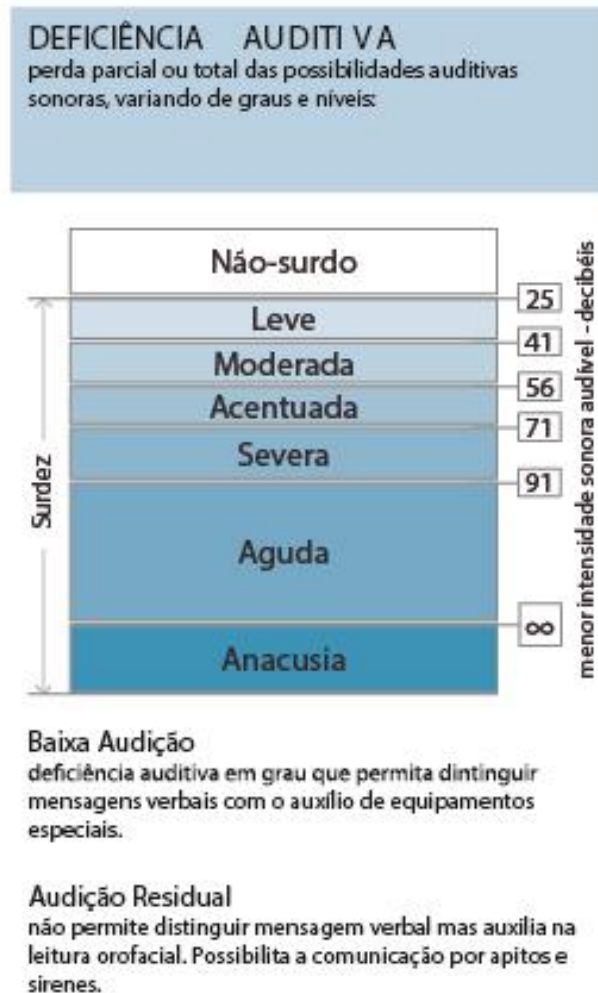
Segundo Souza (2012), a perda auditiva pode ser dividida em graus, o grau de perda auditiva é calculado em função da intensidade necessária para amplificar um som de modo que seja percebido pela pessoa surda. Ele é o resultado da média dos limiares em tom puro, dos quais são usados como unidade de medida os Decibéis(dB). Os graus de perda auditiva são separados em categorias, como mostra a figura 2.

“A perda auditiva ocorre em três diferentes segmentos de acordo com o comprometimento das vias auditivas” (SOUZA, 2012). Dependendo do segmento, as perdas são classificadas de forma diferente. Conforme Rocha (2012), as classificações podem ser:

- a) **Perdas condutivas** – Este tipo de perda ocorre no ouvido externo ou médio. Pode ser tratado, em sua grande parte, com medicamentos e cirurgias;
- b) **Perdas neurossensoriais** – Este tipo de perda ocorre no ouvido interno e/ou no vestibulococlear. Este tipo de perda é classificada como genética ou adquirida e geralmente não responde a tratamentos clínicos ou cirúrgicos. Dependendo do caso, são indicados para este tipo de perda o uso de aparelhos de amplificação sonora individual(AASI) ou os implantes cocleares;

- c) **Perdas relacionadas ao sistema nervoso central** – Essas perdas ocorrem devido a problemas na região do tronco encefálico e/ou cérebro, são tumores e doenças neurológicas que atingem as vias auditivas.

Figura 2: Deficiência Auditiva



Fonte: CARDOSO; COSTA (2011).

A perda auditiva neurossensorial é o tipo de perda que acomete o público usuário de implante coclear, tendo características que os tornam aptos para o uso do dispositivo.

Segundo definições de Souza (2012), a deficiência auditiva é adquirida por diversos motivos. Ela pode ser causada por problemas durante a gestação, como infecções ou uso de medicamentos inapropriados. Durante o nascimento a perda auditiva pode ocorrer por complicações que levem a diminuição de oxigênio do feto ou devido à incompatibilidade sanguínea entre a mãe e o bebê. Após o nascimento

outros problemas podem gerar a perda auditiva, como meningites, otites, medicamentos ototóxicos, algum tipo de trauma craniano ou exposição a ruído muito intenso, esta última conhecida como trauma acústico.

Estas fases de perda auditiva são categorizadas, são conhecidas como Pré-lingual, perilingual e pós-lingual (SOUZA, 2012)

- a) **Pré-lingual** – esta fase está relacionada com a perda antes da aquisição da linguagem. Não se sabe exatamente quando esta fase termina, geralmente quando uma criança apresenta perda auditiva antes de completar dois anos de idade, ainda é considerada fase pré-lingual;
- b) **Perilingual** – esta fase é determinada quando a criança apresenta perda de audição após adquirir alguma linguagem, porém ainda incompleta;
- c) **Pós-Lingual** – esta fase está relacionada com a perda auditiva quando a aquisição da linguagem já está completa e fluente;

Diversos fatores são levados em consideração para realizar o diagnóstico de um indivíduo com perda auditiva. Para Souza (2012) devem ser levados em consideração para o diagnóstico o grau e tipo de perda auditiva e a época em foi constatada.

O conhecimento teórico da perda auditiva beneficia o mapeamento e entendimento do público alvo, pois segundo Brown (2010) a exploração na pesquisa deve ser centrada no humano, ser centrada no usuário que fará o uso do produto que será gerado.

### 3.3 IMPLANTE COCLEAR

Em uma forma de explicação sucinta, o implante coclear é um dispositivo eletrônico que estimula diretamente o nervo auditivo, sem passar pelas células ciliares danificadas. Ele proporciona ao usuário um nível de audição útil e de melhor capacidade de comunicação. O IC é, segundo Souza (2012), um tratamento seguro, confiável e eficaz para a perda auditiva grave ou profunda tanto em adultos, como em crianças. “A tecnologia tornou possível aos indivíduos surdos e, em especial, às crianças, entrarem no mundo dos sons e, conseqüentemente, melhorar sua competência comunicativa em linguagem oral.” (SOUZA,2012).

O primeiro estudo sobre implantes cocleares teve início na Suécia, em 1950. Desde então, a tecnologia de implantes cocleares evoluiu de um dispositivo com um único eletrodo (ou monocanal) para um sistema complexo, que transmite informações sonoras detalhadas através de, atualmente, cerca de 22 eletrodos (COCHLEAR, 2010).

### 3.3.1 Funcionamento do implante coclear

Conforme Kurc (2009), o IC é uma prótese auditiva que propicia estímulos elétricos as fibras do nervo auditivo, para assim viabilizar a transmissão desses estímulos até o cérebro. Esta prótese desempenha as funções das células ciliadas da cóclea, que no caso de perda auditiva encontram-se deficientes ou inexistentes, e tem a função de desempenhar artificialmente a recepção e transmissão dos estímulos que as células ciliadas receberiam.

O aparelho de implante coclear é dividido em duas partes: o aparelho externo e o aparelho interno.

#### a) **Unidade Interna**

Figura 3: Implante Coclear - Unidade Interna



Fonte: Medical Expo, *the online medical devices exhibition*, 2013.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Disponível em: < [http://img.medicaexpo.com/images\\_me/photo-g/cochlear-implant-internal-part-74856-151177.jpg](http://img.medicaexpo.com/images_me/photo-g/cochlear-implant-internal-part-74856-151177.jpg) >. Acesso em maio de 2013

A unidade interna, Figura 3, é uma prótese computadorizada inserida cirurgicamente na cóclea com o objetivo de substituir parcialmente as funções do órgão espiral, fornecendo impulsos elétricos para o estímulo das fibras neurais remanescentes da cóclea (SOUZA,2012). Os eletrodos são conectados com um receptor(decodificador) que fica localizado na região atrás da orelha e abaixo da pele. Nesse receptor existe uma antena e um ímã, que servem para realizar a comunicação com a unidade externa do aparelho, servindo para fixação(ímã) e captação de sinais elétricos

### b) Unidade Externa

Figura 4: Implante Coclear - Unidade externa



Fonte: *International Council of Societies of Industrial Design*,2013.<sup>3</sup>

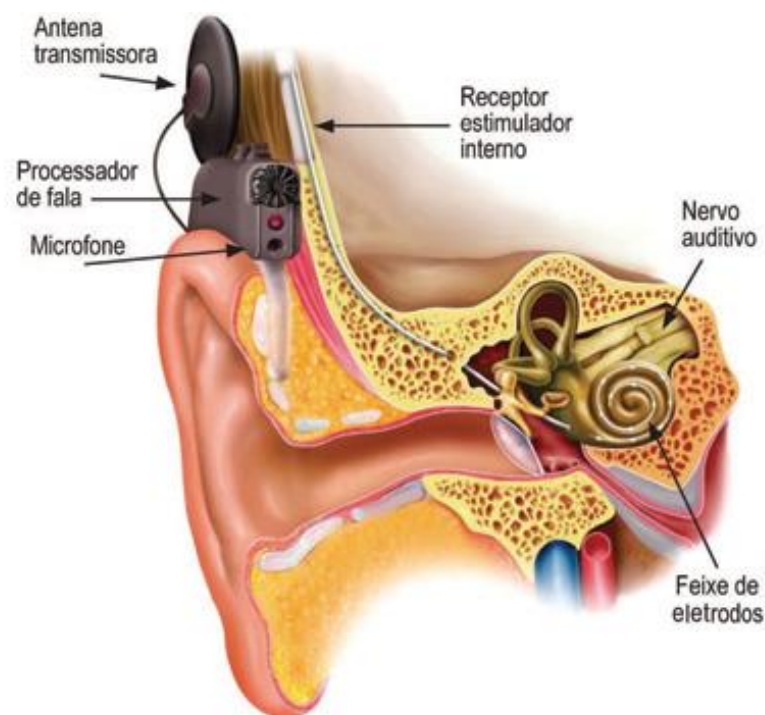
A unidade externa(Fig.4) é composta por três peças principais: uma antena transmissora, um processador de fala e um microfone de captação. Segundo informações da Cochlear(2010), a antena transmissora é composta de um ímã que tem a função de fixação, ela adere magneticamente à unidade interna, que também possui um ímã como descrito anteriormente. A função do microfone é captar o som do meio ambiente e o transmitir ao processador de fala. O processador seleciona e analisa os elementos sonoros, mensurando principalmente elementos de fala, ele codifica esses sons em impulsos elétricos e os transmite através de um cabo à antena transmissora.

---

<sup>3</sup> Disponível em: < <http://www.icsid.org/database/images/display/sb4c192de125664.jpg> >. Acesso em maio de 2013

Como mostra a Figura 5, a antena transmissora, que está ligada através do ímã com a parte interna, transmite através da pele por meio de radiofrequência, que faz a mensagem chegar até a unidade interna. O receptor, mencionado anteriormente, recebe essas informações. Através de um chip, converte os códigos em sinais eletrônicos e libera os impulsos elétricos pelos eletrodos, que concluem a função de estimular as fibras nervo auditivas. A Figura 6 mostra o aparelho em uso.

Figura 5: Implante Coclear - Funcionamento



Fonte: Aparelhos auditivos Brasil, 2013.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Disponível em: < <http://www.aparelhosauditivosbrasil.com.br/imagens/implante-coclear.jpg> >. Acesso em maio de 2013

Figura 6: Usuário de implante coclear



Fonte: SCIC, 2013.<sup>5</sup>

#### **- A diferença entre implante coclear e aparelho auditivo:**

Segundo Kurc(2009), o aparelho auditivo amplifica o som. Esse, mesmo amplificado pelos melhores aparelhos existentes no mercado, não pode proporcionar benefícios suficientes às pessoas com perda auditiva severa, aguda ou anacusia nos dois ouvidos. Isto acontece pois não importa o volume produzido, um sistema auditivo deficiente não consegue processar as informações, uma vez que possui células ciliares danificadas ou inexistentes.

O implante coclear, como explicado anteriormente, não amplifica o som. Através de seu sistema de funcionamento, ele capta o som e o transforma em impulsos que são transmitidos para o cérebro.

#### **3.3.2 Perfil do candidato ao IC**

Conforme FMUSP(2013), O perfil do usuário candidato ao implante coclear é o que apresenta deficiência auditiva severa, aguda e anacusia bilateral, que já fez uso de prótese auditiva, mas conforme citado anteriormente, não obteve resultado satisfatório. Os pacientes encaixam-se na determinação de perda auditiva pré-lingual, perilingual e pós-lingual. Abaixo, seguem as determinações para cada grupo:

---

<sup>5</sup> Disponível em: < <http://www.scic.org.au/wp-content/uploads/2012/04/SCIC-891-great-implant-photo.jpg> >. Acesso em maio 2013



a) Pré-Lingual/ Perilingual – recomenda-se para crianças de até 2 anos, com deficiência auditiva neurossensorial bilateral, com grau de perda severa, aguda ou anacusia, que não se beneficiaram do aparelho de amplificação sonora individual(AASI). Em crianças de 2 anos a 5 anos de idade os resultados são inferiores aos pacientes implantados até 2 anos;

b) Pós-Lingual – recomenda-se para pessoas com deficiência auditiva neurossensorial bilateral de grau de perda auditiva severa, aguda ou anacusia, que não se beneficiaram do AASI. Não há limitação de tempo, porém quanto maior o tempo sem audição, mais difícil será a obtenção de melhores resultados.

#### **- Critérios do SUS:**

Com o avanço das tecnologias e cada vez mais ser possível o uso do implante coclear, além de convênios de saúde, o SUS executa cirurgias de implante coclear, conforme as seguintes determinações:

O Ministro de Estado de Saúde, interino, no uso de suas atribuições legais e [...]considerando que a tabela do Sistema de Informações Hospitalares-SIH/SUS contempla procedimentos para atendimentos deste grupo de portadores de deficiência, considerando a necessidade de estabelecer critérios de indicação e realização de implante coclear, Considerando a necessidade de estabelecer normas para o cadastramentos de Centros/Núcleos para a realização dos implantes realizados, resolve:

Art 1º Aprovar, na forma do Anexo I, os critérios de Indicação e Contra-Indicação de Implante Coclear.

Art 2º Aprovar, na forma do Anexo II, as Normas para Cadastramento de Centros/Núcleos para a realização de Implante Coclear.  
(Portaria nº 1.278/GM Em 20 de outubro de 1999)

Segundo Portaria nº 1.278/GM Em 20 de outubro de 1999, para obter a liberação para o implante coclear será necessário aprovação nos seguintes critérios:

#### **1. Implante em Adultos:**

- a) Pessoas com surdez neurossensorial profunda bilateral com código linguístico estabelecido (casos de surdez pós-lingual ou de surdez pré-lingual, adequadamente reabilitados);
- b) Ausência de benefício com prótese auditiva (menos de 30% de discriminação vocal em teste com sentenças);

c) Adequação psicológica e motivação para o uso de implante coclear;

## 2. Implante em Crianças:

- a) Experiência com prótese auditiva, durante pelo menos três meses;
- b) Incapacidade de reconhecimento de palavras em conjunto fechado;
- c) Família adequada e motivada para o uso do implante coclear;
- d) Condições adequadas de reabilitação na cidade de origem;

É contraindicado nos seguintes casos:

- a) Surdez pré-lingual em adolescentes e adultos não reabilitados por método oral;
- b) Pacientes com agenesia coclear ou do nervo coclear;

### 3.3.3 Cuidados

O implante coclear necessita cuidados de uso, tanto para a parte externa como para parte interna. Segundo determinações da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo(2013), devem ser tomados os seguintes cuidados:

#### a) **É proibido:**

-Realizar exame de ressonância magnética ou chegar perto da sala de exame: o implante é composto de um metal que pode ser atraído violentamente pelo aparelho de ressonância magnética podendo levar a complicações graves. Existem alguns modelos que permitem realizar o exame em condições muito especiais, mas é obrigatório avisar o otorrino e o radiologista sempre que for solicitado um exame de ressonância magnética;

-Manter o aparelho desligado no pouso e na decolagem de aeronaves: funciona como qualquer aparelho eletrônico e pode interferir nos aparelhos de controle da aeronave;

-Uso de bisturi elétrico: é proibido o seu uso em pacientes com implante coclear pois podem queimar a unidade interna. Avisar o médico toda vez que for ser submetido a uma cirurgia;

**b) Podem ser realizados:**

- Ultrassonografia diagnóstica;
- Radiografia simples;
- Tomografia computadorizada;
- Luz ultra violeta de clínicas odontológicas;

**c) Podem alterar o funcionamento:**

-Sistema de detectores de metais: o implante coclear irá disparar toda vez que passar por estes dispositivos (geralmente estão presentes em portas de bancos e aeroportos);

-Radiação eletromagnética: monitores de computador, televisores, forno de micro-ondas. A proximidade deste dispositivos podem alterar a qualidade sonora ou interferir no transmissão de dados entre as unidades interna e externa;

-Sistema de vigilância de lojas: desligar o aparelho quando for passar através da porta de lojas que possuem sistema eletrônico de vigilância (são aqueles aparelhos que apitam quando alguém tenta sair com um produto sem passar pelo caixa). O implante coclear geralmente não dispara estes aparelhos, mas pode ocorrer distorção no som e desconforto para o usuário de implante;

Como informado anteriormente, a prática esportiva por usuários de implante coclear é liberada, mas necessita de cuidados. As modalidades que são realmente vedadas são aquelas que envolvam mudança súbita de pressão, como mergulho, saltos de paraquedas e *bung jump*. Segundo Rabelo(2011), práticas como natação são liberadas, necessitando somente a retirada do aparelho externo. Esta recomendação segue para prática de artes marciais em geral. Para esportes que envolvam algum perigo físico é indicado o uso de capacetes ou qualquer outra proteção na região da cabeça.

### 3.4 TECNOLOGIA ASSISTIVA

Em 16 de novembro de 2006 foi instituído, pela Portaria nº142, o Comitê de Ajudas Técnicas, com o objetivo de aperfeiçoar, dar transparência e legitimidade ao crescimento da Tecnologia Assistiva(TA) no Brasil.

O conceito de Tecnologia Assistiva é um conceito amplo, que promove os direitos humanos, possibilitando às pessoas com deficiência terem oportunidades de autonomia e independência em todos os aspectos. Segundo o CAT(2009), o desenvolvimento dos diversos elementos que englobam a TA, propiciam a valorização, integração e inclusão social não só de pessoas com deficiência, mas também de idosos, gestantes e de pessoas com mobilidade reduzida. Essa abordagem possibilita atingir cerca de 43,5% da população brasileira. Quando se contabiliza as famílias e pessoas que são atingidas indiretamente, o percentual aumenta para 70%.

A Tecnologia Assistiva tem assim, o objetivo de desenvolver ações práticas que garantam ao máximo os resultados pretendidos pelo usuário, no uso da tecnologia apropriada.

Mesmo quando os equipamentos são adequadamente indicados e a habilidade no uso do equipamento alcançada, é frequente seu abandono por parte do usuário, por diversas razões. (CAT, 2009)

O Comitê de Ajudas Técnicas(CAT), elenca alguns fatores que podem ser associados a uma maior chance de sucesso no uso da Tecnologia Assistiva, estes são:

- a) Fabricante – Produtos que tenham requisitos de projeto que atendam as necessidades de identidade do usuário, suas expectativas e funcionalidades. Os produtos precisam ser avaliados pelos usuários durante o desenvolvimento, precisam atingir critérios de utilidade, eficiência, segurança, durabilidade, estética e preço realista. Deve haver uma compreensão realista do uso do produto;
- b) Usuário – Buscar ativamente a ampliação de suas atividades funcionais, conhecer os próprios direitos, informar-se sobre o que a TA tem a oferecer de melhor para sua necessidade, usar produtos de TA como projeto de vida e não como uma maneira compensatória;

- c) Profissional – Identificar e avaliar as necessidades, capacidades e limitações dos usuários, considerar as opiniões e preferências do usuário bem como os valores culturais e familiares envolvidos, focar na avaliação de satisfação e conforto do usuário.

Segundo recomendações do Comitê de Ajudas Técnicas(2009), o sucesso do produto de tecnologia assistiva depende da ação de diversas áreas com um objetivo final em comum, o alcance do conforto e da satisfação das necessidades do usuário com deficiência, em todos seus ambientes, sendo pessoal, doméstico ou comunitário.

Faz-se necessária a inclusão dos usuários durante o projeto, para realizar a validação de protótipos e a avaliação do produto final e seus ajustes.

### 3.5 ERGONOMIA

A ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem. Entende-se trabalho, não somente aquele executado pelas interações entre máquinas e equipamentos, mas também toda atividade que demonstra interação entre o homem e uma atividade produtiva. Segundo Iida (2005), a ergonomia inicia-se estudando as características do usuário, para após desenvolver o projeto. A ideia é desenvolver um produto que seja de fácil uso/execução e preserve a saúde do usuário.

Os objetivos dos estudos da ergonomia procuram ressaltar a interação homem-máquina/sistema-ambiente, visando entender aonde existe troca de informações e energias, entender as interfaces do sistema e o resultado final do trabalho (IIDA, 2005). Interpreta-se “máquina”, como o objeto/produto de estudo, procurando entender sua interação. No caso o projeto procura entender a interação do usuário com o implante coclear, durante a prática de esportes e no possível uso de dispositivos ligados a atividade esportiva.

A associação Internacional de Ergonomia (IEA – *The International Ergonomics Association*), e a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO, 2007) adotam a seguinte definição referente a ergonomia:

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 ergonomistas 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. (ABERGO, 2007).

A abordagem da disciplina de ergonomia visa analisar a sistemática de interação das atividades humanas. Segundo Mont'alvão (2010), para os ergonomistas conseguirem dar conta da amplitude que a ergonomia alcança e poderem intervir nas atividades, é preciso uma abordagem holística de todo o campo de ação possível, verificando aspectos físicos e cognitivos, sociais, ambientais, etc. Para uma melhor definição, segundo Mont'alvão(2010), os domínios gerais de especialização da ergonomia são:

- a) **Ergonomia física:** Trata das características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, relacionados com a atividade física. Os tópicos relevantes incluem a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de postos de trabalho, segurança e saúde do trabalhador;
- b) **Ergonomia Cognitiva:** Ocupa-se dos processos mentais, como a percepção, memória, raciocínio e resposta motora, relacionados com as interações entre as pessoas e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem a carga mental, tomada de decisões, interação homem-computador, estresse e treinamento;
- c) **Ergonomia Organizacional:** Trata da otimização dos sistemas sócio-técnicos, abrangendo as estruturas organizacionais, políticas e processos. Os tópicos relevantes incluem comunicações, projeto de trabalho, programação de trabalho em grupo, projeto participativo, trabalho cooperativo, cultura organizacional, organizações em rede, teletrabalho e gestão da qualidade.

Procura-se estudar tanto as condições prévias ao projeto, como as consequências que ele irá ocasionar. Segundo Ilda (2005), tudo que é abordado é analisado de acordo com a conceituação do sistema humano-máquina-ambiente. Para Mont'alvão (2010), todas as abordagens e aplicações da ergonomia visam a

interface homem-sistema, com o propósito de modificar o projetar novos sistema de interação que aumentem a segurança, conforto e eficiência do sistema e da qualidade de vida que ele propicia.

Ergonomistas que seguem a corrente americana de interpretação homem-sistema, consideram as características gerais da máquina humana para adaptar melhor dispositivos a esse homem. Esta concepção privilegia a interface entre componentes materiais e os componentes humanos (MONT'ALVÃO, 2010). Segundo o autor, seguem abaixo as características que são consideradas:

- **Características Antropométricas:** Alturas, comprimentos e larguras de diferentes segmentos corporais;
- **Características ligadas ao esforço muscular:** Estudam-se as contrações musculares;
- **Características ligadas à influência do ambiente físico:** O calor, o frio, os agentes tóxicos, o ruído, as vibrações, etc.;
- **Características Psicofisiológicas:** O olho e o desempenho visual, o ouvido e o desempenho auditivo, em diversas condições;
- **Características dos ritmos circadianos:** é regulado a influência de perturbações sobre o sono, e mais abrangente, sobre a saúde.

Dentre as características citadas, agregam com grande peso para o desenvolvimento da pesquisa o conhecimento da teoria sobre as características antropométricas, as características de influência do ambiente-físico e as características psicofisiológicas. Segundo Mont'alvão (2010), os ergonomistas que seguem essa linha de conhecimento, conseguiram reunir uma massa considerável de informações e dados sobre a máquina humana e seus limites.

### 3.5.1 O enfoque centrado no usuário

Os argumentos recentes propõem a tese de que o operador, entende-se homem, e o sistema não são de mesmo peso e não tem a mesma representatividade em uma avaliação sobre a interação. Segundo Mont'alvão (2010), a visão moderna da ergonomia é centrada na pessoa, sendo essa pessoa que controla o sistema, que

opera e que dirige o seu curso e monitora as atividades. Como resultado disso, o operador é quem tem metas e desejos e quem pode mudar o sistema através das habilidades. Isso resulta na conclusão que o produto deve ser projetado com a visão do usuário e não mais na perspectiva do sistema homem-máquina. Seguem abaixo algumas definições levantadas por Mallin (2004):

**Ergonomia da Reabilitação:** Com a expansão da Ergonomia a outras áreas do conhecimento, surge uma nova linha de pensamento ergonômico, a linha de Ergonomia do Cuidado Médico e na Reabilitação, em consequência ao desenvolvimento da Terapia Ocupacional e da reabilitação profissional (MALLIN, 2004). Segundo Mallin (2004), o papel da ergonomia de reabilitação tem a função de reconhecer as limitações da pessoa com deficiência e tratar o entorno em função dessas limitações para beneficiá-los no desempenho da sua vida diária. A ergonomia de reabilitação é dividida em algumas categorias, abaixo serão abordadas duas categorias que são coerentes com o desenvolvimento do projeto.

- **Ergonomia para grupos especiais:** Esta categoria da ergonomia de reabilitação destina-se a desenvolver o projeto focado em grupos particularizados ao invés do enfoque tradicional da Ergonomia que abrange a maioria das pessoas. Segundo Mallin (2004), quando as pesquisas são realizadas para indivíduos específicos, esse estudo é encarado, do ponto de vista metodológico, como um estudo de caso. O critério para uma análise ergonômica dentro dos parâmetros de ergonomia de reabilitação devem ser focados na função ou a falta dela. Conforme Mallin(2004), a função pode ser determinada por uma avaliação de demandas da tarefa, junto com uma avaliação de habilidade de um indivíduo para conhecer essas demandas.

- **Design centrado no usuário:** Denomina-se design centrado no usuário o processo que considera o usuário como objetivo principal em cada fase do desenvolvimento do projeto. Segundo Mallin (2004), esse processo implica um envolvimento designer-usuário desde a análise do problema e planejamento, passando pelo desenvolvimento, avaliação, implementação e teste de novos produtos. Conforme Mallin (2004), uma das grandes dificuldades está na concepção em trabalhar com



dados dos fatores humanos, já que não há especificações sobre este usuário. Para uma melhor avaliação do usuário é preciso descrever equipamentos necessários, categorias e características desses usuários. Esta atividade pode ser difícil, devido à diversidade de características, o que sugere que o projeto seja desenvolvido na perspectiva do usuário.

### 3.5.2 Audição na Ergonomia

Como dito anteriormente, a função do ouvido é captar e converter as ondas de pressão do ar em impulsos elétricos, que são transmitidos ao cérebro para produzir as sensações sonoras. Segundo Lida (2005), se os olhos se assemelham a máquinas fotográficas, os ouvidos se assemelham a microfones.

Acerca da percepção do som, conforme Lida (2005), os movimentos mecânicos bruscos no ambiente produzem flutuações da pressão atmosférica que se propagam em forma de ondas que, ao atingir o ouvido, produzem a sensação sonora. O som tem por característica três variáveis: frequência, intensidade e duração. Na prática os limites de audibilidade dependem dessas três variáveis, a variação dessas variáveis é que caracterizam e diferenciam o som.

Segundo Lida (2005), o mascaramento acontece quando um componente reduz a sensibilidade do ouvido para um outro componente. Na prática, é o quanto é necessário de aumento da intensidade do som, para manter a mesma audibilidade em presença de outros sons. Na realidade nenhum som aparece sozinho, porque sempre há algum tipo ruído ambiental.

O efeito de mascaramento pode ser ocasionado também por equipamentos e materiais que abafam as intensidades geradas pelo som, prejudicando a audibilidade de modo geral.

### 3.5.3 Antropometria

Por definição, a antropometria é o estudo da forma e do tamanho do corpo humano, ou como remetem outros autores, é a ciência da mensuração e a arte da aplicação que estabelece a geometria física, as propriedades da massa e a capacidade física do corpo humano (HENRY DREYFUSS ASSOCIATES, 2005). O estudo da antropometria irá auxiliar na definição de tamanhos e medidas, possibilitando melhorar a compreensão do usuário e suas dimensões, sendo de grande importância para a construção dos requisitos de projeto.

Lida(2005) traz duas divisões para o desenvolvimento de projetos, abordando a antropometria como estática e dinâmica. Das divisões abordadas por Lida (2005), a antropometria dinâmica é a que mais se relaciona com o desenvolvimento do projeto em questão, já que o produto que será desenvolvido tem o foco na prática de esportes.

A antropometria funcional analisa as medidas associadas a análise da tarefa em si (IIDA, 2005). O alcance das mãos pode atingir valores diferentes de acordo com o tipo de ação exercida, como apertar ou girar um botão. Os valores das medidas obtidas na antropometria dinâmica e estática podem ser adaptados para a antropometria funcional.

Todas as medidas a serem usadas no desenvolvimento do projeto serão baseadas nas dimensões apresentadas por Henry Dreyfuss *associeates* (2005).

## 3.6 CLASSIFICAÇÃO DOS ESPORTES

Identificar características dos tipos de esportes praticados é de grande importância para o projeto. Essa classificação possibilita selecionar quais esportes serão abordados, sendo de grande importância para a definição dos requisitos de projeto e especificações de projeto.

Conforme Gonzalez (2004), as atividades motoras em geral tem sido o objetivo de diversas classificações, com o intuito de entender melhor seus elementos universais e entender as lógicas internas que permeiam a prática esportiva. As

classificações tem a intenção de mostrar e destacar os diversos aspectos relacionados à estrutura e/ou dinâmica do esporte (GONZALEZ, 2004)

Dentre as diversas classificações possíveis, Gonzalez (2004) resolveu dividir os esportes em quatro grandes grupos. Estes grupos não envolvem todas as modalidades possíveis, mas uma importante parte delas. Os critérios usados pelo autor para este primeiro quadro foi:

- a) Se existe ou não relação com os companheiros;
- b) Se existe ou não interação direta com adversário;

Conforme os critérios usados, Gonzalez (2004) combina estas duas classificações e gerou as seguintes categorias:

- **Esportes Individuais em que não há interação com o oponente:** são atividades motoras em que a atuação do sujeito não é condicionada diretamente pela necessidade de colaboração do colega nem pela ação direta do oponente;
- **Esportes coletivos em que não há interação com o oponente:** são atividades motoras que requerem a colaboração de colegas, mas não implicam na interferência de adversários;
- **Esportes individuais em que há interação com oponente:** são atividades motoras em que os sujeitos se enfrentam diretamente, tendo interferência direta do adversário;
- **Esportes coletivos em que há interação com o oponente:** são atividades motoras em que há colaboração dos colegas, há enfrentamento direto e interferência de adversários;

Conforme definições de Gonzalez (2004), foi montado o Quadro 2, seguindo as classificações de relação entre cooperação e oposição.

Quadro 2: Classificação em função da relação de cooperação e oposição

Esporte	Com interação com adversário	Sem interação com adversário
<b>Coletivo</b>	Basquetebol Futebol Futsal Voleibol	Ginástica Rítmica Nado sincronizado Remo
<b>Individual</b>	Judô Paddle Tênis de Mesa Tênis	Atletismo (provas de campo) Ginástica Olímpica Natação <i>Mountain-bike</i>

Fonte: Adaptado de Gonzalez, 2004.

Observa-se também o ambiente físico no qual é realizado a prática esportiva, pois a atuação dos participantes é afetada conforme o ambiente no qual está inserido (GONZALEZ, 2004). A interação nos ambientes no desempenho dos praticantes possibilita gerar no mínimo duas categorias, pois segundo Gonzalez (2004) levando em conta a variável “ambiente físico”, existem esportes que sofrem interação direta da variação do ambiente e outros não. Abaixo segue o Quadro 3 que estabelece esta classificação.

Quadro 3: Classificação em função das características do ambiente físico

Esportes sem estabilidade ambiental	Esportes com estabilidade ambiental
Remo Futebol <i>Mountain-bike</i> Atletismo (provas de campo)	Basquetebol Voleibol Judô Natação

Fonte: Adaptado de Gonzalez, 2004.

Segundo Gonzalez (2004), o processo de análise das características esportivas permite identificar, dentro das classificações feitas anteriormente, subcategorias que se vinculam a diferentes critérios. Conforme definições do mesmo autor, para esportes sem interação o critério utilizado é o do desempenho motor, ou seja, é utilizado o desempenho dos praticantes para designar o vencedor, comparando esses desempenhos. Já em esportes em que há interação com o adversário, a forma utilizada como critério é o objetivo tático, ou seja, é colocado um propósito que deve

ser alcançado. Segundo Gonzalez (2004), com as categorias citadas, é possível determinar as seguintes subcategorias:

- a) Esportes sem interação com adversário
  - Esportes de marca: são aqueles nos quais o resultado é um registro quantitativo de tempo, peso ou distância;
  - Esportes estéticos: são aqueles nos quais o resultado é a composição do movimento segundo padrões técnicos;
  - Esportes de precisão: são aqueles nos quais o resultado é a eficiência e eficácia de aproximar um objeto ou atingir um alvo.
  
- b) Esportes com interação com adversário
  - Esportes de combate ou luta: são aqueles que o resultado é baseado em disputas em que os oponentes devem ser subjulgados com técnicas, táticas e estratégias de desequilíbrio, combinando ataque e defesa;
  - Esportes de campo ou taco: são aqueles que o resultado ocorre quando a bola é colocada longe do alcance do adversário, oportunizando mais corridas que o adversário para pontuar.
  - Esportes de rede/quadra dividida: são aqueles que tem o objetivo de lançar/arremessar um móvel em setores aonde o adversário é incapaz de alcançar;
  - Esportes de invasão ou territoriais: são aqueles esportes que tem o objetivo de invadir o setor defendido pelo adversário procurando atingir a meta contrária para pontuar.

Com base nas categorias descritas, é possível montar um sistema que reúne um conjunto de classificações e permite localizar os diferentes tipos de esporte (J GONZALEZ, 2004). Com o Quadro 4 pretende-se mapear as variações esportivas conforme a classificação anterior para analisar os elementos comuns entre as modalidades, afim de definir quais categorias de esporte o projeto contemplará.

Quadro 4: Sistema de Classificação dos esportes

Relação com o adversário		Esportes em que há interação direta com adversário ou oposição direta						Esportes em que <b>Não</b> há interação com adversário direto ou sem oposição direta						
Relação com o objetivo		Invasão ou territoriais		Luta		Campo ou Taco	Quadra/rede dividida		Marca		Estético ou técnico		Precisão ou alvo	
Relação com o colega		individual	coletivo	individual	coletivo	coletivo	individual	coletivo	individual	coletivo	individual	coletivo	individual	coletivo
Relação com o ambiente	Com estabilidade		Basquete Futsal	Boxe Judô Caratê		Beisebol Taco	Tênis de mesa Tênis <i>Paddle</i>	Vôlei Tênis	Atletismo Natação	4X100 altetismo Remo	Ginástica Olímpica Skate	Ginástica rítmica Nado sincronizado	Tiro	Bocha <i>Curling</i>
	Sem estabilidade		Futebol				Tênis	Vôlei de praia	Atletismo Triatlo <i>Mountain-bike</i>	<i>Rafting</i>	Surf		Golfe	

Fonte: Adaptado de Gonzalez, 2004.

### 3.6.1 Cenário de tendências gerais dos esportes no Brasil

O Conselho Federal de Educação Física (CONFEF, 2006), publicou um estudo chamado Cenário de tendências gerais dos esportes e atividades físicas do Brasil, com o intuito de mapear quais são os esportes mais praticados pelos brasileiros. O método usado baseou-se no mapeamento da base de dados passada por instituições, gestores e especialistas das atividades esportivas em todo território nacional. Os resultados do estudo são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5: Classificação dos esportes mais praticado no Brasil

		Praticantes em milhões	
Modelidade		Brasil	Mundo
1º	Futebol	30,4	265
2º	Vôlei	15,3	500
3º	Tênis de Mesa	12	40
4º	Natação	11	N.I
5º	Futsal	10,7	N.I

Fonte: Adaptado de CONFEF, 2006.

A classificação apresentada por Gonzalez (2004) e o mapeamento dos esportes praticados no Brasil apresentado pelo CONFEF (2006), permitem especificar uma amostra de modalidades de esporte que serão levados em conta para o projeto. Desdobramentos futuros poderão ser feitos afim de abranger um maior de modalidades e atender as especificidades de cada uma, porém para a pesquisa atual, as modalidades serão descritas a seguir.

Foram definidas quatro modalidades, são elas: futebol, vôlei, tênis de mesa e natação. Essas modalidades justificam-se conforme as classificações apresentadas anteriormente. Segue o Quadro 6 que mostra o detalhamento de cada uma.

Quadro 6: Detalhamento das modalidades esportivas

<b>Futebol</b>	Coletivo Sem estabilidade do ambiente físico Territorial Interação com adversário Alta chance de impacto
<b>Vôlei</b>	Coletivo Com estabilidade do ambiente físico Quadra/rede dividida Com interação com adversário Alta chance de impacto
<b>Tênis de Mesa</b>	Individual Com estabilidade do ambiente físico Quadra/rede dividida Interação com adversário Pequena chance de impacto
<b>Natação</b>	Individual Com estabilidade do ambiente físico Marca Sem interação com adversário Pequena chance de impacto

Fonte: Elaborado pelo autor

A definição das modalidades foi baseada na pesquisa do Conselho Federal de Educação Física (2006) e na classificação desses esportes, identificando as diversidades de cada um e o quanto eles englobam a classificação geral apresentada por J. Gonzalez (2004). Outros esportes, assim como a prática profissional dos mesmos podem ser abordados em trabalhos futuros a partir da atual contribuição, uma vez que o presente trabalho restringe-se ao esporte enquanto hobby.



## 4 PROJETO INFORMACIONAL

Conforme Back *et al.* (2008), o projeto informacional tem por objetivo a definição das especificações de *projeto* de produto. Nesta etapa são realizadas diversas tarefas que buscam definições para auxiliar o desenvolvimento do produto a ser projetado. Com o objetivo de constatar as especificações de projeto, procura-se, primeiramente identificar as necessidades do usuário, sendo estas convertidas em requisitos do usuário. O próximo passo é a definição dos requisitos de projeto a partir da conversão dos requisitos de usuário.

Com requisitos de usuário e de projeto definidos, realiza-se uma avaliação comparativa com os produtos existentes no mercado, afim de constatar se esses produtos estão atendendo os requisitos identificados anteriormente (BACK *et al.*, 2008).

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS USUÁRIOS

O termo usuário é usado para identificar todas as pessoas que de alguma forma têm interesse ou que serão afetadas pelo produto ao longo de seu ciclo de vida (BACK *et al.*, 2008). Conforme Back *et al.* (2008), os usuários são considerados todos que em algum momento se envolvem com o produto, sendo no uso final ou no processo de fabricação. O termo usuário engloba pessoas, órgãos, ou instituições que interferem ou interagem de alguma maneira no produto a ser desenvolvido.

Para este projeto, serão definidos apenas os usuários que irão ter contato direto com o produto final, os usuários principais. Conforme Back *et al.* (2008), “Os usuários principais são as pessoas ou organizações que irão usar ou consumir o produto e devem ser considerados prioritariamente”. Nessa categoria serão inclusos todos os usuários que consomem o produto ou que são influenciados por eles.

#### 4.1.1 Usuário Principal

De acordo com o objetivo apresentado, para este projeto são considerados como consumidores principais os usuários de implante coclear. Tendo em vista a proposta do projeto de conseguir atingir a maior quantidade de usuários possível, procura-se estender ao máximo a faixa etária desse público-alvo. Por essa razão as restrições de idade acabam sendo mínimas.

Os estudos apresentados anteriormente sobre antropometria possibilitam desenvolver a pesquisa voltada para diversas idades, porém existem recomendações em relação à idade inicial para a prática de esportes. Scalon (2004) apresenta um estudo resumido sobre a interação da criança com o ambiente conforme a idade e a maneira que realiza esse contato. O Quadro 7 sintetiza a teoria do autor.

Quadro 7: Relação entre Realidade, Experiência e Funções do movimento

	<b>Realidade parcial</b>	<b>Experiências</b>	<b>Funções de movimento</b>
<b>Jogos Exploratórios (até 3 anos)</b>	Natureza; Matéria;	Experiências motoras e materiais	Função exploratória e produtiva
<b>Jogos de Papéis (a partir de 3 anos)</b>	Idioma; Situações de comunicação;	Experiências de linguagem; combinação de falar e atuar;	Função expressiva e comunicativa
<b>Jogos Exploratórios (a partir de 7 anos)</b>	Normas sociais: princípios como rendimento e competência e as regras e normas correspondentes	Experiência com sistemas sociais; formalmente institucionalizado	Função comparativa e estratégia

Fonte: Adaptado de Scalon, 2004.

Com base na teoria apresentada por Scalon (2004), o projeto irá abranger diversas idades, mas terá como base a idade inicial recomendada de 7 anos. Idade que a criança começa a ter aprendido nas experiências sociais.

#### 4.1.2 Usuário Secundário

Em qualquer fase da vida, o usuário de implante coclear terá contato com diversos tipos de pessoas em seu convívio diário direto, pessoas que irão interagir com maior profundidade ao longo da vida. Visto isso, os usuários secundários serão os familiares, amigos, professores, colegas. Pessoas que o indivíduo terá convívio social enquanto utiliza o produto.

#### 4.2 ELICITAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS USUÁRIOS

Após a identificação e caracterização do público-alvo, a coleta e identificação das necessidades dos usuários é uma etapa prioritária para o desenvolvimento do projeto. Segundo Back *et al.*(2008), a voz do usuário se constitui no principal e mais crítico passo para alcançar a qualidade ou competitividade de produtos.

Conforme Back *et al.*(2008), existem diversos métodos para realizar a busca das necessidades dos usuários. Para esse projeto, foram usadas as seguintes ferramentas: pesquisa em material publicado, entrevistas com usuários e especialistas, utilização do método *Fly on the wall* e o método de desdobramento da função qualidade (QFD – *Quality Function Deployment*). Segundo Back *et al.*(2008), a ferramenta do QFD é fundamentada na preocupação de que os produtos devem ser projetados para refletir os desejos, gostos e expectativas dos usuários, que devem ser considerados no desenvolvimento do produto. Conforme Back *et al.*(2008), o método QFD serve para documentar e visualizar as necessidades levantadas pelos métodos aplicados anteriormente e auxiliar no processamento das mesmas e suas transformações em requisitos de usuários e de projeto, priorização dos requisitos de projeto e sua transformação final em especificações de projeto. As próximas etapas serviram para elicitar as necessidades dos usuários e formular os campos do QFD, para posteriormente chegar nas especificações de projeto.

#### 4.2.1 Pesquisa em material publicado

Segundo Back *et al.*(2008) a pesquisa em material publicado fornece dados e diretrizes de necessidades dos usuários. Para se ter uma ideia inicial sobre o assunto e coletar algumas necessidades já iminentes, foi usado a pesquisa em sites e materiais de fabricantes de implante coclear e grupos de discussão de usuários.

A pesquisa em materiais de fabricantes e grupos de discussão de usuários teve utilidade para levantar pontos em relação às necessidades do usuário, que servem de questionamento e observação para as próximas etapas de pesquisa. Esses pontos analisados foram listados abaixo:

- a) Grupos de discussão: Coclear Livre(2012); Lobato(2013);
- b) Fabricantes: Med-El; Advanced Bionics; Cochlear; Clarion;

Pontos levantados:

- Resistência a umidade;
- Encaixe no corpo;
- Troca de peças;
- Capacidade de personalização;
- Proteções contra impactos;
- Acessórios de proteção contra impacto;
- Adaptação das peças;
- Uso de produtos que não são específicos para implante coclear;
- Manutenção de peças;
- Funções variadas;
- Acessórios diversos;

#### 4.2.2 Entrevistas

Entrevistas são particularmente úteis para obter a história por trás das experiências de vida do entrevistado (VIANNA et al, 2012). O propósito dessa técnica é constatar comportamentos, mapear padrões e identificar necessidades latentes do

usuário afim de se chegar nos requisitos do usuário e requisitos de projeto. Segundo Back *et al.*(2008), entrevistas estruturadas fazem parte das ferramentas recomendadas para captura das necessidades do usuário.

Foram realizadas entrevistas com uma especialista e dois usuários de implante coclear. Segundo Back *et al.*(2008) a gravação das entrevistas fornecem informações e ainda mantêm a essência da voz do entrevistado. As entrevistas tiveram duração média de quarenta e cinco minutos cada, sendo gravadas durante esse período. Segue abaixo os comentários de cada entrevista, os usuários foram identificados como A e B, com a intenção de preservar a identidade dos mesmos.

#### **a) Entrevista com especialista**

A entrevista foi realizada com uma Fonoaudióloga, responsável pelo setor de Fonoaudiologia no Hospital Santa Clara, dentro do Complexo Santa Casa em Porto Alegre. A profissional é responsável por realizar avaliações médicas para constatar se o paciente está apto para a realização do implante coclear. Realiza ainda todos os exames necessários pré-implante coclear e todas as avaliações e terapias para a adaptação do usuário após a realização do implante. Para fins de registro, a entrevista foi realizada no dia 13 de maio de 2013, às 16h no Hospital Santa Clara e durou em torno de uma hora.

A especialista explicou na primeira parte da entrevista as teorias e práticas em torno do implante coclear. Ela contou como é o funcionamento e procedimento para a execução do implante, o funcionamento do aparelho e as terapias necessárias para a adaptação do usuário, todas essas informações foram de grande valia para a evolução do projeto. A segunda parte da entrevista trouxe informações relacionadas às necessidades do usuário, foram comentários pertinentes que demonstram a visão e experiência da profissional no contato com seus pacientes e seu entendimento do dia-a-dia deles. Todas as informações levantadas com a profissional foram gravadas em áudio e serviram de base para a formulação das entrevistas com usuário e identificação dos requisitos do usuário. Segue Quadro 8 com as observações mais pertinentes da entrevista.

Quadro 8: Entrevista com especialista

Observações - Especialista	
1	"cuidados com contatos na cabeça"
2	" configurações dos programas de implante coclear, no controle. Ouvir quem ta perto ou longe"
3	" escuta rádio no aparelho, só conecta direto ali."
4	"Mãe com medo que a criança brinque com cachorro, medo de cair no chão, cachorro comer.."
5	" Preço total da cirurgia com aparelho em torno de 50.000, somente o aparelho externo em torno de 25.000"
6	" Conexões do sistema com a parte interna. Identificação com a parte interna de mercado"
7	" Perdeu controle do dispositivo, usava muito o controle"
8	"cair e acabar pisando no aparelho e quebrar"
9	" dificuldade para higienizar"
10	" possível trocar o imã, mas junta sujeira interna. Emperra o ima."
11	"junta sujeira aonde fica a bateria, emperra. Não tem proteção para higiene"
12	"Impacto muito forte pode danificar a parte interna"
13	" umidade no aparelho estraga"
14	"é preciso todo dia tirar o aparelho e colocar na sílica para tirar a umidade"
15	" talvez a prova da água, não precisaria da sílica"
16	"existe um auxílio da manutenção do aparelho, mas as peças são caras"

Fonte: Elaborado pelo autor

#### b) Entrevista com usuário A

O usuário A tem 25 anos de idade, sexo masculino, obteve o título de engenheiro agrônomo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O usuário A possui implante bilateral, ou seja, utiliza um implante em cada ouvido. Ele realizou o implante pelo Sistema Único de Saúde(SUS) no Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Ele possui perda auditiva progressiva, usava aparelho de amplificação auditiva até os 15 anos de idade, quando constatou que as dificuldade que estava enfrentando já eram grandes naquele momento da vida e que provavelmente aumentariam a partir daquele momento, então pesquisou com a família e tomou a decisão de realizar o implante coclear. Naquele momento foi feito um implante apenas no ouvido esquerdo. Com 24 anos ele resolveu realizar o implante no ouvido direito. Os dois aparelhos utilizados por ele são da marca Cochlear, modelo Nucleus 5, que será analisado posteriormente. Hoje, ele pratica diversos esportes, porém o que mais gosta é o futebol. Ele relata que quando vai jogar não usa o aparelho com receio de danificalo. Por tomar essa decisão ele comenta que acaba jogando mais atrás, pois não escuta quando avisam que o adversário está próximo, ou quando a bola está vindo, etc. Ele explica que gostaria de escutar durante a partida, não tendo o desempenho como objetivo principal, mas sim o simples fato de poder escutar. Para fins de registro, a

entrevista foi realizada no dia 15 de maio de 2013, às 10h e 30min na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Com base nas informações levantadas na parte teórica do trabalho e nos comentários da especialista, a entrevista com usuários teve como objetivo direcionar-se para a experiência de vida do usuário, procurando entender suas vivências, desejos e opiniões, para que fossem identificadas as necessidades. Foi possível coletar comentários que mostram suas dificuldades e seus desejos do dia-a-dia. Estas informações são de grande valor para a definição dos requisitos do usuário. Segue abaixo o Quadro 9 com as observações levantadas pelo usuário.

Quadro 9: Entrevista com usuário A

Observações - Usuário A	
1	“ não joga no ataque pois não escuto quando me chamam, avisam quem vem de trás”
2	“suar no aparelho é ruim, mesmo com as borrachas, entra sujeira no microfone”
3	“ nucleus 5 é mais resistente a água e umidade, porém não à prova”
4	“ imagina, tu leva uma bolada aqui no aparelho...”
5	“ um capacete de futebol americano deve ser desconfortável para futebol”
6	“ Um aparelho que permitisse nadar com ele..”
7	“ Uma das vontades que eu tenho, escutar o som embaixo d’água”
8	“Eu gosto do implante, não tenho problemas que apareça.”
9	"mostra o que conquistei"
10	“ Poderia ficar mais bonito, compacto com a cabeça”
11	“junta sujeira aonde fica a bateria, emperra. Não tem proteção para higiene”
12	“Gosto da minha cor, esse grafite..”
13	“Eu tenho uma deficiência e sou capaz, não é aquele estigma de coitadinho que não sai de casa”
14	“um acessório que trouxesse benefício e não for desconfortável”
15	“ o esporte é integrador”

Fonte: Elaborado pelo autor

### c) Entrevista com usuário B

O usuário B foi indicado pela especialista entrevistada anteriormente. Ele tem 23 anos de idade, do sexo masculino, cursou Educação Física, mas ainda não concluiu a graduação. Trabalha de auxiliar administrativo na Organização dos Advogados do Brasil. O usuário B tem Otosclerose, uma calcificação na estrutura do

ouvido médio que ocasionou uma perda auditiva gradual. Ele fez uso de aparelho de amplificação auditiva, porém chegou um momento que não fez mais efeito, foi quando ele decidiu com seu médico realizar o implante coclear. Ele é implantado há dois anos, possui somente um implante no ouvido esquerdo. Os tratamentos e processos cirúrgicos foram feitos no Hospital Santa Clara, que fica dentro do complexo Santa Casa em Porto Alegre. Como o usuário A, ele também usa o aparelho Nucleus 5 da empresa Cochlear. A prática de esportes desse usuário se restringe ao futebol e academia. O futebol é praticado semanalmente em jogos de campo aberto. Diferente do usuário A, ele utiliza o aparelho para jogar futebol. O usuário B relata que sabe dos riscos para ele e para o aparelho, porém tenta prevenir usando um boné para realizar a proteção, ele conta que já caiu algumas vezes durante o jogo, mas devido à corrida, e não a impacto direto no local. Ele relata que os microfones falham ao final da partida devido ao suor e como ele joga frequentemente, terá que enviar logo o equipamento para manutenção.

O entrevistado apresentou diversas observações que transparecem claramente suas necessidades para a prática de esportes com segurança. As informações dadas por ele foram coerentes com as entrevistas anteriores, mostrando que as suas demandas transcendem o gosto pessoal e passam ao nível da necessidade real de um usuário de implante coclear que pratica esportes. Segue o Quadro 10 as observações levantadas pelo usuário.

Quadro 10: Entrevista com usuário B

Observações - Usuário B	
1	“ três anos de garantia, depois tem que pagar garantia estendida para manutenção do aparelho”
2	“comprar sílica quando acaba, dura cerca de 2 meses”
3	“ às vezes esqueço de colocar na sílica”
4	“uso o boné para segurar o imã e proteger o aparelho e minha cabeça”
5	“ suor é ruim no aparelho, na parte de cima não tem problema suar”
6	“problema do suor no aparelho e no microfone”
7	“é bem melhor usar o aparelho para jogar futebol”
8	“tava jogando de costas, me chamaram e virei”
9	“o barulho de bater na bola, parece pouco mas é importante”
10	“ Eu esqueci que estava com o aparelho e cabeciei, ainda bem que não quebrou”
11	“Não vou em dividida no alto”
12	“ Eu não me importo que olhem, até perguntam o que é, acho legal”
13	“É legal ter algo bonito para usar, até melhor para praticar”
14	“ algo estilo as chuteiras da nike...”
15	“ algo maior! Ao invés de uma coisa pequena”
16	“ uma coisa para segurar! Algo pro suor e para segurar na cabeça”
17	“ é legal ter algo até para academia, correr na esteira.. e o suor”
18	“ eu não sei qual a marca do meu aparelho”

Fonte: Elaborado pelo autor



**Conclusões das Entrevistas:** Foi possível através desse método levantar observações das necessidades do ponto de vista de um especialista e confirmá-las com os relatos dos usuários. O método qualitativo de entrevista possibilitou, além de respostas e observações com maior profundidade, conhecer melhor a experiência de vida dos entrevistados, o que de fato enriquece o processo de pesquisa. Estas observações foram unidas aos resultados dos métodos a seguir para chegar aos requisitos de usuário e posteriormente aos requisitos de projeto.

#### 4.2.3 Método *Fly on the wall*

As entrevistas realizadas trouxeram grandes avanços para a pesquisa, e para confirmar os dados obtidos é necessário entrar em contato, não somente com o depoimento dos usuários, mas com a prática esportiva em si. Se fez necessário a busca de outro método que pudesse avaliar a interação do usuário de fato, para que o ponto de vista do pesquisador confirme e complemente o ponto de vista do usuário.






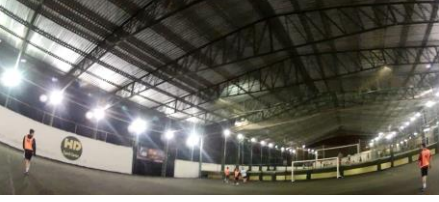
A IDEO, empresa de design com reconhecimento mundial, tem em uma de suas maiores características o desenvolvimento de projeto focado no usuário. Um dos métodos criados pela empresa foi a coleção IDEO *Methods*, que são 51 cartas que mostram os diversos métodos adotados para que seja possível entender melhor o usuário do projeto que estão desenvolvendo (IDEO, 2002).

Entre os 51 métodos apresentados pela IDEO, foi selecionado o método *Fly on the Wall*, traduzido literalmente como “Mosca na Parede”. Esse método consiste em observar e gravar o comportamento do usuário sem interferir em suas atividades. Segundo IDEO (2002), esse método é uma forma útil de ver o que as pessoas estão realmente fazendo dentro de seus contextos reais, ao invés de aceitar somente o que dizem ter feito e suas visões sobre o ocorrido. Esse método condiz com o que se busca no projeto e será possível aprofundar pontos que foram identificados durante as entrevistas.

O usuário B se dispôs a participar do estudo, assim sendo observado em uma partida de futebol *society*, esporte semelhante ao futebol de campo, porém com extensões de quadra menores, sete jogadores para cada time e terreno de grama sintética. O estudo ocorreu na sede HD Centro gaúcho, em Porto Alegre. A partida ocorreu dia 21 de maio de 2013, às 19h e teve duração de 1h. Para realizar a

observação foram usadas duas câmeras, uma Canon t2i 550D que fazia a função de filmar o jogo externamente e uma câmera Go Pro Hero2 que ficou acoplada na cabeça de um jogador do time adversário ao do usuário em estudo, com a função de acompanhar sua movimentação e ações. Na partida o usuário B está vestido com uma camisa branca com uma listra azul e uma preta horizontal, boné azul e calção preto. Segue no Quadro 11 os principais pontos constatados na partida.

Quadro 11: Método *Fly on the wall*

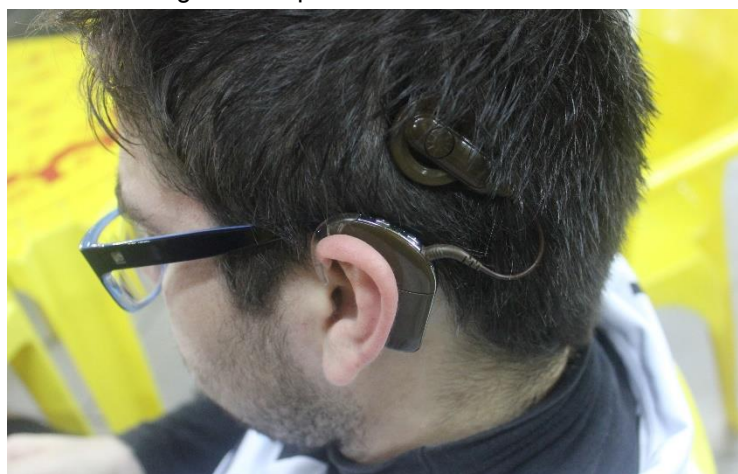
	Trechos	Observações	Interpretações
1		Domina a bola e escuta o colega pedindo e passando	Implante com captação de som clara, propicia noção de espaço ao usuário
2		corresponde ao aviso de que tinha um adversário perto, feito pelo companheiro	O uso do implante no futebol usufruir da vantagem sonora que é dada.
3		Boné protege o aparelho o escondendo	Apesar de não ser o ideal, boné propõem-se a realizar a proteção contra impactos
4		Corre com intensidade, implante aparentemente continua fixo.	A fixação do aparelho mostra-se resistente até certo ponto, porém existe o auxílio do boné.
5		Recebe a bola de costas, é avisado que tem adversário e reage	Novamente o auxílio da audição no desempenho do usuário
6		Evita a dividida com o adversário	Receio de impacto

7		Ajusta o boné com o implante coclear	Imã do implante cai, é preciso tirar o boné e ajustar o aparelho.
8		recebe a bola sendo quando gritam e marca o gol e comemora	Implante auxilia no desempenho e no lado emocional

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a aplicação do método, foi realizada uma pequena entrevista com a finalidade de extrair mais algum dado complementar ao método. Foi possível notar, primeiramente, que o usuário já não escutava com qualidade e atendeu ao chamado da entrevista por leitura labial, técnica que usou posteriormente para responder algumas perguntas. Em resumo, ele cita com ênfase o quanto o suor é prejudicial em seu aparelho e por isso tem danificado os microfones, além de citar brevemente o receio de tomar “boladas”, mas que prefere arriscar. A Figura 7 mostra o usuário B com o aparelho após o término da partida.

Figura 7: Implante coclear - usuário B



Fonte: Registro do autor

**Conclusões sobre o método:** Com esta pesquisa foi possível identificar, por meio da prática do usuário, as dificuldades e vantagens em usar o implante coclear na prática esportiva.

Quando é utilizado um boné para proteção, sendo que ele não foi fabricado para esse fim, o usuário demonstra claramente sua necessidade e realiza a tentativa de supri-la de qualquer maneira, já que no caso essa proteção é imprescindível para o indivíduo implantado.

Demonstrações de entusiasmo e interação clara com a equipe durante o jogo, mostram que o usuário acredita que vale a pena arriscar o aparelho que faz uso para ter tais experiências. O uso do aparelho na prática esportiva para o usuário não tem somente o objetivo de melhorar o desempenho, mas de melhorar sua interação social e emocional com o esporte.

#### 4.2.4 Pesquisa Quantitativa - Questionário

Os métodos de pesquisa quantitativa, de modo geral, são utilizados quando se quer medir opiniões, reações, sensações, hábitos e atitudes de um universo (RUTTER; ABREU, 1994). Conforme Gil (1978, *apud* Mont'alvão et al.2009), define o questionário como a técnica de investigação composta por um número de questões por escrito apresentadas às pessoas, tendo como objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, expectativas e situações vivenciadas.

O presente projeto procurou aplicar o método neste momento com a função de confirmar as observações levantadas anteriormente e, se possível, obter novas contribuições. Além disso, tem-se o objetivo de verificar a aceitação do projeto em si. Para tal propósito foi elaborado e aplicado um questionário online basicamente formado de perguntas fechadas voltado para os usuários de implante coclear em geral. As perguntas fechadas especificam previamente todas as respostas possíveis, as perguntas abertas têm o objetivo de propiciar ao entrevistado a possibilidade de expressar suas opiniões e observações (KOTLER, 2006).

A pesquisa foi realizada pela internet, usando a ferramenta de formulário de pesquisas do Google Drive. O questionário foi aplicado no período do dia 23 de junho de 2013 até o dia 29 de junho de 2013, totalizando o alcance de 14 usuários de implante coclear. O número de participantes parece reduzido, porém levado em conta os objetivos do questionário e o universo de usuários de implante coclear no Brasil, acredita-se serem válidos os dados obtidos. A pesquisa foi difundida basicamente em grupos fechados de usuários de implante coclear em redes sociais. Segue abaixo uma análise feita dos principais itens questionados na pesquisa.

- **Idade e Sexo:** 50% público masculino e 50% público feminino. As idades dos usuários concentraram-se dos 10 aos 25 anos e dos 31 aos 35 anos;

- **tempo de implante coclear:** o tempo de uso do implante coclear de 50% dos entrevistados fica em torno de 1 a 4 anos, 29% concentra-se entre 5 a 8 anos de implante, 21,4% dos entrevistados possuem o implante a mais de 9 anos.

As respostas do questionário foram favoráveis quanto a aceitação dos usuários com a aparência do implante coclear no dia-a-dia, numa escala de um a cinco, 43% dos usuários registraram o grau 3. Todos os que responderam sinalizam que praticam algum tipo de esporte, porém afirmam ter alguns receios na prática esportiva. Foram levantados comentários como “Impacto na região da cabeça e do aparelho”, “não molhar” no sentido de não ter umidade em contato com o aparelho, e até uma afirmação de um dos entrevistados que diz “jogo sem implante”. Essas respostas complementam as observações obtidas nas entrevistas com usuários e especialista e comprovam a argumentação levantada.

No final da pesquisa se buscava entender o quão receptivo seria o usuário em relação a um novo aparelho e/ou um dispositivo de proteção para auxiliar na prática de esportes. As duas hipóteses foram bem aceitas, em relação a um novo aparelho de IC que possibilitasse a prática esportiva, 43% responderam 5 em uma escala de 1 a 5, dizendo que trocariam seu aparelho atual por um novo aparelho, mesmo com o alto custo no mercado atual. Para a segunda pergunta, relacionada ao dispositivo para prática de esportes, 64% responderam 5 na escala de 1 a 5, dizendo que comprariam um dispositivo que o auxiliasse na prática de esportes. Para complementar as informações anteriores, foi perguntado se o usuário já havia trocado o aparelho externo, 43% responderam que sim e apresentaram diversos motivos, como “atualização do aparelho”, “5 anos de uso” e “troca de tecnologia”.

Esta pesquisa serviu para trazer observações e confirmar levantamentos feitos nas etapas anteriores. Os dados completos podem ser visualizados no Apêndice A.

### 4.3 ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

As especificações de projeto são de extrema importância, pois propiciam o entendimento e a descrição do problema na forma funcional, quantitativa e qualitativa, formalizando a tarefa de projeto (BACK et al., 2008) Essa etapa fornece a base sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e tomadas de decisão para futuras etapas.

#### 4.3.1 Transformação das necessidades em requisitos de usuários

Primeiramente, foi feita a triagem das informações coletadas com os usuários afim de identificar as que expressassem as qualidades que os mesmos querer em um novo produto. Segundo Back *et al.*(2008), as observações feitas pelos usuários devem ser classificadas e agrupadas de modo a formar as necessidades que sejam representativas.

Segundo Back *et al.* (2008), para o desenvolvimento do processo é conveniente que as necessidades sejam desdobradas ou agrupadas nos requisitos dos usuários. Conforme afirmações do mesmo autor, as necessidades dos usuários são traduzidas para os requisitos de usuários fazendo uso de uma linguagem mais compacta e apropriada para melhor entendimento quando for realizar o desenvolvimento.

As informações coletadas propiciaram a identificação das necessidades dos usuários e estas foram convertidas em requisitos de usuários. Também foram criados atributos a cada requisito de usuário. Segundo Back *et al.* (2008) a conversão pode ser feita com base em atributos de qualidade do produto. Segue o Quadro 12 com as definições dos requisitos de usuários e atributos.

Quadro 12: Conversão das necessidades do usuário em requisitos do usuário

Observações	Requisitos dos usuários	Atributos
"cuidados com contatos na cabeça"	Segurança na região da cabeça	Segurança
"configurações dos programas de implante coclear, no controle. Ouvir quem está perto ou longe"	Versátil ao uso	Versatilidade
"Mãe com medo que a criança brinque com cachorro, medo de cair no chão, o cachorro comer.."	Ter boa fixação	Fixação
"Uma das vontades que eu tenho, escutar o som embaixo d'água"	Adaptável ao uso	Funcionalidade
"Gosto da minha cor, esse grafite.."	Adaptável ao gosto	Personalizável
"É legal ter algo bonito para usar, até melhor para praticar"	Ligação emocional	Estética
"Um acessório que trouxesse benefício e não for desconfortável"	Adequado ao uso	Ergonomicidade
"Uso o boné para segurar o imã e proteger o aparelho e minha cabeça" "problema do suor no aparelho e no microfone"	Ser resistente a impactos e umidade	Robustez
"Configurações dos programas de implante coclear, no controle. Ouvir quem ta perto ou longe"	De uso intuitivo e facilitado	Usabilidade
"Preço total da cirurgia com aparelho em torno de 50.000, somente o aparelho externo em torno de 25.000"	Manutenção facilitada	Mantenabilidade
"Eu esqueci que estava com o aparelho e cabeceei, ainda bem que não quebrou"	Resistência	Materiais

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.3.2 Valoração dos requisitos de usuário

Para realizar a valoração dos requisitos de usuário foi usado o Diagrama de Mudge. Segundo Possamai (2009), a técnica de Diagrama de Mudge analisa o grau de importância e relevância de uma função do produto para o usuário, hierarquizando-as e comparando-as, para posteriormente se estabelecer aquelas que são mais significativas e que merecem atenção especial no projeto de produto. Essa técnica possibilitou realizar a análise e valoração dos atributos selecionados anteriormente, para constatar a devida importância de cada um no projeto. Segundo Back *et al.* (2008), em tese todos os usuários expressam seus interesses como sendo os mais importantes, mas os requisitos de usuários identificados devem ser ponderados

através da comparação de outros parâmetros de avaliação, com a possibilidade de ter seu valor de importância alterado.

O método solicita o uso de graus de avaliação para que os resultados transpareçam a realidade. Para tal avaliação foi usado uma escala de avaliação de 1 a 5, onde:

- grau 1 – item *Linha* é menos importante que o item *Coluna*;
- grau 3 – item *Linha* é de mesma importância que o item *Coluna*;
- grau 5 – item *Linha* é mais importante que o item *Coluna*;

Segue abaixo no Quadro 13 o Diagrama de Mudge executado:

Quadro 13: Diagrama de Mudge

	A- Segurança	B- Versatilidade	C- Fixação	D- Funcionalidade	E- Personalizável	F- Estética	G- Ergonomicidade	H- Robustez	I- Usabilidade	J- Manutenibilidade	K- Materiais	total	%
A- Segurança		5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	46	13,9%
B- Versatilidade	1		3	1	3	3	1	1	3	3	1	20	6,0%
C- Fixação	1	3		3	5	5	3	3	3	5	3	34	10,2%
D- Funcionalidade	1	5	3		5	5	3	5	5	5	5	42	12,7%
E- Personalizável	1	3	1	1		5	1	1	3	3	3	22	6,6%
F- Esteticidade	3	3	1	1	1		1	3	3	3	3	22	6,6%
G- Ergonomicidade	3	5	3	3	5	5		3	5	5	3	40	12,0%
H- Robustez	1	5	3	1	5	3	3		5	5	3	34	10,2%
I- Usabilidade	1	3	3	5	3	3	1	1		3	3	26	7,8%
J- Manutenibilidade	1	3	1	1	3	3	1	1	3		3	20	6,0%
K- Materiais	1	5	3	1	3	3	1	3	3	3		26	7,8%
												332	100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados obtidos possibilitaram hierarquizar quais os atributos segundo sua importância para o projeto. O Quadro 14 mostra a ordem de priorização dos requisitos de usuário obtidos pelo método do Diagrama de Mudge.



Quadro 14: Priorização dos Requisitos de usuário

1	Segurança	13,9%
2	Funcionalidade	12,7%
3	Ergonomia	12,0%
4	Fixação	10,2%
5	Robustez	10,2%
6	Materiais	7,8%
7	Usabilidade	7,8%
8	Estética	6,6%
9	Personalizável	6,6%
10	Versatilidade	6,0%
11	Mantenabilidade	6,0%

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.3.3 Conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto

Segundo Back *et al.*(2008), após a sistematização e valorização dos requisitos dos usuários, a equipe de desenvolvimento inicia a tarefa que trata do estabelecimento das características de engenharia do produto. Essas características expressam os termos da engenharia, em suma, são os atributos do produto que podem ser manipulados para satisfazer os requisitos do usuário. Conforme o mesmo autor, esta atividade é denominada como a tradução dos requisitos do usuário em características de engenharia.

De acordo com Back *et al.*(2008), a conversão de um requisito de usuário pode gerar mais de um requisito de projeto, o que ocorre de fato nessa etapa do projeto. O Quadro 15 apresenta a conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto.

Quadro 15: Conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto

Segurança	Apresentar dispositivos de proteção para o usuário Disponer de proteções para o aparelho
Fixação	Ter sistema de fixação do aparelho ao corpo Possibilitar mais de um tipo de fixação Ter fixação adequada contra movimentos abruptos
Funcionalidade	Oferecer captação de som adequada Ser adaptável a cada prática esportiva
Ergonomicidade	Ter ajustes de tamanho Ter posicionamento adequado de captação de som Ter dimensões compatíveis em relação aos esportes definidos Ser confortável ao corpo
Robustez	Suportar os impactos gerados pelos esportes determinados na classificação Suportar umidade Estrutura resistente a adversidades do ambiente
Estética	Ter forma adequada a cada esporte Formato adequado ao gosto do público-alvo
Materiais	Ter material resistente à umidade Ter material resistente a impactos Ter materiais não condutores de energia elétrica
Usabilidade	Fácil manuseio do sistema de ajuste ao corpo Adequar o aparelho facilmente a determinado uso
Personalizável	Possibilitar a personalização

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.4 AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS PRODUTOS DISPONÍVEIS NO MERCADO

A análise de produtos disponíveis no mercado, segundo Back *et al.* (2008), é um dos métodos importantes para se chegar na inovação. Para melhor embasar as próximas análises acerca das especificações de projeto, buscou-se realizar a análise de similares com base no método de análise de similares de Platcheck (2005). Segundo a mesma autora, o método aborda o levantamento do estado da arte, ou seja, a atual situação dos produtos existentes no mercado, tendo como objetivo preparar o campo de trabalho para poder, posteriormente, entrar na fase do design propriamente dito, com o desenvolvimento de projeto e detalhamento das alternativas.

Conforme Platcheck (2005), a fase de análise se divide em duas etapas: análise diacrônica do desenvolvimento histórico e o levantamento de similares de mercado. A

análise diacrônica consiste no levantamento de dados e acontecimentos históricos acerca do produto pesquisado, o que é justificado pela autora como o acompanhamento da evolução do produto, portanto conhecer sua história é conhecer como ocorreu sua evolução e suas transmutações até o momento.

A segunda etapa da análise consiste no levantamento de similares de mercado. Para Platcheck (2005), essa etapa é uma análise sincrônica onde poderá se reconhecer o universo do produto em questão e evitar reinvenções. Para o levantamento de similares são feitos seis tipos de análise em relação ao produto estudado, são elas: Análise Estrutural; Análise Funcional; Análise Ergonômica; Análise Morfológica; Análise de Mercado e a Análise Técnica (PLATCHECK, 2005). O preceitos de abordagem de cada tipo de análise são abordados pela autora.

Para a análise sincrônica foram selecionados três aparelhos de implante coclear de diferentes empresas existentes no mercado. A análise diacrônica ficará a cargo de analisar historicamente o implante coclear desde seu surgimento. Serão analisados também similares da função, são eles: produtos com proteção contra impactos, fixação ao corpo e resistência à umidade. Estas funções foram levantadas anteriormente na pesquisa e são consideradas importantes, levando em conta os objetivos do projeto.

#### 4.4.1 Análise diacrônica - Aparelho externo de implante coclear

Para o melhor entendimento da evolução histórica do implante coclear, serão apresentados tópicos relacionados ao ano de cada acontecimento, as informações coletadas são apresentadas à seguir conforme Cochlear (2010) e Souza (2012).

1868 – Na Alemanha, é realizado o primeiro estudo de localização dos estímulos com eletrodos, feito por Brenner.

1936 - É descoberta o efeito eletrofônico das células ciliadas, por Steven e Jones, nos Estados Unidos da América;

1950 – Acontece o primeiro implante coclear em um adulto surdo, por Lundenberg na Suécia;

1953 – Flottorp comprova como a pele atua como transdutor, ou seja, a pele recebe o estímulo e o transmite. Esse estudo ocorreu no EUA;

1957 – O primeiro adulto surdo é implantado na França, por Gjourno e Eyres;

- 1961 – Realiza-se o primeiro estímulo de ouvido por ondas de rádio, por Frey, na França.
- 1978 – Primeiro implante realizado em âmbito de pesquisa, por Clark, na Austrália;
- 1980 – Primeira criança surda implantada, por Chouard, na França;
- 1982 – Primeira cirurgia de implante coclear de 22 canais;
- 1984 – Primeira cirurgia com implante coclear Nucleus na Europa;
- 1985 – Primeiro sistema de implante coclear Nucleus aprovado para uso em adultos.  
Ocorre também a primeira cirurgia de implante coclear Nucleus no Japão;
- 1988 – Número de pacientes que receberam implantes chega a mil no mundo;
- 1990 – Primeiro sistema de implante coclear aprovado para uso em crianças;
- 1992 – Número de pacientes que receberam implantes chega a 5 mil no mundo;
- 1993 – Primeira cirurgia de implante tronco cerebral auditivo;
- 1994 – Número de pacientes que receberam implante coclear chega a 10 mil;
- 1997 – Implante coclear aprovado em crianças surdas a partir de dois anos de idade.  
Primeiro sistema de implante Nucleus 24.
- 1998 – Número de pacientes que receberam implante coclear chega a 20 mil. Primeiro processador de som retroauricular de vários canais, o ESprit;
- 1999 – Primeira cirurgia de Nucleus 24, é um conjunto de eletrodos com auto-enrolamento;
- 2000 – Primeiro implante aprovado para crianças com um ano ou mais;
- 2001 – Número de pacientes que receberam o implante coclear chega a 30 mil.  
Lançamento do sistema de programação portátil;
- 2003 – Primeiro sistema FM sem fio utilizado em implantes cocleares;
- 2004 – Número de pacientes que receberam implante coclear chega a 60 mil. Ajuste otimizado reduz significativamente o tempo de programação inicial;
- 2005 – Primeiro processador de som com mais de um microfone de captação;
- 2008 – Número de pacientes que receberam o implante coclear chega a 80 mil;
- Após esta data, foram captados dados desencontrados, sem ligações diretas de quando foram constatados. Hoje estipula-se que sejam cerca de 200 mil usuários de implante coclear em todo o mundo. A partir dos anos 2000 começaram a acontecer evoluções significativas no aparelho externo e seu funcionamento, quando já se tinha controle sobre a cirurgia de implante coclear e os resultados que ela obtinha.

#### 4.4.2 Análise Sincrônica – Aparelho Externo de implante coclear

Para esta análise foram pesquisados três modelos de empresas diferentes. Serão analisados os modelos Harmony da empresa Advanced Bionics, Opus 2 XS da empresa Med-el e o modelo Nucleus 5 da empresa Cochlear.

##### - Aparelho externo Nucleus 5

A empresa australiana Cochlear teve origem nas pesquisas do professor Graeme Clark em 1967. Atualmente eles possuem representação no Brasil, sendo a Politec Saúde a responsável. O aparelho de implante coclear a ser avaliado é modelo Nucleus 5, o mesmo aparelho usado pelos entrevistados. No Quadro 16 é possível ver alguns exemplos desse aparelho.

Quadro 16: Análise Nucleus 5



Fonte: Elaborado pelo autor

- **Análise Estrutural:** O Nucleus 5 é composto das seguintes peças: módulo de bateria, podendo ser recarregável ou pilhas; módulo do processador; microfone de captação, cabo, que pode ser removido; antena de transmissão. Possui case especial de proteção para o processador contra umidade, mas não a prova d'água. Não existe proteção contra umidade para os microfones e outras peças. Não possui proteção contra impactos. Com exceção das peças internas, a maioria das peças externas são compostas de materiais poliméricos.

- **Análise Funcional:** A energia gerada pela bateria ou pilha alimenta o processador, que converte o som captado pelos microfones em impulsos elétricos que são transmitidos pela antena à parte interna implantada. O modelo possui proteção contra umidade no processador e possibilidade de personalização com a troca de cases de diversas cores. O processador apresenta como vantagem o chip de plataforma aberta, isso permite atualizações ao longo de anos à medida que novas tecnologias vão sendo criadas.
- **Análise Ergonômica:** Produto exclusivo para usuários de implante coclear, impactos na região do aparelho sem proteção podem interferir na segurança do usuário. Apesar da proteção à umidade, deve ser colocado em um recipiente com sílica para retirar a umidade afim de preservar o aparelho. Baterias devem ser trocadas com vida útil de 1,5 anos. Sua dimensão possibilita o uso em todas as idades, mas possibilita a troca dos ganchos para melhor fixação. O aparelho é simétrico.
- **Análise Morfológica:** O produto comporta a manutenção de cases passíveis de customização, existindo uma boa variedade de cores disponibilizadas pelo fabricante. O produto esteticamente se assemelha ao aparelho auditivo comum, assim como os outros produtos analisados.
- **Análise de Mercado:** Segundo informações disponibilizadas pelos usuários, o investimento com o aparelho externo gira em torno de R\$ 25.000,00. Os microfones, antena e processador possuem garantia de três anos, já as peças periféricas possuem garantia de três meses. A empresa Politec Saúde, responsável pela distribuição no Brasil, disponibiliza peças para manutenção. Peças como a bateria recarregável custam R\$ 1.043,00.
- **Análise Técnica:** Considerando as dimensões do módulo processador e microfone, sem a antena, possui 42mm de altura, por 19mm de largura e 9mm de profundidade.

#### - **Aparelho Externo Harmony:**

A empresa Advanced Bionics, que fabrica o aparelho Harmony, foi fundada em 1993 por Alfred E.Mann dos EUA. A representação no Brasil é feita pela própria empresa, a Advanced Bionics Brasil, porém não são fabricados aparelhos em território nacional. A Figura 8 apresenta o aparelho *Harmony*, que será analisado.

Figura 8: Análise Harmony



Fonte: Advanced Bionics, 2013. <sup>6</sup>

- **Análise Estrutural:** O produto Harmony é semelhante do sistema Nucleus 5 apresentado anteriormente, com a ressalva de possuir um microfone de captação no gancho e um superior no aparelho. A parte móvel do case de proteção acopla somente parte do aparelho. O produto apresenta proteção em relação à umidade, porém ainda assim é um aparelho sensível. Todo ele é revestido de materiais poliméricos, porém o sistema interna se estende ao gancho.
- **Análise Funcional:** O seu funcionamento é semelhante ao funcionamento do Nucleus 5. O modelo apresenta proteção contra a umidade e controle de configurações de som direto no aparelho.
- **Análise Ergonômica:** Produto exclusivo para usuários de implante coclear. O sistema de desumidificação é semelhante a outros produtos, apresentando a necessidade de ficar em contato com a sílica à noite. O posicionamento do microfone fica à frente da entrada do ouvido, algo relevante levando-se em conta a importância do posicionamento de captação do som. O aparelho ainda possui *leds* que sinalizam se ele está em funcionamento.
- **Análise Morfológica:** Os cases de proteção, tanto no processador como na antena, são passíveis de modificação. A empresa oferece uma gama de cores para realizar a customização, tanto para as partes removíveis como para as partes não removíveis.
- **Análise de Mercado:** Não foi possível conseguir informações sobre o preço do aparelho em si, porém conforme relatado por um usuário, os custos com processo

---

<sup>6</sup> Disponível em: < [http://www.advancedbionics.com/ca/en/support/troubleshooting\\_guides.html](http://www.advancedbionics.com/ca/en/support/troubleshooting_guides.html) >. Acesso em junho de 2013

cirúrgico ficam em torno de R\$ 50.000,00. A importação de peças é feita pela representação ou por meio de associações.

- **Análise Técnica:** Utilizando o mesmo padrão de dimensão do produto Nucleus 5, segundo o manual do fabricante, o produto possui 45mm de altura, 18mm de largura e 11mm de profundidade.

#### - Aparelho Externo Opus 2 XS:

A empresa Med-el, que fabrica o Opus 2 XS, tem mais de 30 anos de mercado, sempre especializados em implante coclear. A representação é feita pela própria empresa no Brasil. A Figura 9 apresenta o aparelho Opus 2 XS a ser analisado.

Figura 9: Análise Opus 2 XS



Fonte: Med-el, 2013.<sup>7</sup>

- **Análise Estrutural:** A estrutura se assemelha aos aparelhos anteriores, porém não há determinação acerca da proteção contra umidade. A parte móvel tem a função de tampar o encaixe das baterias. Podem ser acopladas outros tipos de baterias previstas pelo fabricante. O equipamento é composto de materiais poliméricos, semelhante a composição do Nucleus 5.
- **Análise Funcional:** O funcionamento é semelhante aos similares analisados anteriormente, porém não oferece case de proteção contra umidade. O Fabricante argumenta ter baterias com maior tempo de duração devido a tecnologia aplicada, possibilitando o uso de 2 pilhas ao invés de 3 ou baterias com duração média de 16 horas.

---

<sup>7</sup> Disponível em: < <http://www.medel.com/img/06d0edd55b0bc4e0619ff5c35cf5e335.jpg> >. Acesso em junho de 2013



- **Análise Ergonômica:** O produto é exclusivo para usuários de implante coclear. Como os outros aparelhos, o produto necessita passar pelo processo de desumidificação em contato com a sílica. O aparelho possibilita a conexão de diversos tipos de bateria, sendo elas acopladas diretamente ao aparelho ou com fio, focadas no público infantil.
- **Análise Morfológica:** Existem diversas cores para o produto, porém tem que ser escolhidas na compra, não há possibilidade de mudança de cores ao longo da vida útil, como os produtos analisados anteriormente.
- **Análise de Mercado:** Não se teve acesso aos preços do aparelho no mercado. Informações da Associação dos Deficientes auditivos(ADAP) asseguram garantias para cobrir parte dos custos de aparelhos Med-el em caso de roubo ou danos.
- **Análise Técnica:** Utilizando os padrões de medida informados anteriormente nos outros produtos analisados, o Opus 2 XS possui 48mm de altura, 17mm de largura e 8,7mm de profundidade.

#### 4.4.3 Análise de similares da função

Conforme análise feita dos produtos disponíveis no mercado, nenhum deles apresenta características para suprir as necessidades dos usuários de implante coclear quanto a prática segura dos esportes selecionados anteriormente. Baseando-se na metodologia de Platchek(2005), será feita a análise de produtos existentes no mercado para proteção e/ou segurança individual para a prática dos esportes definidos na classificação anterior. São elas: proteção contra impactos e proteção contra umidade.

- Proteção contra impactos:

Foram levantados dois modelos de proteções ligadas ao esporte para serem analisados. O Quadro 17 e a Figura 10 apresentam os modelos, seguidos da análise de cada um.

### a) Capacete de Rugby

Quadro 17: Análise Capacete Rugby



Fonte: Elaborado pelo autor.

- Análise Estrutural: O capacete é composto por pedaços pré-moldados de espuma vinílica acetinada (EVA), envoltos de *lycra*. Possui sistema de fechamento com tira de velcro. Possui cortes para ventilação em sua estrutura.
- Análise Funcional: O capacete de rugby tem a função de evitar as lesões na região da cabeça ocasionadas por impactos de outros jogadores. Esse sistema de proteção é permitido também no futebol, é o caso do goleiro Peter Cech, que faz uso do produto após sofrer um traumatismo craniano.

### b) Protetor de cabeça de boxe

Figura 10: Análise Protetor de cabeça de boxe



Fonte: MMA Shop, 2013.<sup>8</sup>

- Análise Estrutural: O protetor é preenchido internamente com espuma vinílica acetinada(EVA) e revestido por poliuretano(PU). Ele possui dois níveis de

<sup>8</sup> Disponível em: < <http://www.mmashop.com.br/protetor-de-cabeca-pro-spunk-capacete-boxe> >. Acesso em junho de 2013

velcro que ajustam o protetor a cabeça. Existem cordões de fechamento na parte superior do protetor para melhor fixar na cabeça ao longo da atividade.

- Análise Funcional: O protetor de boxe tem a função de evitar maiores danos nos impactos gerados pelos golpes durante a atividade. Esse equipamento protege a região da cabeça como um todo, porém o usuário ainda é afetado pelos golpes, mas de uma maneira mais branda.

#### - Proteção contra umidade

Foram levantadas duas soluções de mercado para serem analisadas. Segue abaixo o levantamento de cada produto. As Figuras 11 e 12 apresentam os produtos, seguidos da análise de cada um.

#### a) Go Pro, case de proteção

Figura 11: Análise Go Pro, case de proteção



Fonte: Registro do autor.

- Análise Estrutural: O case é composto por um material polimérico com espessura grossa. Possui mecanismos para vedação, como borrachas para o isolamento e alavancas para compressão. Possui botões isolados que acessam a máquina internamente quando dentro do case
- Análise Funcional: O case tem a função de proteger e vedar a câmera contra impactos externos e a umidade. Esse produto é usado para filmagens de surf e paraquedismo, por exemplo.

## b) Sony Walkman Sport

Figura 12: Análise Sony Walkman Sport



Fonte: Sony store,2013. <sup>9</sup>

- Análise Estrutural: O produto é dividido em duas partes, a estrutura do processador e fone, e o fio. O fabricante não entra em detalhes quanto ao tipo de material e funcionamento técnico de fato, porém cita que o sistema funciona devido à vedação realizada pela embalagem do produto, fones possuem mecanismo de encaixe para viabilizar a vedação, o carregamento possui sistema de conexão especial que só é acessado com o carregador conectado.
- Análise Funcional: O produto possibilita a prática de esportes com excesso de umidade e deslocamento, como natação, ciclismo e corrida. O sistema de fixação é composto pelo fone de ouvido e o fone rígido em torno da orelha, o que possibilita melhor aderência ao corpo.

### 4.4.4 Benchmarking

Para acrescentar um segundo nível de busca de oportunidades tecnológicas quanto ao produto vigente no mercado, é usado o *benchmarking*. Segundo Baxter (1998), o *Benchmarking* estabelece certos marcos comparativos, a partir da análise

---

<sup>9</sup> Disponível em: <<http://store.sony.com/webapp/wcs/stores/sportswalkman>>. Acesso em junho de 2013

das melhores técnicas e processos já em prática no mercado. Essa técnica é um instrumento de identificação e priorização dos esforços de melhoria (BAXTER, 1998).

Devido ao implante coclear ser um produto em descoberta, evolui a cada ano o número de usuários e conseqüentemente a tecnologia empregada nos produtos. Tendo isto vista, foi selecionada a técnica de *benchmarking* para poder estabelecer soluções que apresentem avanço tecnológico e que estejam no mercado. A partir dessas definições foram selecionados dois produtos de mercado que atendem essas exigências, são eles: Neptune, da empresa Advanced Bionics, e o Rondo, da empresa Med-el. Seguem os comentários de cada produto.

#### a) Neptune

O modelo de aparelho Neptune foi desenvolvido pela Advanced Bionics juntamente com um escritório de design. O projeto aborda de uma maneira diferente das soluções de vistas anteriormente. Segue o Quadro.19 com as imagens do produto.

Quadro 18: Benchmarking Neptune



Fonte: Advanced Bionics, 2013. <sup>10</sup>

O aparelho Neptune faz uma abordagem diferente das existentes de mercado. Sua formatação separa o microfone de captação do processador, isso tornou o aparelho flexível a seu uso e fixação no corpo. O sistema Neptune apresenta o microfone de captação junto à antena, isso faz com que o som seja captado pela antena, levado até o processador, transformado em impulso elétrico, volte para a antena e então é transmitido para a parte interna do implante. Além da flexibilidade de uso, o processador possui vedação a prova d'água, isso aumenta a abrangência de

<sup>10</sup> Disponível em: <<http://www.advancedbionics.com/com/en/products/processors/Neptune.html>>. Acesso em junho de 2013

liberdade de uso que não é obtida com outros aparelhos de mercado. Existem questionamentos em relação à qualidade de captação de som do aparelho, já que o microfone não fica localizado próximo ao ouvido e isso poderia prejudicar a noção de espaço do usuário, além de prejudicar também a captação do som em conversas frontais. O fabricante traz como exemplo de uso do aparelho a natação, o surf, corridas, banho, etc. Situações que não são permitidas com os aparelhos atuais de mercado.

## b) Rondo

O modelo de aparelho Rondo foi desenvolvido pela empresa Med-el. O projeto traz como inovação a unificação de diversas peças em um só produto. Segue o Quadro 19 com as imagens do Rondo.

Quadro 19: Benchmarking Rondo



11

Fonte: Med-EL, 2013.

O aparelho Rondo inova em relação à compactação do produto, unindo em um só compartimento o processador, as baterias, o controle de comando e ajuste, os microfones de captação, a antena de transmissão juntamente com o ímã. A fixação fica resguardada ao ímã que conecta o aparelho à parte interna. Não são utilizados fios nem suportes para orelha. O produto também apresenta um novo sistema de captação de som ambiente, possibilitando o usuário diferenciar o espaço que está introduzido. Os chips usados possibilitam atualizações para futuras tecnologias.

<sup>11</sup> Disponível em: < <http://www.medel.com/int/rondo>>. Acesso em junho de 2013

#### 4.4.5 Conclusão da Análise comparativa de produtos e Benchmarking

Na primeira etapa da análise, o conhecimento histórico do implante coclear possibilitou entender a evolução das tecnologias ligadas ao produto e ver que os avanços são recentes e a cada ano a tecnologia acoplada nos produtos aumenta na busca de soluções mais eficientes. Isso possibilita inferir que esse mercado aceita a entrada de novas soluções de produtos e que estes produtos estejam prontos a acompanharem as atualizações da tecnologia. Os produtos existentes no mercado, principalmente no mercado brasileiro, estão com as soluções e tecnologias alinhadas, pouco diferem nas soluções em relação um ao outro. Algo que comprova os objetivos do projeto e as respostas obtidas na identificação das necessidades e requisitos dos usuários. O levantamento de similares que realizam as funções solicitadas nas pesquisas ligadas à prática segura de esporte e o estudo de benchmarking levantam conteúdo para futuras definições de conceito. Todos os dados levantados serão usados como base para as avaliações das etapas seguintes.

#### 4.5 PRIORIZAÇÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO

Uma vez definidos os requisitos de projeto, a próxima etapa dentro das especificações de projeto é a classificação dos mesmos. Procura-se identificar a prioridade que se deve dar à busca de soluções que atendam a um requisito em detrimento a outros (BACK *et al*, 2008). A primeira atividade que deve ser realizada é a análise de requisitos de projeto e requisitos do usuário. Segundo Back *et al*.(2008), essa tarefa é realizada na parte central da casa da qualidade(QFD), conhecida também como matriz de relacionamentos, onde ocorre a interseção entre linhas e colunas. Cada interseção corresponde a um relacionamento entre um requisito de projeto e um requisito de usuário.

O método do QFD necessita uma escala a ser adotada para a análise do método. Baseando-se nas classificações de Back *et al*.(2008), seguem abaixo os valores da escala definida e suas relações:

- valor 0: quando não há relação entre o requisito de projeto e requisito do usuário;

- valor 1: quando a relação entre requisito de projeto e requisito do usuário é fraca;
- valor 3: quando a relação entre requisito de projeto e requisito do usuário é moderada;
- valor 5: quando a relação entre requisito de projeto e requisito do usuário é forte;

Através desses valores foram feitas as avaliações pertinentes em relação a casa da qualidade. Segue no Quadro 20 o detalhamento do QFD.



Quadro 20: QFD

Requisitos do usuário			Requisitos de projeto																						
Peso																									
1	Segurança	13,9%	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	3	5	3	5	5	1	5	5	5	1	5	1	
2	Funcionalidade	12,7%	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	3	3	3	5	3	3		
3	Ergonomia	12,0%	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	1	5	3	3	3	3	3	5	3	3		
4	Fixação	10,2%	5	5	5	5	5	3	5	5	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	3	5	3		
5	Robustez	10,2%	5	5	5	3	3	3	5	1	1	1	3	5	5	5	3	5	5	5	5	3	1	3	
6	Materiais	7,8%	5	5	3	3	3	3	5	5	1	1	3	5	5	5	3	3	5	5	5	3	3	5	
7	Usabilidade	7,8%	3	3	3	5	1	3	5	5	5	3	5	1	1	3	5	3	3	3	3	5	5	5	
8	Estética	6,6%	5	5	5	5	3	3	5	3	3	3	3	5	5	3	5	5	3	3	3	3	3	5	
9	Personalizável	6,6%	3	3	3	5	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	3	3	5	
10	Versatilidade	6,02%	5	5	5	5	3	3	5	5	3	3	5	1	1	1	5	3	5	5	3	3	5	5	
11	Mantenabilidade	6,02%	5	5	5	5	5	1	1	3	1	3	3	5	5	5	3	1	5	5	5	3	1	3	
100,0%			51	51	47	49	41	33	49	45	35	35	41	41	39	39	47	37	45	45	43	37	37	41	
Peso/importância			4,71	4,71	4,30	4,39	3,94	3,24	4,63	4,20	3,45	3,41	3,73	3,82	3,59	3,65	4,31	3,33	4,01	4,01	3,89	3,37	3,43	3,42	85,55
Peso relativo			5,5%	5,5%	5,0%	5,1%	4,6%	3,8%	5,4%	4,9%	4,0%	4,0%	4,4%	4,5%	4,2%	4,3%	5,0%	3,9%	4,7%	4,7%	4,5%	3,9%	4,0%	4,0%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor

Para ordenar a importância dos requisitos de projeto avaliados no QFD, Back *et al.*(2008) faz duas sugestões de métodos a serem adotados. O método adotado para esse projeto tem seu funcionamento baseado na classificação de requisitos levando em consideração os pesos dos requisitos do usuário e os valores dos relacionamentos entre os requisitos de usuários e os requisitos de projeto.

Os valores são calculados da seguinte maneira: o valor de importância do requisito de projeto é resultado da soma das multiplicações entre os pesos percentuais dos requisitos de usuário e o valor do relacionamento entre o requisito de projeto e o requisito de usuário. O Quadro 21 mostra a ordem de priorização dos requisitos de projeto.

Quadro 21: Priorização dos requisitos de projeto

Requisito de Projeto	
1º	Apresentar dispositivos de proteção para o usuário
2º	Dispor de proteções para o aparelho
3º	Ser adaptável a cada prática esportiva
4º	Possibilitar mais de um tipo de fixação
5º	Ter forma adequada a cada esporte
6º	Ter sistema de fixação do aparelho ao corpo
7º	Ter ajustes de tamanho
8º	Ter material resistente a umidade
9º	Ter material resistente a impactos
10º	Ter materiais não condutores de energia elétrica
11º	Ter fixação adequada contra movimentos abruptos
12º	Suportar os impactos gerados pelos esportes determinados na classificação
13º	Ser confortável ao corpo
14º	Estrutura resistente a adversidades do ambiente
15º	Suportar umidade
16º	Possibilitar a troca de peças personalizáveis
17º	Adequar o aparelho facilmente a determinado uso
18º	Formato adequado ao gosto do público-alvo
19º	Ter posicionamento adequado de captação de som
20º	Fácil manuseio do sistema de ajuste ao corpo
21º	Ter dimensões compatíveis em relação aos esportes definidos
22º	Oferecer captação de som adequada

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.6 CONVERSÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO EM ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

Os requisitos de projeto devem ser redigidos de uma forma mais detalhada para que sejam compreensíveis aos diferentes usuários (BACK *et al.*, 2008). Segundo o autor, os requisitos de projeto devem apresentar grandezas mensuráveis e meios ou métodos de verificar se a solução a ser desenvolvida atenderá a esse requisito de projeto. Conforme Back *et al* (2008), as especificações de projeto são o resultado final do processo de transformação das necessidades dos usuários e são frequentemente citadas como a parte mais importante do desenvolvimento do produto. Requisitos ou especificações de projeto estabelecem algo que é necessário, verificável e atingível.

No Quadro 22 seguem especificações de projeto, que foram definidas com base nos requisitos de projeto levantados anteriormente. A apresentação das especificações de projeto seguem a mesma ordem dos requisitos de projeto. Neste momento não se tem definições de dimensões exatas do produto a ser projetado, tais definições serão contempladas a seguir na definição do conceito do produto.

Quadro 22: Conversão dos requisitos de projeto em especificações de projeto

Requisitos de projeto	Especificações de projeto
Apresentar dispositivos de proteção para o usuário	Possuir proteção para o implante interno
Dispor de proteções para o aparelho	Possuir proteção para o aparelho externo
Ser adaptável a cada prática esportiva	Dispor de ajustes para cada tipo de esporte definido no projeto
Possibilitar mais de um tipo de fixação	Possuir mecanismo de fixação adequado para cada esporte definido
Ter forma adequada a cada esporte	Possuir formato adequado para cada esporte definido
Ter dimensões compatíveis ao uso em cada esporte	
Adequar o aparelho facilmente a determinado uso	

Ter sistema de fixação do aparelho ao corpo	Dispor de mecanismo para ajuste de tamanho
Ter ajustes de tamanho	Possuir dimensões ergonômicas
Ter fixação adequada contra movimentos abruptos	Ser confortável ao corpo
Fácil manuseio do sistema de ajuste ao corpo	
Ser confortável ao corpo	
Ter material resistente a umidade	Possuir sistema à prova d'água
Ter material resistente a impactos	Apresentar estrutura resistente a impactos gerados pelos esportes definidos
Ter materiais não condutores de energia elétrica	Apresentar materiais externos não condutores de eletricidade, resistentes a umidade e a impactos
Suportar os impactos gerados pelos esportes determinados na classificação	
Suportar umidade	
Possibilitar a troca de peças personalizáveis	Dispor de peças externas passíveis de mudança para personalização
Formato adequado ao gosto do público-alvo	
Oferecer captação de som adequada	Dispor de sistema que possibilite a captação de som ideal do aparelho
Ter posicionamento adequado de captação de som	

Fonte: Elaborado pelo autor

Para melhor visualização das especificações de projeto, segue abaixo o Quadro 23 com as lista de especificações definidas para a continuidade do projeto. A última especificação da tabela, em azul, foi adicionada após definições no projeto conceitual e será explicada na etapa de Definição do Conceito.

Quadro 23: Especificações de Projeto

Especificações de projeto
Possuir proteção para o implante interno
Possuir proteção para o aparelho externo
Disponer de ajustes para cada tipo de esporte definido no projeto
Possuir mecanismo de fixação adequado para cada esporte definido
Possuir formato adequado para cada esporte definido
Disponer de mecanismo para ajuste de tamanho
Possuir dimensões ergonômicas
Ser de fácil remoção e colocação
Possuir sistema à prova d'água
Apresentar estrutura resistente a impactos gerados pelos esportes definidos
Apresentar materiais externos não condutores de eletricidade, resistentes a umidade e a impactos
Disponer de peças externas passíveis de mudança para personalização
Disponer de sistema que possibilite a captação de som ideal do aparelho
Ser tecnicamente e economicamente viável

Fonte: Elaborado pelo autor

## 5 PROJETO CONCEITUAL

Conforme Baxter (1998), o objetivo do projeto conceitual é produzir princípios de solução de forma e função para um novo produto, sendo suficiente para corresponder as exigências dos usuários e diferenciar-se de outros produtos existentes no mercado.

Esta etapa exige grande criatividade, visto que não consta no mercado soluções semelhantes a proposta neste projeto. As informações coletadas no projeto informacional constituíram o embasamento teórico e metodológico para o desenvolvimento desta etapa.

### 5.1 CONCEITO DO PRODUTO

Com a definição das especificações de projeto, torna-se possível definir o conceito do produto, que sintetiza as características formais, funcionais e de estilo que o produto final deve obter. Inicialmente foi feita uma descrição do conceito que o produto deve ter, com o enfoque em sua função. Para identificação e desenvolvimento do estilo do produto foram utilizados os métodos de painéis visuais (BAXTER, 1998) e personas (VIANNA et al., 2012). Os métodos escolhidos procuram agrupar as informações levantadas no projeto informacional com ênfase na compreensão da visão do usuário sobre o produto. Os resultados obtidos por meio destas ferramentas embasaram a etapa seguinte de geração de alternativas.

#### 5.1.1 Definição do Conceito

Na etapa de projeto informacional foram levantados dois caminhos possíveis para o conceito de função do projeto: criar um novo aparelho de implante coclear ou desenvolver uma proteção para o aparelho já utilizado pelo usuário. Devido as circunstâncias apresentadas e ao contexto do usuário de implante coclear no Brasil, optou-se por desenvolver um ou mais acessórios que sirvam de proteção para o aparelho já existente e utilizado pelo usuário.

As informações coletadas nas etapas anteriores possibilitam levantar pontos relevantes à escolha. Os dados mostram que as cirurgias de implante coclear incluem no processo cirúrgico o tratamento pós-cirúrgico e o aparelho que será utilizado, não possibilitando a liberdade de escolha do tipo de aparelho pelo usuário final. O custo da cirurgia é elevado e, segundo relatos de usuários, o custo do procedimento completo fica em torno de cinquenta mil reais, sendo trinta mil reais somente o aparelho. Esse custo elevado é refletido nas peças e manutenção do aparelho, dependendo da empresa responsável a manutenção só pode ser feita no exterior. Mesmo com o alto custo, diversos implantes cocleares foram e são realizados devido ao auxílio de planos de saúde e do SUS.

Segundo especialistas da área, existem aproximadamente três a quatro mil usuários de implante coclear no Brasil, mas não são dados oficiais (DIONIZIO, 2013). Tendo em vista a pequena população de implantados, o desenvolvimento de uma proteção para o aparelho atende usuários já implantados e os que pretendem fazer uso do implante coclear, atendendo um número maior de usuários.

Para o desenvolvimento de um acessório de proteção para o aparelho, a viabilidade econômica do produto deve ser levada em questão. Com uma demanda pequena e específica, o produto deve ter o custo de fabricação viável para que seja acessível a compra dos usuários. Isto contribuiria muito para a manutenção dos aparelhos e maior liberdade de uso pelos usuários, pois com seus aparelhos protegidos são menores as chances de danos. Por essa razão foi acrescido às especificações de projeto o termo viabilidade técnica e econômica, sendo que ambas dizem respeito aos materiais e processos e seu custo para fabricação.

### 5.1.2 Painéis Visuais

Segundo Norman (2008), um objeto torna-se importante pela sua história e interação com as pessoas, as associações que esse objeto cria e as lembranças que evocam. Para conseguir criar ligação emocional com o usuário, foi aplicado a ferramenta de painéis visuais de Baxter (1998). O método é dividido na definição de três painéis: painel do estilo de vida; painel da expressão do produto e painel do tema visual. A ferramenta foi utilizada para definir o conceito formal e de estilo do produto.

Segundo Baxter (1998), os valores sociais e pessoais de cada indivíduo refletem em sua autoimagem, o que faz com que os objetos que procuram e possuem também reflitam essa autoimagem. A aquisição dos produtos são baseadas em valores funcionais, mas também em valores simbólicos. Conforme Baxter (2008), “os produtos devem ser projetados para transmitir certos sentimentos e emoções”. Segue as definições de cada painel e sua aplicação:

**a) Painel do estilo de vida:**

Esse painel tem como objetivo retratar o estilo de vida do usuário ao qual se destina o produto. Segundo Baxter (1998), as imagens contidas no painel devem refletir valores sociais e pessoais, representando o estilo de vida do consumidor.

O painel do estilo de vida representado na figura 13, apresenta o tipo de usuário que o produto quer se identificar. O usuário principal do produto apresenta idade variável, gênero masculino ou feminino, gosta de interagir e trabalhar em equipe, tem vontade e gosto pela prática de esportes, valoriza momentos de liberdade.

Figura 13: Painel do estilo de vida



Fonte: Elaborada pelo autor



## b) Painel da expressão do produto

Com as informações obtidas do painel do estilo de vida do produto, é feito o painel da expressão do produto. Segundo Baxter (1998), a expressão do produto deve ser a síntese do estilo de vida do usuário, deve representar a emoção que o produto transmite.

O painel da expressão do produto representado na figura 14, representa através de imagens conceitos que o produto deve expressar. Foram representados conceitos de força, segurança, versatilidade, liberdade, personalidade, identificação, customização e empoderamento.

Figura 14: Painel da expressão do produto



Fonte: Elaborada pelo autor

## c) Painel de tema visual

O painel de tema visual tem o objetivo de juntar imagens de produtos relacionados com que se espera do estilo do novo produto. O painel permite explorar estilos de produtos bem sucedidos, formas visuais que servem de inspiração.

Segundo Baxter (1998), Essas referências podem ser adaptadas, combinadas ou refinadas para chegar em um novo produto.

Com o intuito de compreender com maior clareza a visão do usuário final sobre um novo produto, foi montado dois tipos de painéis de tema visual. O primeiro painel foi montado através de uma pesquisa com o usuário final, na qual foram apresentadas imagens de produtos diversos selecionados previamente e solicitado para que dessem uma nota de 1 a 5. A pesquisa foi segmentada em três grandes perguntas referente aos aspectos formais, de estilo de cor e de acabamento do produto. Para a coleta de dados foi utilizada a ferramenta de pesquisa do *Typeform*<sup>12</sup>. A pesquisa foi colocada nos principais grupos de usuários de implante coclear nas redes sócias, foram obtidas 14 respostas no período de 21 de setembro de 2013 ao dia 1 de outubro de 2013. A figura 15 apresenta o resultado da pesquisa e mostra o painel do tema visual montado pelos usuários de implante coclear, o documento completo esta apresentado no Apêndice 2. O painel do tema visual montado pelo usuário mostra qual espírito de produto eles mais se identificam e mais lhe agradam.

Figura 15: Painel do tema visual - usuário

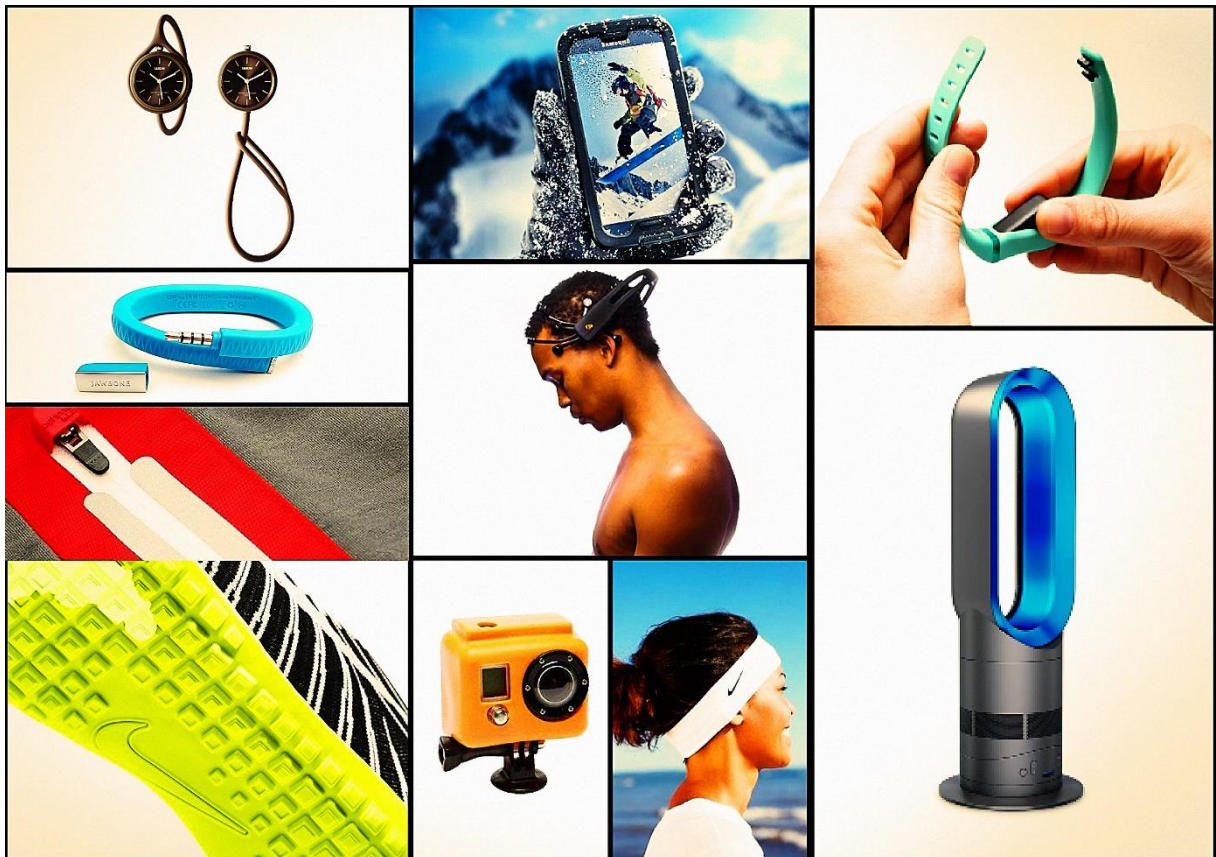


Fonte: Elaborada pelo autor

<sup>12</sup> Disponível em: < <https://gcardosodesign.typeform.com/report/aDVBN4/uQhI> >. Acesso em novembro de 2013

O segundo painel de tema visual foi montado baseado em todos os painéis gerados anteriormente. Procurou-se complementar o painel do tema visual criado pelo usuário, apresentar produtos distintos que sirvam de referência de estilo, trazem formas, materiais e funções distintas. A figura 16 mostra o segundo painel do tema visual gerado.

Figura 16: Painel do tema visual - autor



Fonte: Elaborada pelo autor

A construção dos painéis visuais possibilitou a definição do conceito do estilo do produto. Também serviram de base para a geração de alternativas e para o refinamento da modelagem e avaliação do produto final, à partir das referências formais, de cores, materiais e acabamentos.

### 5.1.3 Personas

O uso do método de personas busca representar as motivações, desejos e expectativas de um grupo abrangente em personagens fictícios. Segundo Vianna et

*al.* (2012), as personas são personagens que sintetizam o comportamento observado em usuários com perfis extremos. Esse método pode ser usado em várias fases do processo. Neste projeto foi utilizado para auxiliar a geração de alternativas e validação das ideias. Segundo Vianna *et al.* (2012), a utilização de personas auxilia o processo as tomadas de decisão no projeto, pois direciona as soluções com foco nos usuários, orientando o olhar sob as informações.

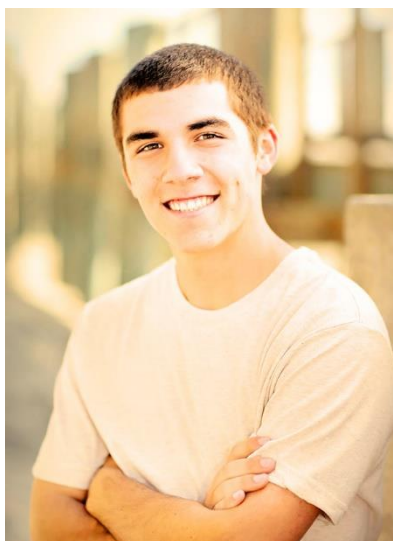
Com base nos dados obtidos na etapa de projeto informacional, foram selecionadas cinco características com diferentes polaridades que exemplificam os perfis extremos dos usuários. As características são:

- introvertido/extrovertido;
- sedentário/esportista;
- dependente/independente;
- inseguro/seguro;
- conservador/inovador.

A análise feita com base nas características produziu três perfis. Segue a apresentação de cada persona nas Figuras 17,18 e 19:

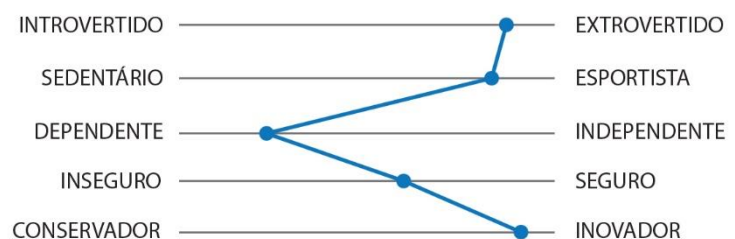
#### a) Caio

Figura 17: Persona Caio



#### CAIO

17 anos | Estudante | Futebol e Tênis de mesa



Fonte: Elaborada pelo autor

Caio tem 17 anos, vive com a família e cursa o terceiro ano do ensino médio em uma escola particular. Ele perdeu a audição totalmente aos 9 anos, devido a uma otosclerose. Aparelhos auditivos de amplificação não surtiam efeito, fazendo que permanecesse surdo por 2 anos até a cirurgia de instalação do implante coclear através do plano de saúde.

O jovem sempre foi comunicativo e extrovertido, mesmo nos 2 anos de surdez total. Gosta muito de futebol e sempre jogou com os amigos na escola e quando já usuário de implante coclear, jogava com um boné para tentar proteger o aparelho, algo que sua mãe era contra e sempre alertava dos perigos. Caio usa roupas de marca coloridas, de diversos estilos e que por vezes não combinam seus tons. Assim como seus colegas, apresenta o comportamento de um jovem com sua identidade em formação, algo comum em sua idade.

## b) Clarissa

Figura 18: Persona Clarissa



Fonte: Elaborada pelo autor

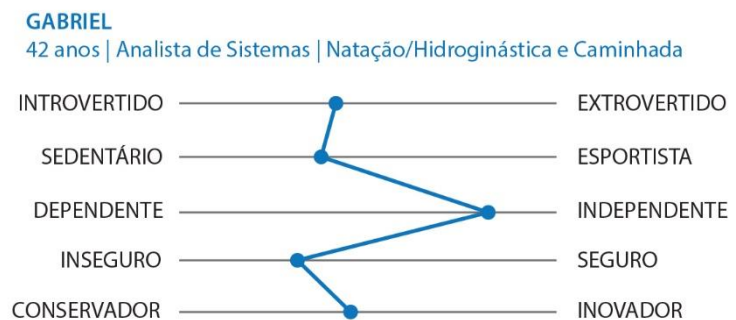
Clarissa, 35 anos de idade, é uma nutricionista bem sucedida. Casada, com uma filha de 7 anos, vive em um bairro de classe média. A sua história com o implante coclear começou a 12 anos atrás, quando teve seu primeiro implante coclear. Tinha perdido a audição completa aos vinte anos de idade, ficando três anos surda. Hoje Clarissa tem dois implantes, possui um implante coclear em cada ouvido.

Sempre gostou de fazer atividade física e cuidar da saúde, talvez isso explique a profissão que segue hoje. Quando adolescente fazia parte do time de vôlei do clube

perto de sua casa, sempre gostou do esporte. Além do esporte semanal, Clarissa regularmente vai a academia e corre no início da manhã antes de chegar no consultório. Poucas são às vezes vai a academia com os aparelhos, mas para correr sempre tira o implante, tem medo que estrague. Ela tem um grupo de antigas amigas que resolveram se reunir para começar a jogar vôlei todas as quartas, Clarissa reluta o convite apesar da grande vontade de jogar. Ela não irá usar o aparelho e fica insegura com o que as amigas vão pensar de seu desempenho no jogo.

### c) Gabriel

Figura 19: Persona Gabriel



Fonte: Elaborada pelo autor

Gabriel tem 42 anos e mora sozinho. Trabalha como Analista de Sistemas em uma repartição pública, profissão que lhe permitiu ter seu apartamento e uma vida estável. Ele perdeu completamente a audição aos 13 anos de idade. Ficou sem audição até os 30 anos. Após uma consulta com seu Otorrinolaringologista, foi informado da possibilidade de fazer a cirurgia de implante coclear.

Sempre quieto e tímido, Gabriel não tinha muitos amigos na escola. Sempre foi aficionado por computadores e nunca gostou muito de esportes. Hoje, sedentário e acima do peso, recebe recomendações médicas para praticar alguma atividade em prol de sua saúde. Com problemas no joelho devido ao sedentarismo, os esportes recomendados para ele são natação e hidroginástica. Ele tem vontade de usar o aparelho para fazer as aulas, isso facilitaria o entendimento das instruções dos

professores, além de possibilitar uma oportunidade de Gabriel reverter sua timidez e seu gosto por esportes.

As personas serviram de base para chegar o mais próximo de um usuário real. A ferramenta servirá de base para a geração de alternativas, seleção das alternativas e avaliação da modelagem final.

## 5.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Após a definição dos requisitos e especificações de projeto, bem como da determinação do conceito do produto, passando pela descrição do conceito, definição de painéis visuais e personas, torna-se possível iniciar a etapa de geração de alternativas.

O processo de geração de alternativas foi dividido em três etapas. A primeira foi aplicado um brainstorming inicial com dois especialistas na área de design. Na segunda etapa, as informações adquiridas foram organizadas em uma matriz morfológica. A terceira etapa consiste no cruzamento das informações contidas na matriz morfológica, assim gerando alternativas de solução.

Devido ao problema de projeto ser complexo e pouco conhecido até entre os especialistas, foram realizados processos de digitalização e usinagem de um aparelho existente, além do uso de uma cabeça de manequim para realizar demonstrações e testes. Foi feito ainda um estudo de posicionamento do implante coclear junto a um usuário, para entender as possibilidades de adaptação e modificação dos aparelhos existentes. Todas as informações coletadas e materiais desenvolvidos foram empregados em cada etapa da geração de alternativas. A seguir cada etapa será explicada detalhadamente.

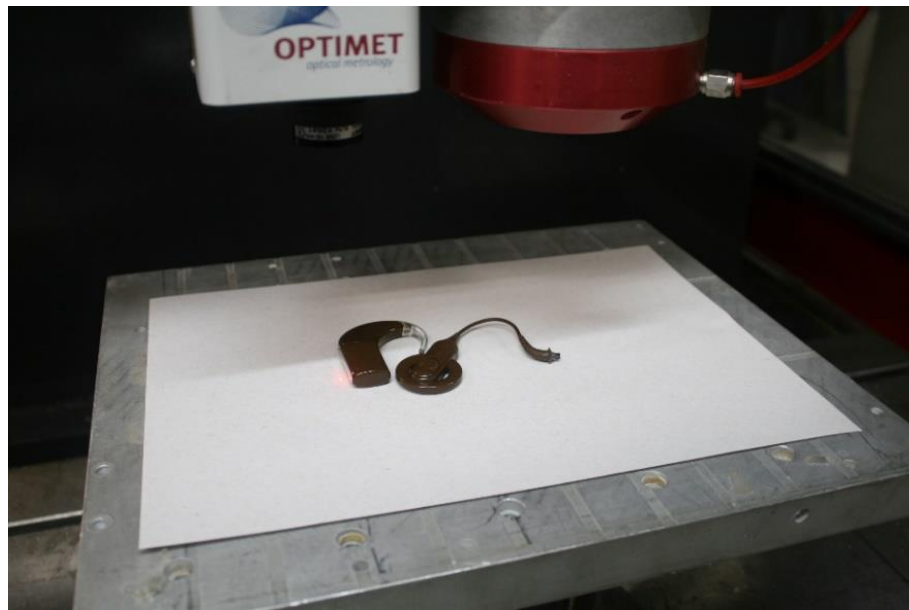
### 5.2.1 Digitalização e usinagem do aparelho de implante coclear

O aparelho de implante coclear é um equipamento de alto custo, com poucos usuários no Brasil e de difícil acesso para estudo. Entendendo que o contato direto com o aparelho é de grande importância para o desenvolvimento ideal do produto final, partiu-se para a digitalização e usinagem de um modelo para estudo.

Tendo em vista que o mais importante no primeiro momento seria o formato externo do aparelho, foi solicitado a um dos usuários entrevistado nas etapas

anteriores que, se possível, fornecesse seu aparelho para digitalização. Com a versão virtual do aparelho concluída foi possível usinar uma peça que demonstrasse a reprodução física do aparelho. A digitalização e a usinagem foram realizados no Laboratório de Design e Seleção de Materiais – LDSM - UFRGS, com o equipamento Digimill 3D. O padrão de resolução utilizado para a digitalização foi de um décimo de milímetro quadrado, o processo durou em torno de quinze minutos. A figura 20 mostra o processo de digitalização.

Figura 20: Digitalização do implante coclear

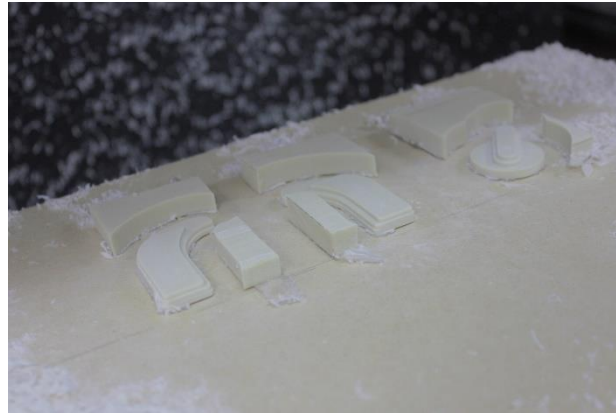


Fonte: Elaborada pelo autor

Após a digitalização, a malha criada foi levada para o programa Geomagic Studio 10, no qual foi feita a limpeza da malha e dos pontos excedentes. Ao final do procedimento, o arquivo foi salvo em extensão .stl para ser usado no processo de usinagem. Após os acertos no arquivo digitalizado, o modelo foi usinado utilizando como material a resina *Cibatool*. A Figura 21 mostra o processo de usinagem.



Figura 21: Usinagem do modelo volumétrico de implante coclear



Fonte: Elaborada pelo autor

### 5.2.2 Posicionamento do aparelho de implante coclear

Para gerar as alternativas foi necessário entender os possíveis posicionamentos que o aparelho pode ter e quais são os mais adequados ao usuário e ao bom desempenho do aparelho. Devido a possibilidade de acesso direto ao aparelho de implante coclear Nucleus 5 da Cochlear, o projeto tomou este aparelho como base para a geração de alternativas. O Nucleus 5 é usado pelos usuários entrevistados no projeto informacional e a partir dele foi feito um modelo para auxiliar o projeto. A Figura 22 mostra o aparelho e sua forma de fixação.

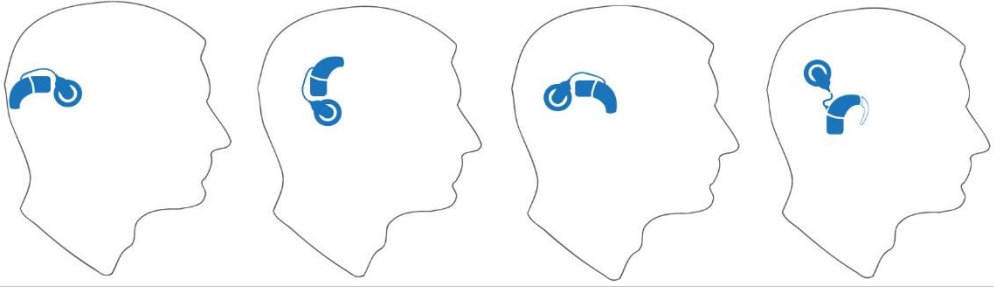
Figura 22: Fixação do Nucleus 5



Fonte: Elaborada pelo autor

Para definir o melhor posicionamento que o aparelho deve ter para o projeto, foi analisado com um usuário as possíveis posições do processador do implante coclear além da posição atual, já que a antena tem um ponto fixo na cabeça do usuário e não pode ser relocada. Além da atual posição foram estudadas mais três variações, sendo avaliadas pelo conforto e captação de som levando em conta o depoimento do usuário. Foi feita uma matriz de avaliação aonde cada posição sugerida é avaliada conforme a percepção de conforto e qualidade de audição do usuário. Os testes de qualidade de captação de som foram feitos com base na percepção e retorno do usuário, não tendo nenhum mecanismo que possibilitasse uma aferição mais precisa. As posições foram avaliadas usando como comparação a posição atual. Foram dadas notas que variam de 1 a 5, sendo a posição atual centralizada na nota 3. O Quadro 24 apresenta a matriz de avaliação de posicionamento elaborada.

Quadro 24: Matriz de avaliação de posicionamento do aparelho



	Posição 01	Posição 02	Posição 03	Atual
Conforto	3	2	4	3
Audição	2	3	3	3

Fonte: Elaborada pelo autor

A posição 03 obteve os melhores resultados. Tanto a posição atual como a posição 03 foram levadas para as próximas etapas de geração de alternativas. Ainda são possíveis pequenas variações das posições sugeridas, não apresentando grande diferença no sistema de avaliação abordado com o usuário.

### 5.2.3 Brainstorming

Segundo Vianna *et al.* (2012), o uso da ferramenta de *Brainstorming* estimula a geração de ideias, conseguindo um grande número de concepções em um curto

espaço de tempo. A ferramenta foi aplicada em conjunto com dois especialistas da área de design. O processo foi conduzido e organizado para manter o foco do grupo e incentivar a geração de ideias. Conforme Back *et al.* (2008), a ferramenta pode ser usada em qualquer fase do desenvolvimento do produto e com qualquer foco, sendo para soluções de problemas mais gerais ou princípios de solução mais específicos.

Antes de iniciar a aplicação da ferramenta, toda pesquisa desenvolvida até o momento foi apresentada aos participantes toda a pesquisa desenvolvida até o momento com o intuito de contextualiza-los. Ao final, foi deixado à mostra as especificações de projeto, os painéis gerados, o modelo usinado e um modelo de manequim de cabeça para visualização espacial.

O objetivo da ferramenta era a busca de soluções gerais de fixação do aparelho na cabeça. Os resultados alcançados com a equipe de profissionais geraram diversas ideias de solução para o tema proposto, sendo selecionadas oito dessas ideias. O resultado do *Brainstorming* auxiliou a criação da Matriz Morfológica (BACK *et al.*, 2008) na próxima etapa.

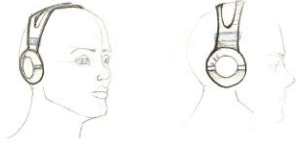
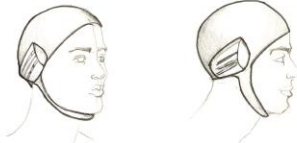
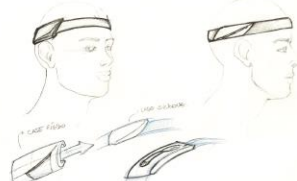
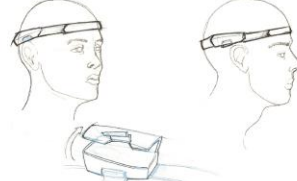
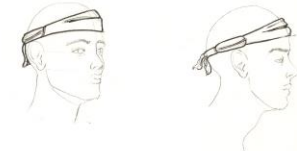
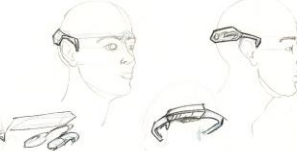
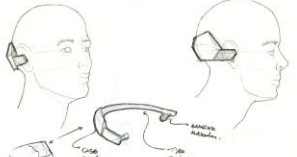
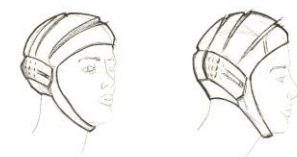
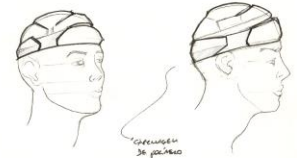
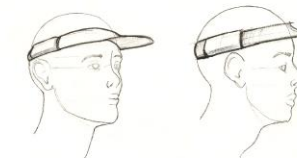
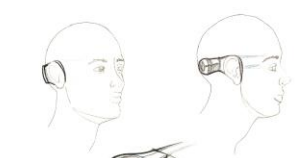
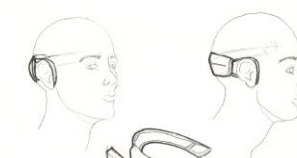
#### 5.2.4 Matriz Morfológica

A Matriz Morfológica de Back *et al.* (2008) busca conhecer todas as combinações possíveis entre as variáveis de um produto. Segundo Baxter (1998), a vantagem do uso da Matriz Morfológica é o exame sistemático de todas as combinações possíveis de um projeto.

A primeira função para a Matriz foi gerada na etapa de *Brainstorming*, ao total foram definidas seis funções para as quais deveriam ser gerados princípios de solução e posterior arranjo e combinação para geração de alternativas de solução. São elas: Fixação da proteção na cabeça, fixação do aparelho na proteção, mecanismo de ajuste de tamanho, isolamento de impacto, sistema a prova d'água e ponto de fixação na cabeça. O Apêndice 3 apresenta a Matriz Morfológica gerada.

Com base nas especificações do projeto, foram geradas ao total doze alternativas que procuraram compreender o máximo de possibilidades possíveis. A Figura 23 mostra o resultado alcançado e as alternativas detalhadas. O Apêndice 4 apresenta os sketches das alternativas em maior escala.

Figura 23: Geração de Alternativas - Matriz Morfológica

 <p><b>Alternativa 01</b></p> <p>/Haste vertical/Snap fit/Ajuste por pressão /Carenagem de polímero/Saco plástico /Circunferência vertical</p>	 <p><b>Alternativa 02</b></p> <p>/Toca/Toca/PM,G/Carenagem de polímero /Case rígido/Queixo</p>
 <p><b>Alternativa 03</b></p> <p>/Bandana/Case silicone/Tira elástica/Carenagem de polímero/Saco plástico/Circunferência horizontal</p>	 <p><b>Alternativa 04</b></p> <p>/Bandana/Case Rígido/Tira de velcro/Case de polímero/Case rígido/Circunferência horizontal</p>
 <p><b>Alternativa 05</b></p> <p>/Bandana/Case de silicone/Tira de tecido/Case de polímero/Carenagem vedante /Circunferência horizontal</p>	 <p><b>Alternativa 06</b></p> <p>/Haste horizontal/Encaixada na orelha/Ajuste por pressão/Carenagem de polímero/Carenagem vedante/Orelhas</p>
 <p><b>Alternativa 07</b></p> <p>/Haste horizontal/Auricular/Tira elástica/Case de polímero/Saco plástico/Orelhas</p>	 <p><b>Alternativa 08</b></p> <p>/Capacete de espuma/Bolsa de tecido/PM,G /Carenagem de polímero/Bolsa de ar/Queixo</p>
 <p><b>Alternativa 09</b></p> <p>/Capacete de espuma/Bolsa de Tecido/Tiras de velcro/Carenagem de polímero/Saco plástico/ Circunferência Horizontal</p>	 <p><b>Alternativa 10</b></p> <p>/Viseira/Case de polímero/Tira de tecido/Case de polímero/Case rígido/Circunferência horizontal</p>
 <p><b>Alternativa 11</b></p> <p>/Elástico preso nas orelhas/Case de silicone/Tira elástica/Carenagem de polímero/Saco plástico/orelhas</p>	 <p><b>Alternativa 12</b></p> <p>/Elástico preso nas orelhas/Case de polímero/Tira elástica/Case de polímero/Case Rígido/Orelhas</p>

Fonte: Elaborada pelo autor

O resultado da geração de alternativas possibilitou o início da etapa de seleção de alternativas. O detalhamento e organização das alternativas facilitou o entendimento dos participantes para a próxima etapa.

#### 5.2.5 Primeira etapa de seleção das alternativas – Método dos Seis Chapéus

Para realizar a primeira etapa de seleção de alternativas foi utilizado o método dos Seis Chapéus de Bono (1997). Segundo o autor, o método propicia uma estrutura lógica de pensamento, aplicando uma exploração cooperativa e ordenada sobre o assunto. O pensamento crítico pode ser mais produtivo quando se restringe o uso ao momento certo. O procedimento é organizado através de seis chapéus, cada um com sua cor e função para o momento que estiver em uso. São eles:

- Chapéu branco: pensamento e lógica, apresenta todas as informações necessárias;
- Chapéu vermelho: intuição e sentimento, demonstra a percepção inicial sobre o assunto em questão;
- Chapéu preto: cautela e negativa lógica; critica o assunto discutido;
- Chapéu amarelo: lógica positiva; analisa os pontos positivos e relevantes;
- Chapéu verde: esforço criativo, apresenta ideias livre de críticas;
- Chapéu azul: controle do processo, realiza análise e conclusão;

O uso dos Seis Chapéus é bem flexível, tendo um grande uso na etapa de geração de alternativas. Como busca-se um refinamento das alternativas geradas possibilitando exclusões, modificações e sugestões de melhoria, optou-se por adequar o método dos Seis Chapéus para a etapa de seleção de alternativas. Para participar do método foram convidados dois especialistas na área de design.

Segundo Bono (1997), o chapéu preto deve ser seguido do chapéu vermelho, para que tenha a possibilidade de resgatar alguma alternativa após as críticas. Para gerações de alternativas o chapéu preto é utilizado mais próximo do final do processo, como o método foi utilizado para a seleção de alternativas, o chapéu preto foi aplicado mais próximo do início do processo. Desta forma, a ordem dos chapéus foi: branco,

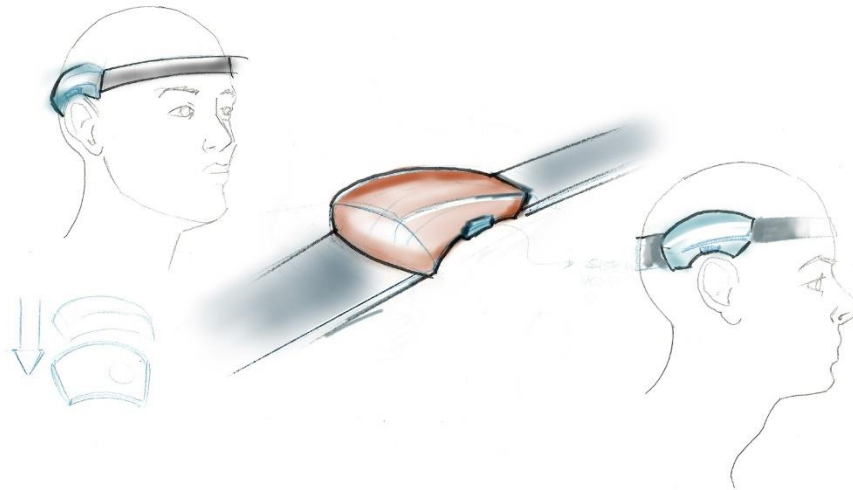
preto, vermelho, amarelo, verde e azul. O Apêndice 5 apresenta mais detalhes da técnica aplicada.

Após passar por todos os seis chapéus juntamente com os especialistas, foram definidas e refinadas duas alternativas finais para o projeto. Segue a descrição de cada alternativa:

#### a) **Alternativa 1**

Fixação por sistema tipo bandana, utilizando case rígido para comportar o aparelho. O aparelho é colocado dentro do case para sua proteção contra impactos e para fixação. É possível a adequação de acessórios. A Figura 24 apresenta o esboço da alternativa:

Figura 24: Seleção alternativa 1 - Os Seis Chapéus

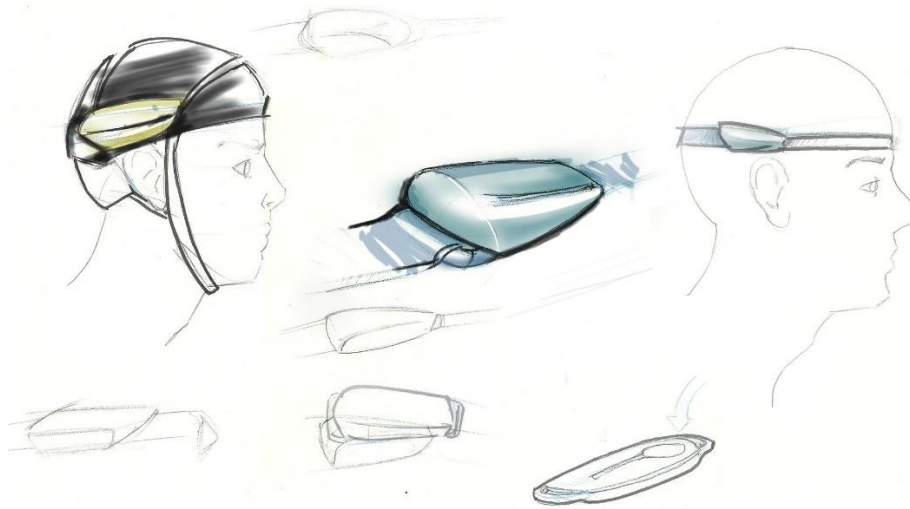


Fonte: Elaborada pelo autor

#### b) **Alternativa 2**

A fixação por bandana, case de silicone onde o aparelho é armazenado. Esse case possibilita o encaixe de carenagem acessória para proteção contra impactos mais fortes, além da adequação de outros tipos de acessórios para auxílio à fixação na cabeça, como tiras de tecido, e/ou proteção sobre a cabeça, como tocas e capacetes de espuma. Possui ainda saco plástico à prova d'água. A Figura 25 apresenta o esboço da alternativa.

Figura 25: Seleção alternativa 2 - Os Seis Chapéus



Fonte: Elaborada pelo autor

As duas alternativas foram refinadas por meio das considerações realizadas ao longo do processo. Constatou-se que a fixação por bandana era a mais adequada para o projeto, levando em conta a pesquisa desenvolvida e os usos determinados. A liberdade de adequação de acessório foi outro fator determinante. As alternativas diferem no método de armazenamento do aparelho, sendo uma com compartimento rígido e outra com compartimento flexível.

Por ser um produto específico com público característico, foi concluído que é essencial a participação do usuário direto do produto para a seleção final da alternativa.

#### 5.2.6 Segunda etapa de seleção das alternativas: Entrevista com usuário

Para realizar a avaliação das duas alternativas finais, foi feita uma entrevista com um usuário de implante coclear que auxiliou em outras ferramentas aplicadas para o desenvolvimento do projeto. Devido ao tipo de produto e ao que ele se aplica, é possível considerar o usuário entrevistado também como um especialista para a análise das alternativas.

Com o objetivo de tornar a avaliação do usuário mais precisa e acertiva, foi feito o protótipo das duas alternativas para a sua análise. Procurou-se representar através da forma e de materiais o compartimento das duas alternativas e como seria a usabilidade de cada uma delas. Os protótipos das duas alternativas foram usados

no LDSM. A alternativa 1, com case rígido, foi modelada e usinada diretamente em Polipropileno. As Figuras 26 e 27 apresentam a simulação virtual do modelo e seu protótipo, respectivamente.

Figura 26: Simulação virtual alternativa 1



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 27: Protótipo alternativa 1

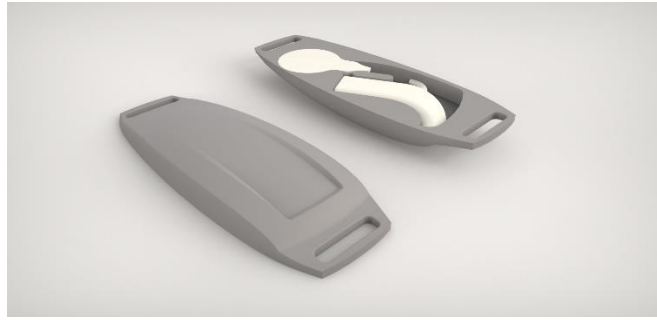


Fonte: Elaborada pelo autor

A alternativa 2 é composta de um case flexível de silicone. Antes de fabricar a peça foi usinado o molde em polipropileno. Após a usinagem do molde, foi adicionado ao molde uma mistura de silicone branco AR-39-X e 4% de catalizador. Depois de doze horas de cura, a peça estava pronta. Tanto o tipo de silicone, porcentagem de catalizador e tempo de cura foram indicados pelo engenheiro químico responsável da empresa onde foi adquirido o produto. As Figuras 28 e 29 apresentam a simulação virtual do modelo e seu protótipo, respectivamente.



Figura 28: Simulação virtual alternativa 2



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 29: Protótipo alternativa 2



Fonte: Elaborada pelo autor

Com os protótipos fabricados, foi realizada a entrevista com o usuário. Antes do início da seleção de alternativas, foi apresentado um resumo da pesquisa realizada e onde se chegou com o detalhamento de cada alternativa. Após isso foram apresentados os protótipos ao usuário para manuseio e testes com o aparelho de implante coclear. Com a análise dos protótipos com o usuário, foram realizados questionamentos em relação às duas alternativas, comparando-as de acordo com os critérios para avaliação e seleção de alternativas. Tais critérios foram definidos a partir dos requisitos de projeto. Desta forma, o Quadro 25 elenca os requisitos de projeto e sua conversão em critérios para avaliação e seleção de alternativas.

Quadro 25: Critérios de seleção

Requisitos de projeto	Critérios de seleção
Fácil manuseio do sistema de ajuste ao corpo Adequar o aparelho facilmente a determinado uso Formato adequado ao gosto do público-alvo Ser confortável ao corpo	Conforto
Oferecer captação de som adequada Ter posicionamento adequado de captação de som	Captação sonora
Ter sistema de fixação do aparelho ao corpo Ter fixação adequada contra movimentos abruptos Ser adaptável a cada prática esportiva Adequar o aparelho facilmente a determinado uso	Fixação

Fonte: Elaborada pelo autor

Em relação a proteção que as alternativas proporcionam, ele sinaliza que para o aparelho o case rígido pode ser melhor, porém pode machucar sua cabeça com o impacto, e acredita que precise de uma proteção maior para o case de silicone para a prática do futebol, mas para corridas e esportes sem tanto impacto não teria problema. Com relação a parte de conforto, ele citou o case de silicone como melhor alternativa, sinalizando o encaixe com a cabeça e a maciez do material. Ao final foi perguntado a preferência estética do produto, ele sinalizou preferência ampla pela alternativa com case de silicone, tendo lhe agradado muito o formato, o material, a maneira de fixação e a possibilidade de acessórios. A Figura 30 mostra o momento que o usuário testa a alternativa 2, composta pelo case de silicone, ele analisa o conforto da alternativa e seu encaixe com o implante coclear.

Figura 30: Seleção de alternativa 2 pelo usuário



Fonte: Elaborada pelo autor

Ao final da segunda etapa de seleção de alternativas foi possível selecionar a alternativa 2 como a que se melhor adaptou ao usuário e que melhor atendeu às especificações de projeto.

### 5.3 VALIDAÇÃO DA ALTERNATIVA FINAL

Com a alternativa selecionada, foram feitas validações dos sistemas que envolvem o produto, com o objetivo de confirmar o funcionamento do protótipo e possibilitar melhorias em parâmetros do produto que ainda não estejam ideais. O protótipo foi analisado de acordo com os critérios anteriormente citados. Na ausência de valores obtidos por uma aferição mais precisa, fez-se apenas uma análise qualitativa. Segue a análise de acordo com cada critério:

#### a) Conforto

Com a análise mais aprofundada em relação ao conforto do case de silicone, o usuário cita que o material tem um contato confortável, macio e se adapta bem ao seu formato de cabeça, em testes realizados pelo pesquisador a visão do usuário sobre o produto se confirmou. Mesmo com o aperto excessivo da bandana na cabeça, o case de silicone em nenhum momento incomoda ou pressiona o aparelho, concluindo-se como o material ideal a ser utilizado. Modificações pequenas em relação a rigidez do silicone podem ser testadas.

#### b) Captação sonora

A validação de captação sonora do aparelho pode ser feita somente pelo usuário devido às condições de funcionamento do implante coclear. Para realizar a análise, foi primeiramente apresentado ao usuário o case de silicone sem nenhuma furação para analisar a percepção sonora inicial do aparelho. Se tinha a expectativa de que no primeiro teste sem furação o aparelho não captaria ou captaria com pouca qualidade o som externo, mas de acordo com o usuário, o case de silicone fechado já permitia boa qualidade sonora ao usuário.

Após o primeiro teste, foram feitos três furos com cerca de 1 mm de diâmetro. A captação sonora após as perfurações obteve melhor qualidade. Mesmo com o depoimento do usuário, citando que a diferença sonora é pequena, acredita-se que

fará diferença no momento em que o produto for usado para praticar esporte, aonde o ritmo é acelerado e existe a interferência de diversos sons no ambiente.

### c) Fixação

Foi constatado que a haste do case de silicone é pouco espessa, podendo rasgar com facilidade. Como o fator resistência da haste de silicone é importante para o teste, foi feito um segundo protótipo com aumento de espessura do silicone. Foi acrescido cerca de 5mm de espessura na altura do protótipo. O protótipo foi fixado através de uma bandana de tecido de Lycra com fixação de velcro. Segue a Figura 31 que apresenta a comparação dos protótipos e a Figura 32 que mostra a fixação do case.

Figura 31: Comparação protótipo de silicone



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 32: Fixação do case de silicone



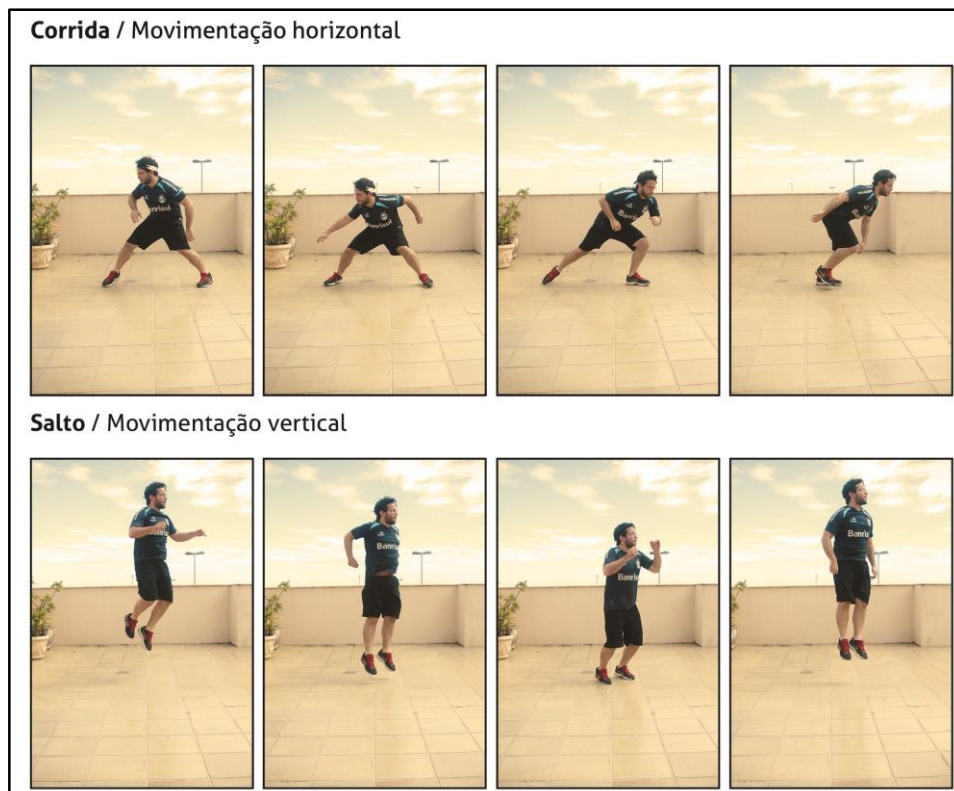
Fonte: Elaborada pelo autor

Foram realizados dois testes para testar a fixação do aparelho junto à cabeça. Baseado nos esportes delimitados no projeto informacional, foram testadas solicitações extremas que envolvem estes esportes. Todos os testes foram feitos com o modelo usinado armazenado no interior case de silicone, o peso difere do aparelho de implante coclear, mas não de maneira considerável. No primeiro teste de movimentação horizontal, procurou-se realizar movimentos bruscos de troca de direção e corridas rápidas, exercícios que representam a movimentação requisitada em práticas de esportes como futebol, tênis de mesa, entre outros.

No segundo teste, foram testadas movimentações bruscas verticais. Procurou-se realizar movimentos bruscos na direção vertical, com pulos altos e sequenciais. Tais movimentos representam as solicitações da prática de esportes como vôlei, que está na proposta do projeto, mas também basquete, entre outros.

Os testes de fixação do case de silicone foram satisfatórios, não tendo o deslocamento do produto nem nos movimentos mais bruscos. Isso valida a forma de fixação do aparelho na cabeça do usuário e a fixação do case de silicone junto ao aparelho de implante coclear. A Figura 33 que apresenta as validações de fixação do produto em testes de movimentação.

Figura 33: Validação de fixação do produto



Fonte: Elaborada pelo autor

### 5.3.1 Análise do primeiro protótipo

Com o refinamento e os testes realizados com os protótipos gerados em silicone foi possível constatar melhorias sobre o produto. Os testes validaram as alterações em relação à espessura do case de silicone como um todo, melhorias da espessura das hastes que se demonstraram frágeis e melhoria no encaixe do fio do aparelho no case. Tais observações foram utilizadas para realizar o refinamento final do produto.

## 6 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO

O produto se apresenta como um sistema de proteção do aparelho de implante coclear para a prática de esportes. O sistema tem como peça principal o case de silicone onde o aparelho de implante coclear fica alojado, essa peça realiza a proteção inicial do aparelho, possibilitando a prática de esportes que tenham risco pequeno de impacto de maneira segura, além de possibilitar o funcionamento de captação sonora ideal do aparelho. O case de silicone serve de base para a customização do uso da proteção, nele que são acoplados acessórios que possibilitam adaptar seu uso conforme o esporte que será praticado. A Figura 34 apresenta o produto em três formas de uso, o calunga à esquerda apresenta o uso adaptado para a prática de futebol. O calunga central demonstra o produto adaptado para a prática de esportes com impacto moderado, sendo possível uso em tênis, vôlei e futebol. O produto à direita está adaptado para esportes de risco baixo de impacto, como tênis de mesa, natação, hidroginástica e corridas.

Figura 34: Apresentação do produto



Fonte: Elaborada pelo autor

## 6.1 CONCEITO FORMAL

A construção do conceito formal do produto foi baseado nas conchas do caracóis. Segundo Laurence (2005), o caracol é um molusco gastrópode que possui concha espiralada, são animais com grande adaptação geográfica e ambiental. A concha do caracol serve de exoesqueleto, protege os órgãos vitais do animal, sendo produzida pelas glândulas que ficam sob a pele denominadas manto. As características da concha diferem de espécie para espécie de caracol, assim as identificando. Além de proteger o animal, a concha é conhecida por suas características acústicas e culturais, popularmente acredita-se que ao encostar o orelha em uma concha é possível escutar o mar, elevando um fenômeno físico a uma experiência emocional de quem a escuta.

Tais características de proteção, adaptação, experiência emocional e identificação constituíram o conceito central para o desenvolvimento do produto. A Figura 35 apresenta o case de silicone ao lado da concha do caracol, o detalhe rebaixado da peça foi inspirado nas reentrâncias espirais da concha.

Figura 35: Conceito do produto



Fonte: Elaborada pelo autor

### 6.1.1 Identidade Visual

Para fins de simulação de aplicação de marca ao produto, foi gerada uma nomenclatura e uma identidade visual para o produto, com o auxílio de uma profissional de design visual. O nome dado aos produtos que compõem o sistema de



proteção foi MANTI. A construção do *naming* veio do manto do caracol, glândula que gera as conchas, conforme detalhado anteriormente. A construção do ícone do logotipo seguiu a linha do case de silicone, se baseando nas marcações no corpo da concha. A Figura 36 apresenta a identidade visual do produto.

Figura 36: Identidade visual



Fonte: Elaborada em conjunto com Camila Ozio.

Com base nos painéis visuais gerados, principalmente o painel de tema visual do usuário, foi criado um padrão cromático para ser aplicado no projeto. A diferenciação das cores permite a personalização das peças, possibilitando um maior número de combinações. O produto é montado conforme as combinações definidas pelo usuário e pode facilmente ser customizado por ele. A Figura 37 apresenta o padrão cromático utilizado no produto.

Figura 37: Padrão Cromático

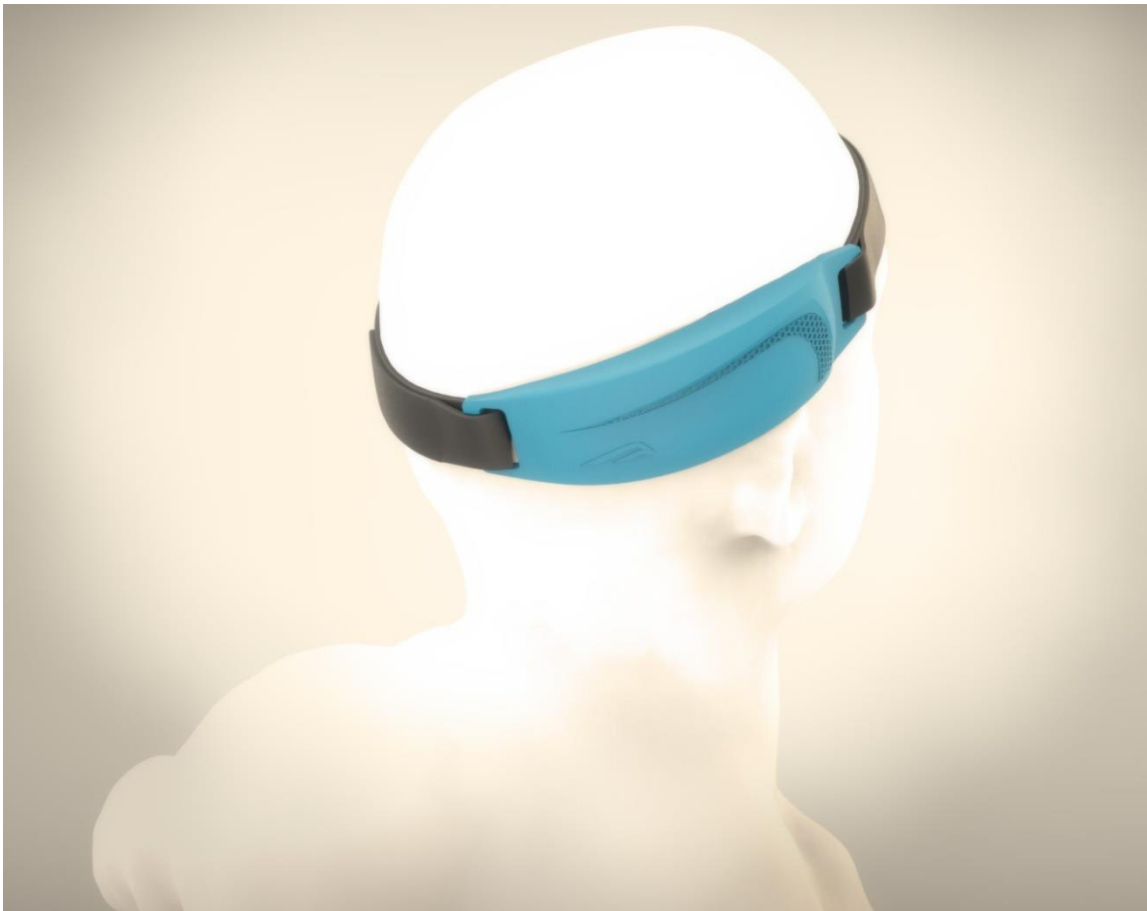


Fonte: Elaborado em conjunto com Camila Ozio.

## 6.2 PERSONALIZAÇÃO DO PRODUTO

O sistema de proteção de implante coclear MANTI apresenta diversas possibilidades de formatação. A Figura 38 mostra o produto em sua formatação mais simples, composto pelo case de silicone e uma bandana de Poliamida ou Nylon, conforme seu nome comercial. Essa formatação é indicada para prática de esportes que envolvem baixo risco de impacto, como a prática de tênis de mesa e corridas.

Figura 38: Manti - formatação básica



Fonte: Elaborada pelo autor

Devido às peças que compõem o sistema e o padrão cromático estabelecido é possível personalizar o produto e readequar seu uso, assim sendo seguro e adequado para a prática de outros esportes. A Figura 39 apresenta a mesma configuração da Figura 38, porém com o acréscimo da carenagem de proteção. A formatação com carenagem torna possível a prática de esportes que tenham risco de impacto. As Figuras 40 e 41 apresentam a variedade de cores do case de silicone e da carenagem que o compõem.

Figura 39: Manti - formatação com carenagem



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 40: Padrão cromático aplicado ao case de silicone



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 41: Padrão Cromático aplicado a carenagem



Fonte: Elaborada pelo autor

### 6.2.1 Aplicações do produto: personas

Foram geradas, na etapa de Projeto Conceitual, três personas que representam as características extremas dos usuários do produto (pág.89). Definiram-se três composições do produto para atender a estas necessidades e se adequar ao perfil de cada persona. As adequações visam atender tanto o esporte praticado, como seu estilo de vida. Segue a descrição de cada persona:

#### a) Caio

Seu esporte favorito é o futebol. É extrovertido e inovador, tem boa aceitação para novas iniciativas. Visando satisfazer as necessidades da primeira persona, substitui-se a bandana de tecido tradicional por uma proteção para esportes com alto risco de impacto. A Figura 42 apresenta a formatação do MANTI para a prática de futebol. O case de silicone é preso dentro do bolso interno da proteção. Na etapa de Especificações dos componentes foi detalhado o funcionamento e composição de cada peça do produto. A Figura 43 apresenta uma ambientação do produto, representando o produto em uso.

Figura 42: Formatação para a prática de esportes com alto risco de impacto – adequação Caio



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 43: Ambientação - futebol

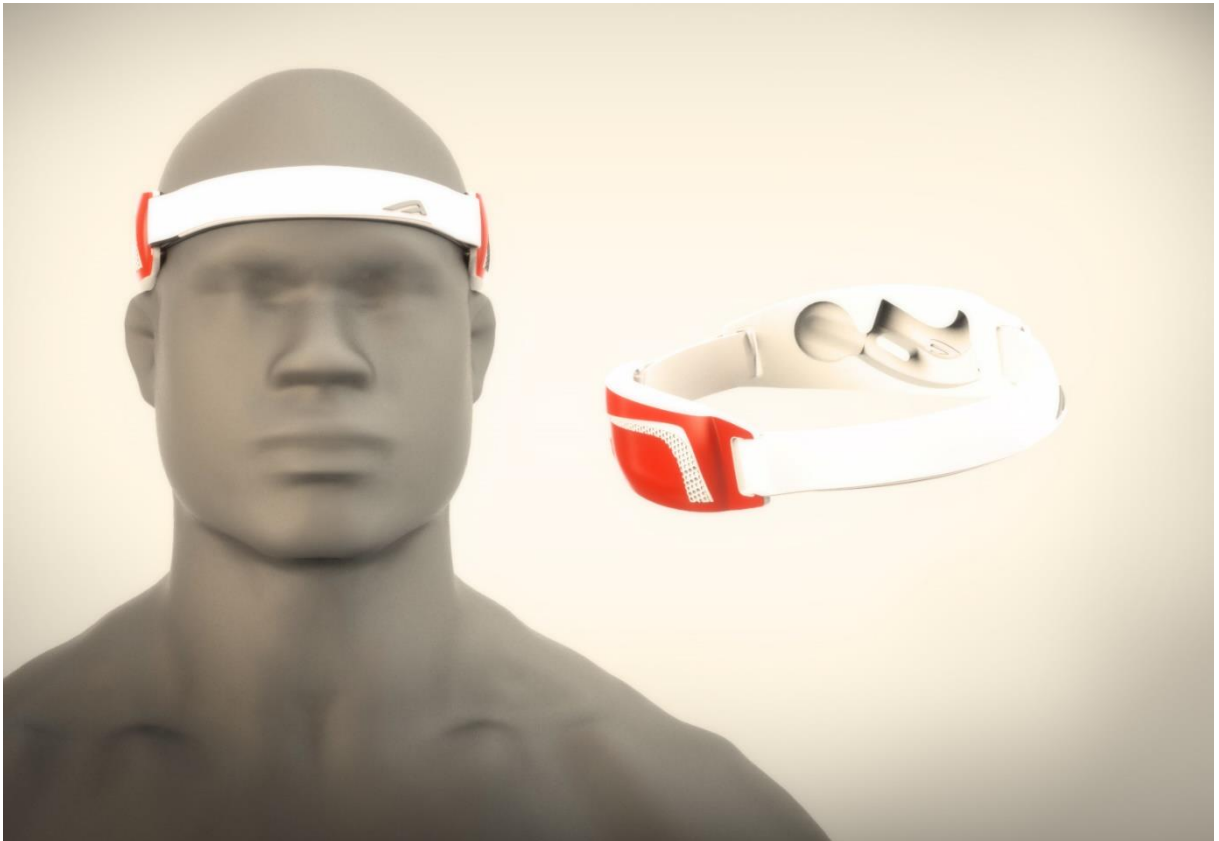


Fonte: Elaborada pelo autor

b) Clarissa

A segunda persona é nutricionista e praticante ativa de esportes, apresentando vontade de praticar vôlei com seu implante coclear. A Figura 44 apresenta a adequação do produto para usuários de dois implantes cocleares, se faz uso de carenagem nas peças para a prática de vôlei, podendo também adequar o mesmo acessório usado para a prática de futebol demonstrado no item anterior. Para fins de simulação, a Figura 45 apresenta a interação de Clarissa com o produto em uma ambientação.

Figura 44: Formatação para usuários de dois aparelhos – adequação Clarissa



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 45: Ambientação - Vôlei



Fonte: Elaborada pelo autor

### c) Gabriel

A terceira persona é o mais velho dos três, tem um perfil sedentário e introvertido, perfil menos inovador porém adepto a tecnologias devido a sua profissão. Faz uso do acessório por questões de qualidade do exercício que precisa realizar. A Figura 46 apresenta a formatação do produto para o uso em contato com a água. O case recebe um envoltório plástico e o material da bandana muda para maior conforto do usuário.

Figura 46: Formatação para a prática de esportes aquáticos – adequação Gabriel



Fonte: Elaborada pelo autor

### 6.3 ESPECIFICAÇÃO DOS COMPONENTES

O produto é formado por um conjunto de acessórios que, conforme são ligados compõem as possíveis formatações de proteção do aparelho de implante coclear. Baseado nos requisitos de projeto e nas argumentações de viabilidade econômica apresentados na etapa de definição do conceito, procurou-se desenvolver um produto economicamente e tecnologicamente viável, que apresente processos produtivos e soluções adequados à demanda. Devido à baixa demanda e poucos fabricantes no mercado, o custo de produtos ligados ao implante coclear são elevados. Procurou-se desenvolver um produto com o custo de produção teoricamente reduzido, que tenha a possibilidade de ter um preço acessível ao consumidor final. Levantando os custos de produção do protótipo final é possível estimar o custo de cada peça do case de silicone, lembrando que os produtos foram adquiridos como pessoa física, em pequenas quantidades e com praticados no varejo. Segue o Quadro 26, que apresenta os custos dos produtos e serviços utilizados para se dar início a fabricação da peça, os produtos apresentados foram adquiridos em uma empresa localizada em Porto Alegre.



Quadro 26: Custos iniciais de fabricação do produto

PRODUTO	Quantidade	Preço
Plastilina	1 peça	R\$ 20,90
Silicast AR 39 X - Silicone branco	1 litro	R\$ 36,00
Silicast AR 60 - Silicone vermelho	1 litro	R\$ 37,80
Silcure AR 31 - Catalizador	100ml	R\$ 8,17
SERVIÇO		
Impressão 3D da peça guia		R\$ 170,00
	<b>Total</b>	<b>R\$ 272,87</b>

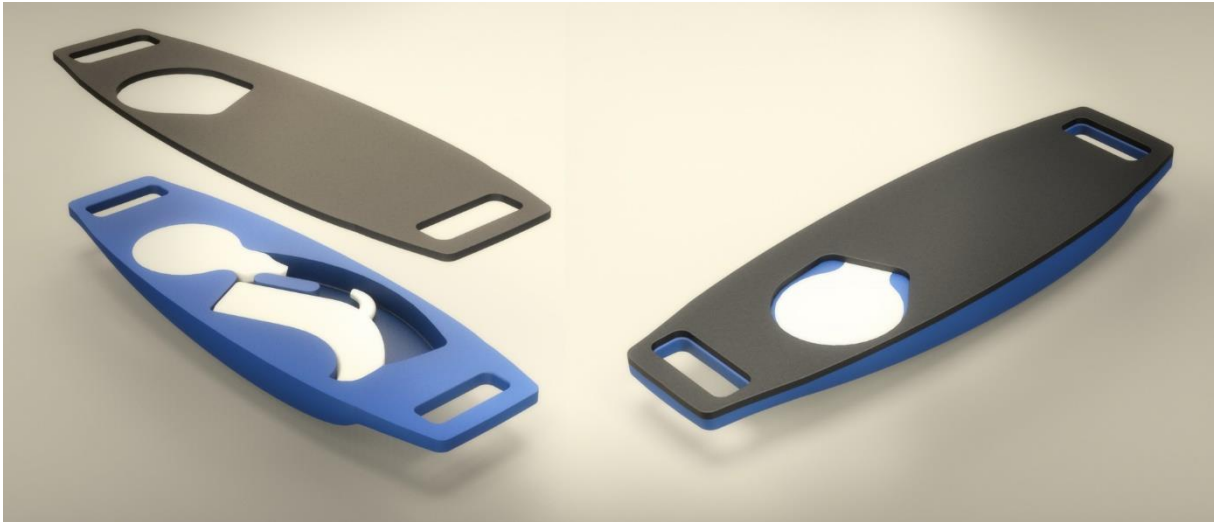
Fonte: Elaborada pelo autor

Relevando desperdícios e erros no processo, a quantidade de material adquirida possibilita a formatação de no mínimo dois moldes para a fabricação das peças, além da sobra de silicone branco e catalizador que permite a fabricação das primeiras peças do produto. Para a fabricação do *case* de silicone foi necessário adquirir silicone branco AR 39 X mais o catalizador. Levando em conta o rendimento de no mínimo quatro peças para a quantidade de silicone branco adquirida e o uso de cinco por cento de catalizador para cada peça, se estipula que a produção de cem peças o custo de fabricação de cada *case* fique em torno de doze reais. Conforme aumentar a quantidade de produtos, o preço do molde se dilui. O custo apresentado demonstra a viabilidade econômica do produto. Os detalhamentos técnicos dos componentes são apresentados no Apêndice 6.

### 6.3.1 Case de silicone

O *case* de silicone é a peça principal do sistema de proteção do produto, nela são conectados os outros acessórios que complementam e definem para que fim será usado o produto. A Figura 47 apresenta a interação da peça com o aparelho. Nas validações realizadas notou-se a necessidade de um fechamento parcial do aparelho, para que o suor gerado pelo corpo do usuário não entrasse em contato com os microfones do produto. Esse fechamento é fixado pela bandana que passa pela haste de fixação do *case*.

Figura 47: Interação aparelho e case de silicone



Fonte: Elaborada pelo autor

O case de silicone terá versões direita e esquerda, não sendo possível utilizar o mesmo produto para os dois lados. O aparelho deve ter um posicionamento adequado. Conforme visto na etapa de validação, quando o aparelho se posiciona abaixo dos orifícios para a captação sonora, toda a umidade ou impureza que possa entrar por esses orifícios alcança diretamente os microfones do aparelho de implante coclear, com o posicionamento apresentado na Figura 48 a possibilidade de impurezas e umidade entrarem em contato com os microfones do aparelho é menor, além dos orifícios de captação posicionarem-se o mais próximo da localização original do aparelho quando apoiado na orelha, não gerando estranheza na diferente localização dos microfones. A deformação que ocorre no silicone quando fixado na cabeça auxilia na fixação do aparelho, o silicone se flexiona internamente e pressiona o aparelho, o fixando com maior segurança durante o uso da proteção. O silicone foi escolhido para a construção do case principal por suas características mecânicas e a facilidade de produção em pequena escala. O tipo de silicone aplicado foi o AR-X-39 com catalizador AR-31 por 12 horas de cura, o tempo de cura determina as características mecânicas de maciez e definição da retícula do material.

Figura 48: Posicionamento do aparelho



Fonte: Elaborada pelo autor

Durante a validação do protótipo, notou-se a necessidade de um reforço para as hastes de fixação do case. Em primeiro momento foram feitos testes com enxertos de arames metálicos para conferir maior resistência mecânica, porém segundo o especialista químico consultado, com o tempo o tende a ocorrer o cisalhamento da peça de silicone, pois o arame não se funde ao silicone. Então foi sugerido pelo especialista o uso de tecido de vidro na peça, o tecido de vidro apresenta boa resistência à tração e contração sem perder a maleabilidade do material. O tecido de vidro se une ao silicone durante o processo de cura, tornando-se imperceptível após a peça pronta. Foi realizado um protótipo com o tecido de vidro na peça e teve sua resistência aprovada, sendo justificado o uso no produto.

### 6.3.2 Carenagem

A carenagem desenvolvida tem a função de proteger o aparelho contra impactos moderados. A peça foi pensada para ser produzida pelo sistema de termoformagem. Esse processo tem o custo reduzido para pequena tiragem de peças e investimento inicial de matriz baixo, se comparado ao processo de injeção. Os moldes de termoformagem podem ser de mdf ou madeira para baixa tiragem de peças com formatos menores. O material sugerido para a carenagem é o ABS, pois apresenta boa resistência mecânica e elétrica. A Figura 49 apresenta a inserção da

carenagem por sobre o case de silicone. A espessura da carenagem é definida de acordo com a espessura da placa utilizada no processo de termoformagem. Para o projeto a carenagem deve ter um milímetro de espessura.

Figura 49: Interação carenagem e case de silicone



Fonte: Elaborada pelo autor

### 6.3.3 Bandanas

Para o projeto, foram desenvolvidos e modelados dois tipos de bandana que se diferem pelo material utilizado. A primeira bandana tem a função de fixar o aparelho na prática de esportes que não envolvam umidade excessiva, sendo composta de Poliamida. Esse material é largamente utilizado no mercado em vestimentas para a prática de corridas por suas características térmicas e de contato com o corpo.

A segunda bandana desenvolvida tem a função de fixar o aparelho na prática de esportes que envolvam excesso de umidade, como natação, hidroginástica e surfe. O material escolhido para esse tipo de bandana foi o Policloropreno, conhecido comercialmente como *Neoprene* e revestido pelo tecido de Poliamida. Esse material é utilizado em roupas para prática de surfe. O sistema de fixação dos dois tipos é feito por velcro. A Figura 50 apresenta o detalhe da bandana revestida de *Neoprene* revestida de Poliamida. Os tamanhos das bandanas foram adotados com base nas medidas antropométricas apresentadas em Henry Dreyfuss *associeates* (2005) e

medidas já utilizadas no mercado. As dimensões utilizadas apresentadas pelo autor estão no Anexo B.

Figura 50: Bandana de Neoprene

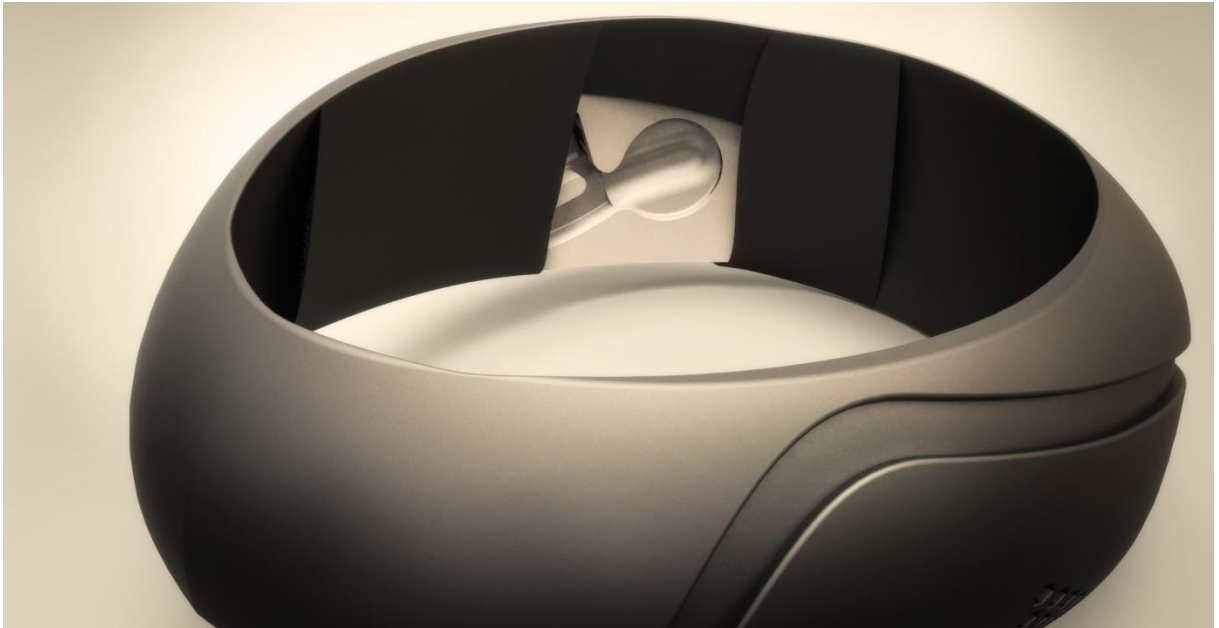


Fonte: Elaborada pelo autor

#### 6.3.4 Acessório contra impactos de maior intensidade

Para proteger o aparelho de implante coclear contra impactos com maior intensidade, foi desenvolvido um acessório que se assemelha ao capacete de *rugby* analisado na etapa de Análise de Similares, porém é localizado somente na região da cabeça aonde localiza-se o aparelho e o implante. O acessório é composto por espuma EVA injetada revestida por Poliamida. Utiliza a elasticidade do material para realizar a fixação na circunferência horizontal da cabeça. A fixação do case de silicone no acessório é feita através de um bolso elástico interno, deixando aparente somente a região do ímã, que deve permanecer conectado a cabeça do usuário para que o aparelho funcione. A Figura 51 apresenta o sistema de fixação da peça. O acessório ainda apresenta furações de captação sonora que coincidem com as do case de silicone fixado internamente.

Figura 51: Sistema de fixação do case de silicone no acessório



Fonte: Elaborada pelo autor

### 6.3.5 Sistema à prova d'água

Baseado no sistema já utilizado pela empresa Cochlear para implantes cocleares, o produto se assemelha a um saco plástico moldado com um sistema de fechamento por pressão segundo informações do fabricante contidas no Anexo C. A Figura 52 mostra o produto utilizado pela empresa. O sistema foi adaptado para o formato do case de silicone projetado. As Figuras 53 e 54 apresentam o acessório se adequando ao case.

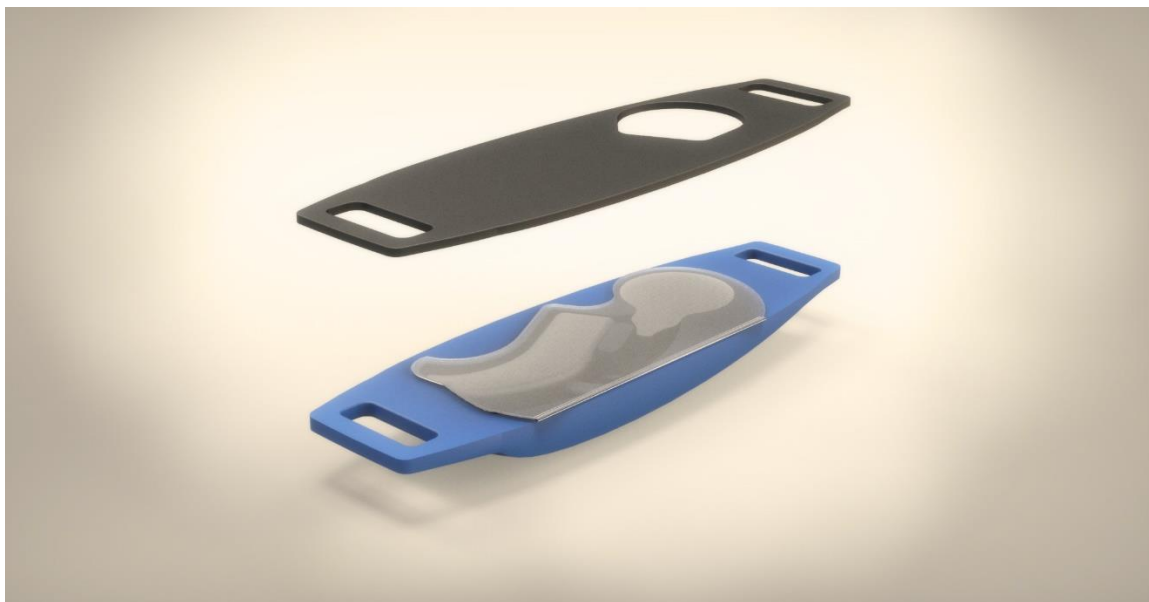
Figura 52: Sistema Acqua à prova d'água da Cochlear



Fonte: Cochlear, 2013 <sup>13</sup>

<sup>13</sup> Disponível em: < <http://cochlearimplanthelp.com/2012/10/10/cochlear-aqua-accessory-review/> >. Acesso em novembro de 2013

Figura 53: Interação do case de silicone com o sistema à prova d'água



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 54: Encaixe do case de silicone com o sistema à prova d'água



Fonte: Elaborada pelo autor

### 6.3.6 Variações e acessórios

Devido a flexibilidade de uso da proteção, o produto permite a adequação de outros acessórios existentes no mercado, como outros tipos de bandanas que variam

de tecido e maneira de fixação. Torna-se possível a adequação de capacetes de *rugby*, como o analisado na pesquisa, além de viseiras, tocas de natação, tocas de tecido, lenços, entre outros acessórios utilizados para a prática de esportes, desde que não obstrua a captação sonora do aparelho e permita seu funcionamento ideal.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da pesquisa possibilitou entender mais a fundo o contexto do usuário de implante coclear, seus desejos e desafios. Foi possível compreender questionamentos levantados ao longo do processo, bem como desenvolver o embasamento teórico necessário ao projeto. Durante o processo de pesquisa foram estudadas teorias acerca do implante coclear e suas consequências na prática esportiva, onde se procurou entender o “porquê” de ser implantado, quais as razões que levaram o usuário até o produto e o que esse uso acarreta em sua vida. Foi possível eliciar quais as necessidades desses usuários perante a prática de esportes, utilizando métodos de entrevistas e análise com os usuários. Com esses levantamentos foi possível confirmar a demanda de usuários de implante coclear acerca da prática de esportes, visto que o mercado atualmente não possibilita, através dos produtos existentes, essa prática de forma segura.

Na etapa de Projeto Informacional foi possível identificar as necessidades do usuário e convertê-las em requisitos de usuário, assim como chegar aos requisitos de projeto até realizar as especificações do projeto. Conforme constatado, o produto a ser desenvolvido visa atender ao usuário de implante coclear que pratica os esportes classificados neste trabalho como forma de lazer. Compreendendo que o universo esportivo é amplo e com diversas peculiaridades em cada categoria esportiva, foi de grande importância para o projeto a classificação da prática esportiva realizada, definindo ao fim alguns esportes a serem estudados. Outros esportes, assim como a prática profissional dos mesmos podem ser abordados em trabalhos futuros a partir da atual pesquisa, uma vez que o presente trabalho restringe-se ao esporte enquanto *hobby*.

Com o desenvolvimento do Projeto Conceitual, foi possível definir o produto como um sistema de proteção ao usuário de implante coclear para a prática de esportes. Visto que o perfil do usuário de implante coclear é singular devido as suas experiências, as metodologias aplicadas para entender a visão do usuário sobre o produto antes de gerar alternativas tiveram grande importância para o desenvolvimento do produto, sendo assim possível entender a visão do usuário e suas expectativas em relação ao produto. A realização de protótipos para a etapa de seleção de alternativas permitiu um aprofundamento da compreensão do

funcionamento do produto, aumentando a assertividade da etapa de seleção de alternativas e aprimorando o desenvolvimento e ajustes do produto final. O contato direto com o usuário de implante coclear ao longo do trabalho foi crucial para chegar ao ponto em que o projeto está. A participação constante do consumidor, principalmente na área de tecnologia assistiva, permite o enriquecimento da percepção do produto e qual caminho se deve tomar.

Procurou-se chegar através dos protótipos e validações realizadas o mais próximo possível do produto final. Com a intenção de tornar o produto o mais viável possível sem perder qualidade, ao final do desenvolvimento do projeto, o produto em sua formatação composta, case de silicone e bandana de Poliamida com Velcro, é possível de ser produzido a baixo custo, sem investimento inicial alto e com produção de baixa complexidade. Sabe-se que o produto desenvolvido ainda apresenta margens para novas possibilidades. Para ser considerado um produto final de mercado, ainda se fazem necessários testes mais detalhados em relação ao sistema contra impacto e umidade.

A conclusão do projeto do produto abre possibilidades para trabalhos futuros, bem como investimentos de empresas para aprimoramento do produto. Como apresentado anteriormente, o mercado ligado ao implante coclear necessita de alternativas de produtos com custo acessível e com foco em seu usuário, pontos centrais que nortearam o desenvolvimento deste projeto.

## REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. Fundamentos da Biologia Moderna. 2ª edição São Paulo: Moderna, 1997.

BACK, Nelson. et al. Projeto Integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. 1ª edição Baurer: Manole, 2008.

BAXTER, Mike. Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos. 2ª edição São Paulo: Blücher, 1998.

BONO, Edward de. Criatividade levada a sério: Como gerar ideias produtivas através do pensamento lateral. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1997. 322 p.

BRASIL. Lamartine P. da Costa. Confef. Cenário de tendências gerais dos esportes e atividades físicas no Brasil. Atlas do Esporte No Brasil, Rio de Janeiro, p.1-14, 10 jun. 2006.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva. – Brasília: CORDE, 2009. 138p

BROWN, Tim. Design Thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. 1ª edição Rio de Janeiro: Campus, 2010.

CARDOSO, Rafael. Design para um mundo complexo. 1ª edição São Paulo: Cosac Naify, 2012.

COCHLEAR. Hear now and always: Guia do sistema de implante coclear. Cochlear, São Paulo, p.04-35, 25 jul. 2010.

COCHLEAR IMPLANT HELP, Cochlear acqua accessory Review. Disponível em: <<http://cochlearimplanthelp.com/2012/10/10/cochlear-aqua-accessory-review/>>. Acesso em 22 de novembro de 2013

COCLEAR LIVRE. Implante Coclear em Portugal. Disponível em: <<http://coclear-livre.forumeiros.com/>>. Acesso em: 19 jun. 2013.

CONVENÇÃO DA ONU, 2007, Brasília. Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência: Protocolo facultativo à Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência. Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, 2007. 45 p.

DIONIZIO, Cecília. Implante é capaz de recuperar 100% da audição: Ouvido biônico. Disponível: <<http://www.diarioweb.com.br/novoportal/noticias/saude/159363,,Implante+e+capaz+de+recuperar+100+da+audicao.aspx>>. Acesso em: 08 nov. 2013.

FMUSP. O quê é implante coclear? Disponível em: <[www.implantecoclear.org.br](http://www.implantecoclear.org.br)>. Acesso em: 25 mai. 2013.

GONZALEZ, Fernando. Sistema de classificação de esportes com base nos critérios: cooperação, interação com o adversário, ambiente, desempenho comparado e objetivos táticos da ação. Revista Digital Buenos Aires, Buenos Aires, n. 71, p.1-1, 10 abr. 2004.

HENRY DREYFUSS ASSOCIATES (Nova Iorque). Alvin R. Tilley (Org.). As medidas do homem e da mulher: Fatores humanos em design. 1ª edição Porto Alegre: Bookman, 2005.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em 25 de mai. 2013

IDEO. Method cards for IDEO, 51 cards deck to inspire design. 2002. Disponível em: <<http://www.ideo.com/work/method-cards>>. Acesso em 13 de junho de 2013.

IIDA, Itiro. Ergonomia: Projeto e Produção. 2ª edição São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KELLEY, Tom. A arte da inovação: lições de criatividade da IDEO. 1ª edição São Paulo: Futura, 2001.

KOTLER, Phillip; KELLER, Kevin Lane, Administração de Marketing: A bíblia do marketing. 2006, 12ª edição

KURC, Dr. Maurício. O quê é implante coclear? Disponível em: <[sentirbem.uol.com.br](http://sentirbem.uol.com.br)>. Acesso em: 15 mai. 2013.

LAURENCE. Biologia. 1ª edição São Paulo: Nova Geração, 2005.

LOBATO, Lak. Desculpe, não ouvi. Disponível em: <<http://desculpenaoouvi.laklobato.com/>>. Acesso em: 05 jun. 2013.

MALLIN, Sandra Sueli Vieira. Uma Metodologia de Design: Aplicada ao desenvolvimento de tecnologia assistiva para portadores de paralisia cerebral. 1ª edição Curitiba: Ufpr, 2004.

MARTINS, Daianne Serafim. Design de recursos e estratégias em tecnologia assistiva para acessibilidade ao computador e à comunicação alternativa. 2011. 230 f. Dissertação (Pós-graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MORAES, Anamaria de; MONT'ALVÃO, Claudia. Ergonomia: Conceitos e Aplicações. 4ª edição Rio de Janeiro: 2ab, 2010

NORMAN, Donald A. Design Emocional: Por que adoramos (ou detestamos) os objetos do dia-a-dia. 1ª edição Rio de Janeiro: Rocco, 2008.

PLATCHECK, Elizabeth Regina. Design Industrial: Metodologia de Ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. 1ª edição Porto Alegre: Atlas, 2005.

POLITEC SAÚDE - COCHLEAR (Brasil | Estados Unidos da América). Perguntas Frequentes: É possível usar o implante durante atividades esportivas?. Disponível em: <<http://www.politecsaude.com.br/tutoriais-e-faq/perguntas-frequentes/>>.

Acesso em: 14 jun. 2013.

PORTARIA Nº 1.278/MS: Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em 10 mai. 2013.

POSSAMAI, O. Análise de valor. Florianópolis: UFSC, 2009.

PROGRAMA INFANTIL PHONAK (Brasil). Implante Coclear. Disponível em: <<http://www.programainfantilphonak.com.br/implante-coclear.php>>. Acesso em: 13 jun. 2013.

RABELO, Rodrigo Andrade. O Implante Coclear e a prática de atividades físicas. Questões sobre IMPLANTE COCLEAR – O Implante Coclear e a prática de atividades físicas. Disponível em: <<http://ouvidobionico.org/2011/04/13/questoes-sobre-implante-coclear-o-implante-coclear-e-a-pratica-de-atividades-fisicas/>>.

Acesso em: 10 abr. 2013.

RUTTER, Marina; ABREU, Sertório Augusto de. Pesquisa de Mercado. 2ª edição São Paulo: Ática, 1994.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: Construindo uma sociedade para todos. 7ª edição Rio de Janeiro: Wva, 1997. 176 p.

SCALON, Roberto Mário. A psicologia do esporte: e a criança. 1ª edição Porto Alegre: Edipucrs, 2004.

SOUZA, Lourdes Bernadete Rocha de. Implante Coclear: (re)habilitação da voz e da fala. 1ª edição Rio de Janeiro: Revinter, 2012.

TYPEFORM. Discover a better way to ask questions online. Disponível em: <<https://gcardosodesign.typeform.com/report/aDVBN4/uQhI>>. Acesso em novembro de 2013

VALLE, Tânia Gracy Martins do; MAIA, Ana Cláudia Bortolozzi. Aprendizagem e Comportamento Humano. Rio de Janeiro: Cultura Acadêmica, 2010.

VIANNA, José Antonio; LOVISOLO, Hugo Rodolfo. Projetos de inclusão social através do esporte: notas sobre a avaliação. Movimento, Rio de Janeiro, n. , p.145-162, 16 fev. 2009.

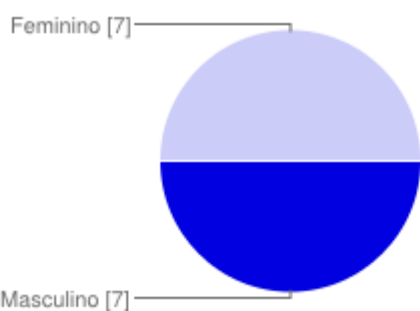
VIANNA, Maurício; RUSSO, Beatriz; VIANNA, Ysmas. Design Thinking: inovação em negócios. 1ª edição Rio de Janeiro: Mjv Press, 2012.

## ANEXOS

### ANEXO A – Pesquisa Qualitativa – Questionário Online

## Resumo

### Sexo



Masculino **7** 50%

Feminino **7** 50%

### Idade

10-15 anos **3** 21%

16-20 anos **2** 14%

21-25 anos **3** 21%

26-30 anos **1** 7%

31-35 anos **3** 21%

36-40 anos **1** 7%

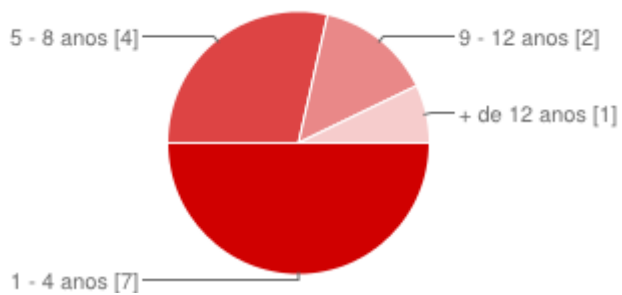
41-45 anos **1** 7%

46-50 anos **0** 0%

51-55 anos **0** 0%

55 ou + **0** 0%

A quanto tempo você usa o implante?



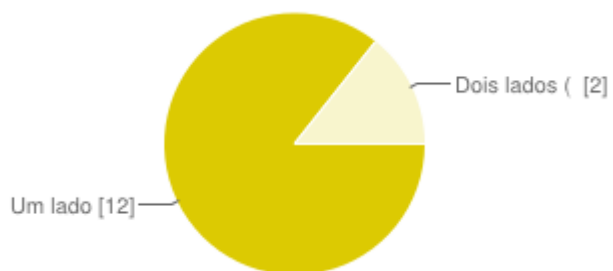
1 - 4 anos      **7**    50%

5 - 8 anos      **4**    29%

9 - 12 anos     **2**    14%

+ de 12 anos    **1**    7%

Você é implantado?



Um lado                      **12**    86%

Dois lados ( Bilateral )    **2**    14%

Você Gosta que o aparelho de implante coclear apareça?

1      **3**    21%

2      **1**    7%

3      **6**    43%

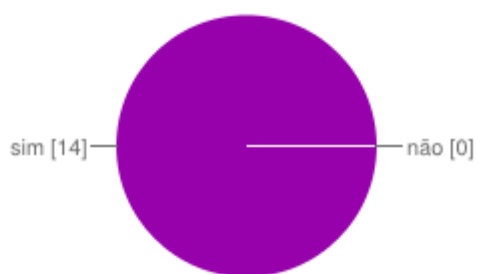
4      **2**    14%

5      **2**    14%

Dispositivo para auxílio de usuários de implante coclear na prática de esportes

Você pratica algum tipo de esporte?





sim **14** 100%

não **0** 0%

Dispositivo para auxílio de usuários de implante coclear na prática de esportes

Por qual razão não pratica?

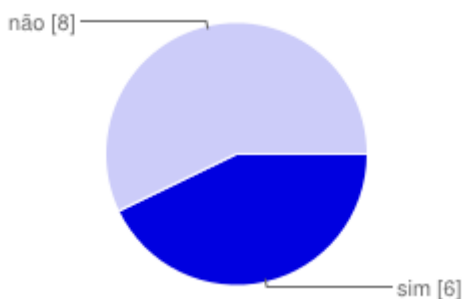
Ainda não há respostas para esta pergunta.

Dispositivo para auxílio de usuários de implante coclear na prática de esportes

Qual seu receio/cuidados na prática esportiva?

Impacto na região da cabeça e no aparelho cair o aparelho e batidas na cabeça nenhum. Jogo sem o implante impacto cabeça(implante interno) e aparelho, umidade água suor no aparelho, quebrar o aparelho, impacto na parte do implante interno não molhar e impactos Bicicleta Umidade no aparelho impacto no aparelho, queda do aparelho Todos os exemplos citados impacto na região onde o chip está alojado impacto na cabeça umidade, suor Impacto na cabeça- molhar o aparelho

Você já trocou seu aparelho externo alguma vez?



sim **6** 43%

não **8** 57%

Em caso de sim, Porque?

Atualização de dispositivo o primeiro veio com defeito. No mais, enviei o processador para revisão e voltou ok atualizar troca de tecnologia 5 anos de uso do primeiro processador atualização do processador

Caso existisse um novo aparelho que possibilite a prática esportiva, você trocaria de aparelho?

1	1	7%
2	0	0%
3	3	21%
4	4	29%
5	6	43%

Caso existisse um dispositivo que acoplasse a seu aparelho e permitisse a prática esportiva com segurança, você compraria?

1	0	0%
2	0	0%
3	3	21%
4	2	14%
5	9	64%

Dispositivo para auxílio de usuários de implante coclear na prática de esportes

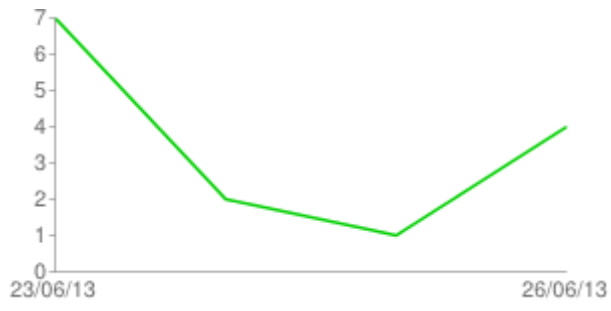
Esteticamente, você usaria um dispositivo que aparecesse mais, visando a prática esportiva?

1	1	7%
2	1	7%
3	4	29%
4	1	7%
5	7	50%

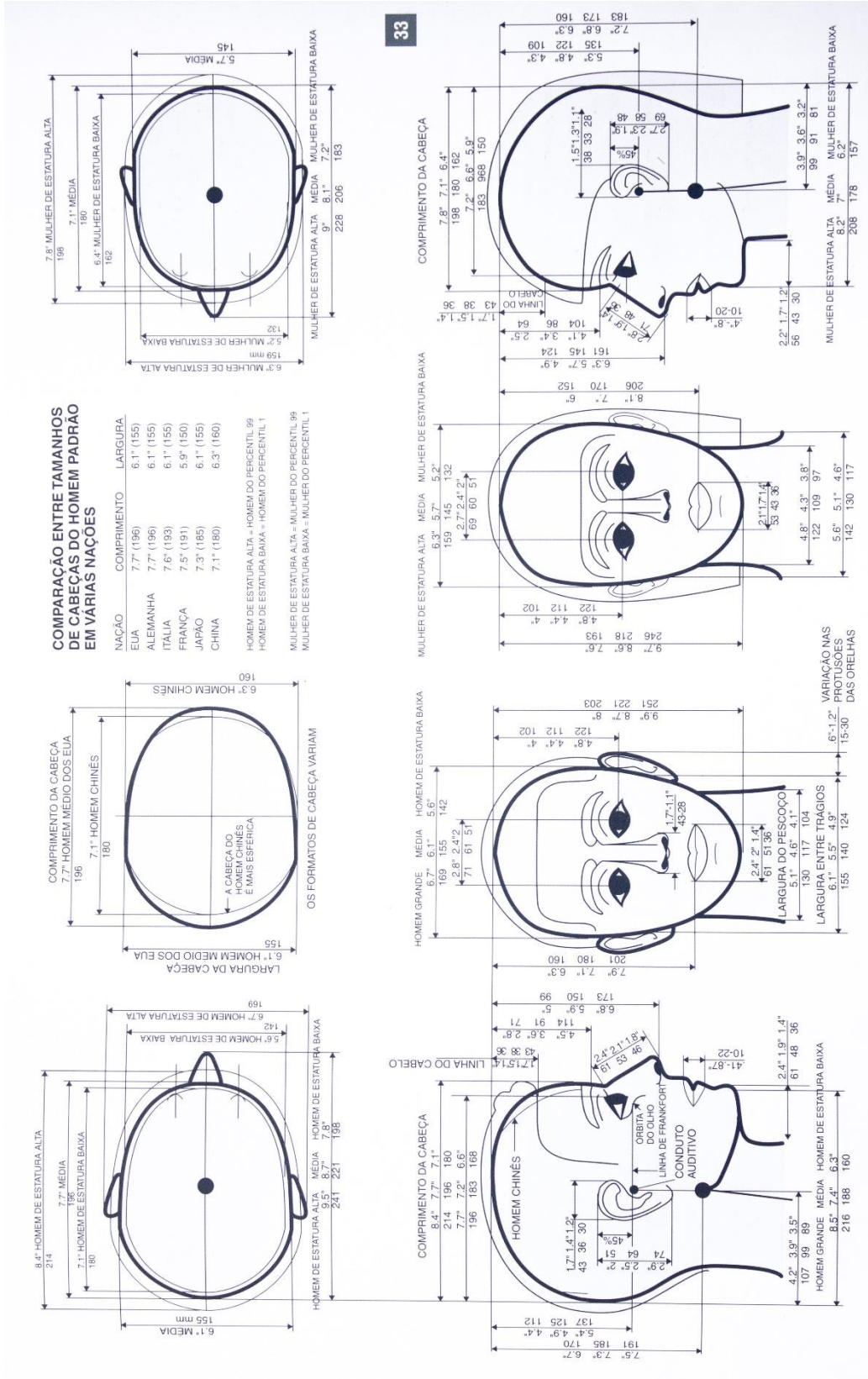
Caso queira auxiliar no desenvolvimento da pesquisa, por favor deixe seu contato. A construção desse produto depende de você.

Vander@zapt.net Seria muito interessante um produto assim para crianças um pouco menores que estão entrando na escola. Capacete adaptado de Taekwondo para continuar nas Olimpíadas! mariaalapulof@hotmail.com

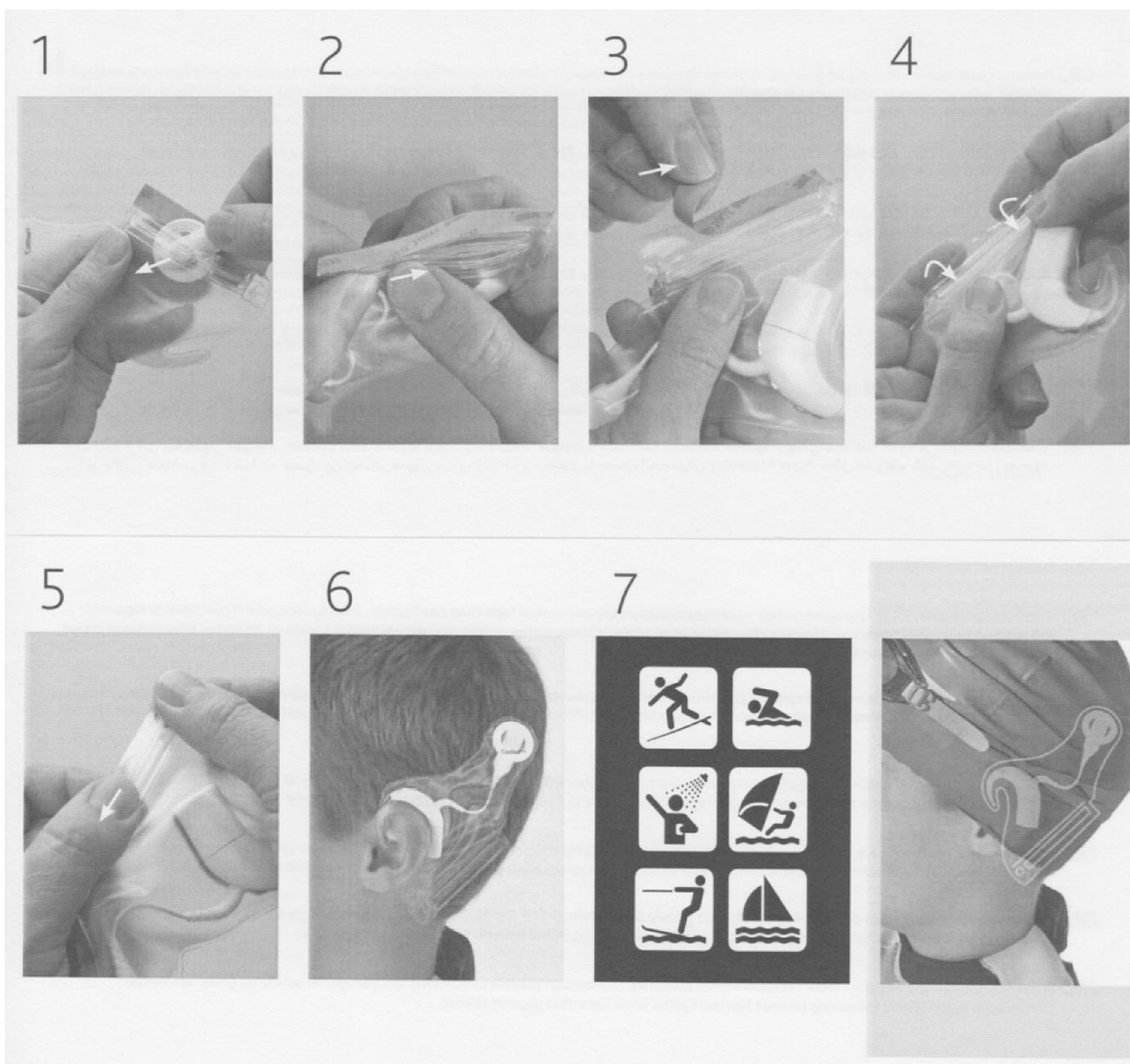
Número de respostas diárias



# ANEXO B – Definições Antropométricas



## ANEXO C – Definições Antropométricas



## APÊNDICES

### APÊNDICE 1 – Pesquisa Qualitativa – Perguntas Questionário Online

## Dispositivo para auxílio de usuários de implante coclear na prática de esportes

Pesquisa desenvolvida para o Trabalho de Conclusão de Curso do Design de Produto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul : Aluno Guilherme Cardoso da Silva

**\*Obrigatório**

**Sexo \***

- Masculino
- Feminino

**Idade \***

- 10-15 anos
- 16-20 anos
- 21-25 anos
- 26-30 anos
- 31-35 anos
- 36-40 anos
- 41-45 anos
- 46-50 anos
- 51-55 anos
- 55 ou +

**A quanto tempo você usa o implante? \***

- 1 - 4 anos
- 5 - 8 anos
- 9 - 12 anos
- + de 12 anos

**Você é implantado? \***

- Um lado
- Dois lados ( Bilateral )

**Você Gosta que o aparelho de implante coclear apareça? \***

1 2 3 4 5

---

Não gosto que apareça      Gosto que apareça

---

Continuar »

**Você pratica algum tipo de esporte? \***

Pode ser Hobby

- sim
- não

**Qual seu receio/cuidados na prática esportiva? \***

ex: impacto na região da cabeça, umidade no aparelho, impacto no aparelho...

**Você já trocou seu aparelho externo alguma vez? \***

- sim
- não

**Em caso de sim, Porque?**

**Caso existisse um novo aparelho que possibilite a prática esportiva, você trocaria de aparelho? \***

Relevando os custos existentes hoje

1 2 3 4 5

Nenhuma possibilidade de troca

Grande possibilidade de troca

**Caso existisse um dispositivo que acoplasse a seu aparelho e permitisse a prática esportiva com segurança, você compraria? \***

1 2 3 4 5

Pouco Provável      Muito Provável

**Esteticamente, você usaria um dispositivo que aparecesse mais, visando a prática esportiva? \***

1 2 3 4 5

Pouco provável      Muito provável

**Caso queira auxiliar no desenvolvimento da pesquisa, por favor deixe seu contato. A construção desse produto depende de você.**

Obrigado

**Analisando a forma do produto**, sinalize através de estrelas o quanto este produto lhe agrada formalmente. Lembrando que **quanto mais estrelas, maior é a sua identificação com o produto**.

19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



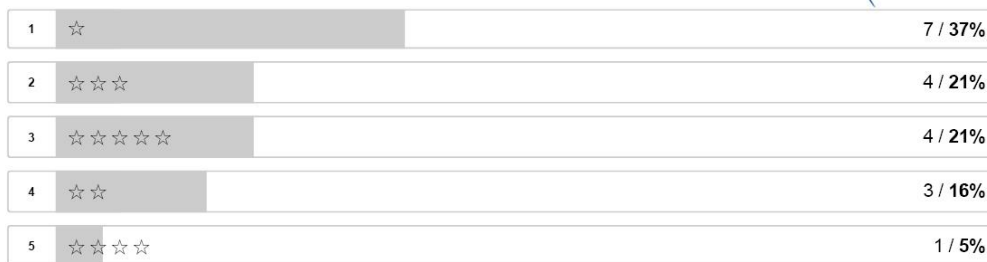
**3.63** Pontuação média



19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**2.58** Pontuação média



19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**3.37** Pontuação média







19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**2.32** Pontuação média

1	☆	6 / 32%
2	☆☆	6 / 32%
3	☆☆☆	3 / 16%
4	☆☆☆☆	3 / 16%
5	☆☆☆☆☆	1 / 5%



19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**4.11** Pontuação média

1	☆☆☆☆	7 / 37%
2	☆☆☆☆☆	7 / 37%
3	☆☆☆	5 / 26%



19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**2.74** Pontuação média

1	☆☆	6 / 32%
2	☆☆☆	5 / 26%
3	☆	3 / 16%
4	☆☆☆☆	3 / 16%
5	☆☆☆☆☆	2 / 11%

19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**3.63** Pontuação média



1	☆☆☆☆	6 / 32%
2	☆☆☆☆☆	6 / 32%
3	☆☆☆	3 / 16%
4	☆	2 / 11%
5	☆☆	2 / 11%

19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**2.79** Pontuação média



1	☆☆☆	6 / 32%
2	☆	5 / 26%
3	☆☆☆☆	4 / 21%
4	☆☆	2 / 11%
5	☆☆☆☆☆	2 / 11%

19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**2.79** Pontuação média



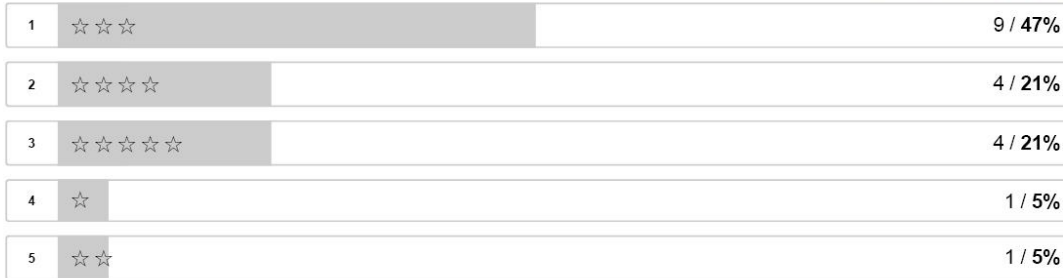
1	☆	5 / 26%
2	☆☆	4 / 21%
3	☆☆☆☆	4 / 21%
4	☆☆☆	3 / 16%
5	☆☆☆☆☆	3 / 16%

**Analisando os estilos de cor dos produtos**, sinalize através de estrelas o quanto cada estilo lhe agrada. Lembrando que **quanto mais estrelas, maior é a sua identificação com o produto.**

19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**3.47** Pontuação média



19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**2.58** Pontuação média



19 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**3.11** Pontuação média



4	☆☆☆	3 / 16%
5	☆☆	2 / 11%

18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



3.06 Pontuação média



1	☆☆☆	6 / 33%
2	☆☆☆☆	5 / 28%
3	☆	3 / 17%
4	☆☆	2 / 11%
5	☆☆☆☆☆	2 / 11%

18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



3.50 Pontuação média



1	☆☆☆☆	5 / 28%
2	☆☆☆☆☆	5 / 28%
3	☆☆	4 / 22%
4	☆☆☆	3 / 17%
5	☆	1 / 6%

18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



2.94 Pontuação média



1	☆☆	6 / 33%
2	☆☆☆	4 / 22%

3	☆☆☆☆	3 / 17%
4	☆☆☆☆☆	3 / 17%
5	☆	2 / 11%

18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**3.94** Pontuação média



1	☆☆☆☆☆	7 / 39%
2	☆☆☆☆	5 / 28%
3	☆☆☆	4 / 22%
4	☆☆	2 / 11%

**Analisando os materiais e acabamentos dos produtos, sinalize através de estrelas o quanto lhe agrada. Lembrando que quanto mais estrelas, maior é a sua identificação.**

18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**3.39** Pontuação média



1	☆☆☆☆☆	6 / 33%
2	☆☆☆	5 / 28%
3	☆☆	3 / 17%
4	☆	2 / 11%
5	☆☆☆☆	2 / 11%

18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**3.78** Pontuação média



1	☆☆☆	6 / 33%
---	-----	---------



18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



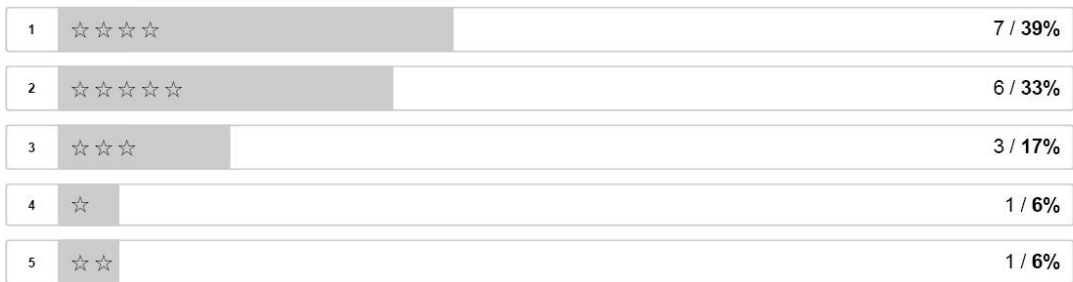
3.44 Pontuação média



18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



3.89 Pontuação média



18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



3.28 Pontuação média





18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



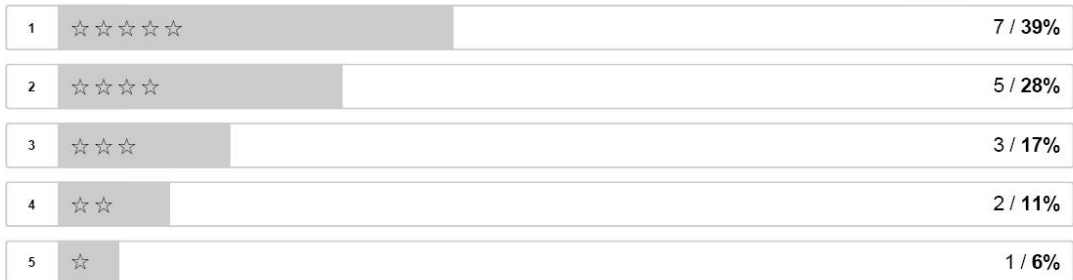
**2.72** Pontuação média



18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



**3.83** Pontuação média



18 de 19 pessoas responderam esta pergunta



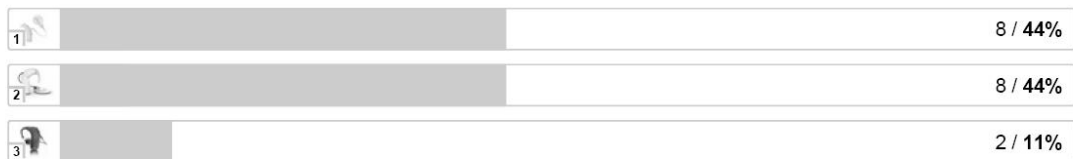
**3.50** Pontuação média







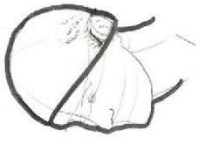
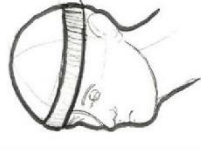



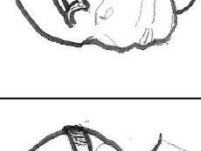
Em relação aos aparelhos de implante coclear apresentados abaixo, selecione o que mais lhe agrada esteticamente, desconsiderando o funcionamento do produto e suas limitações técnicas.

18 de 19 pessoas responderam esta pergunta

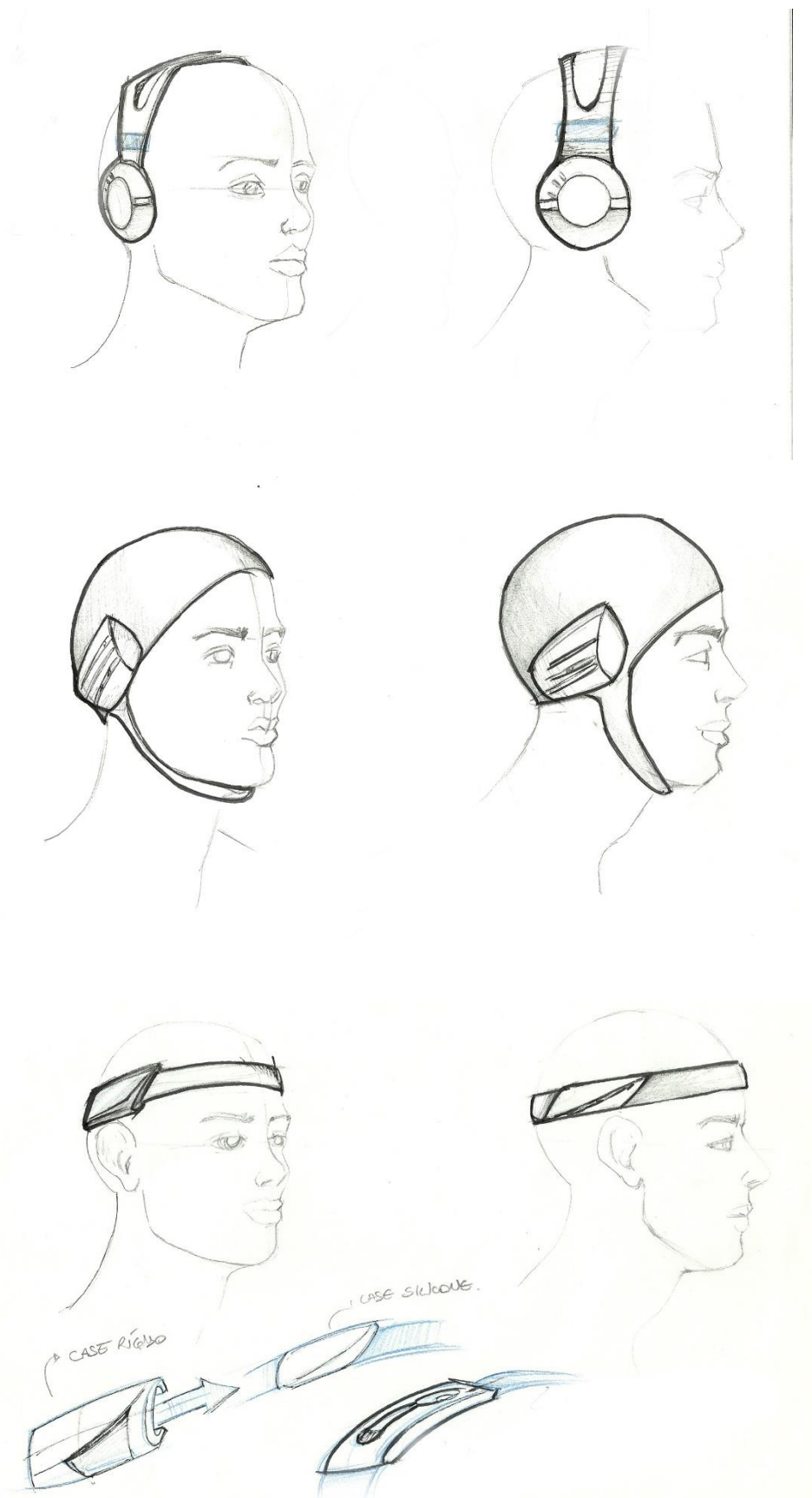


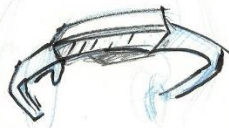
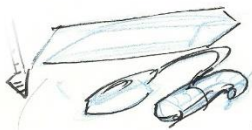
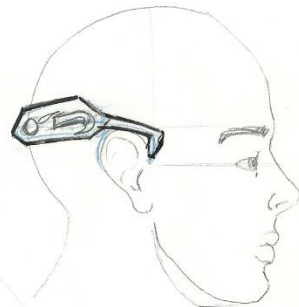
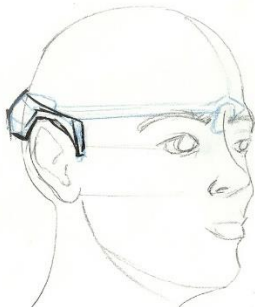
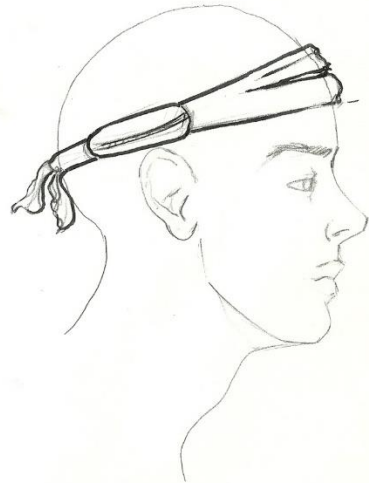
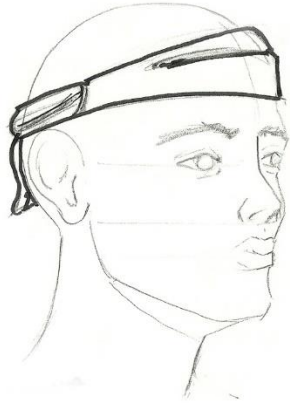
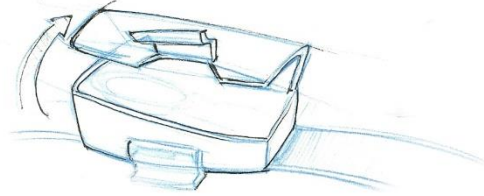
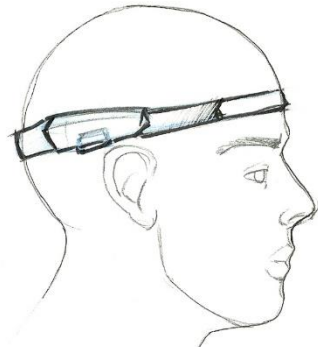
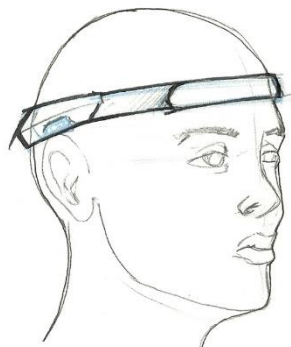


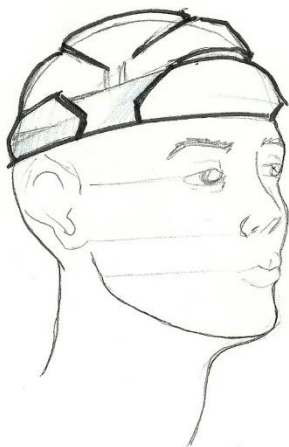
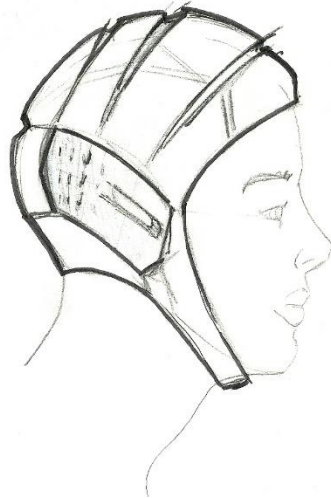
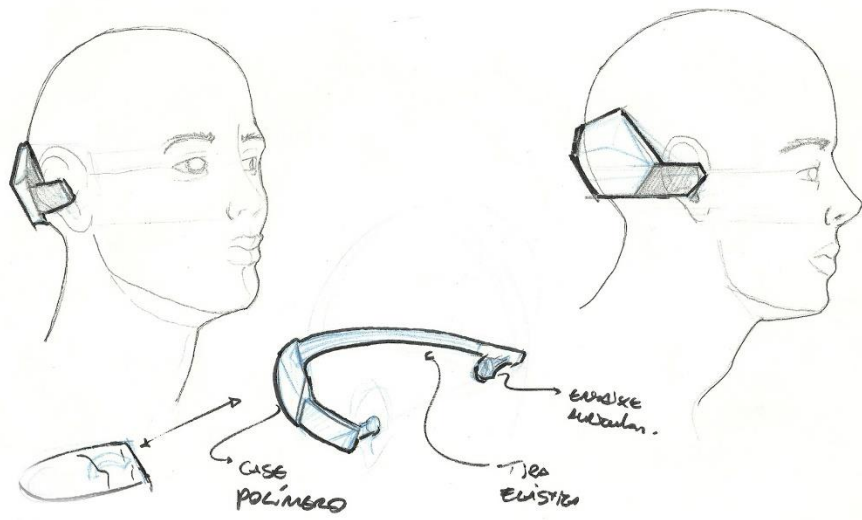
# APÊNDICE 3 – Matriz Morfológica

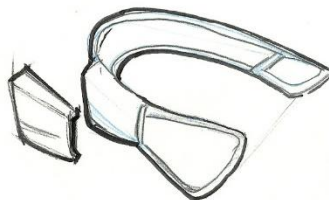
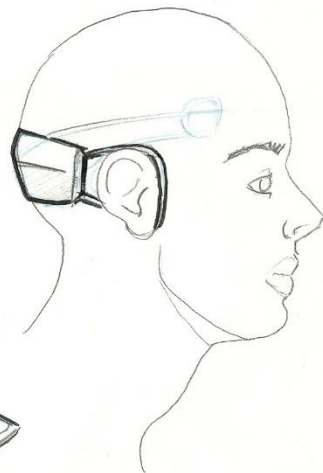
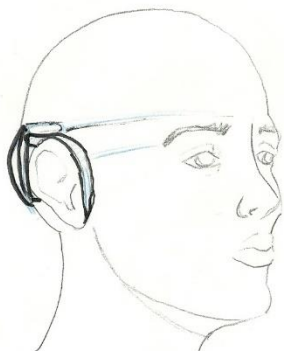
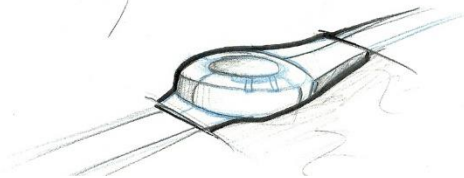
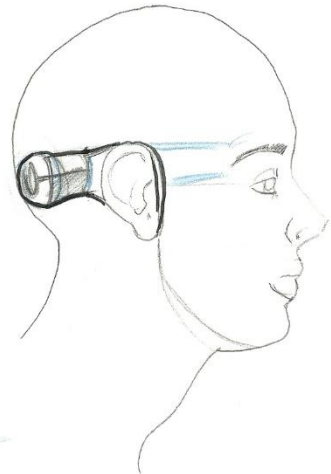
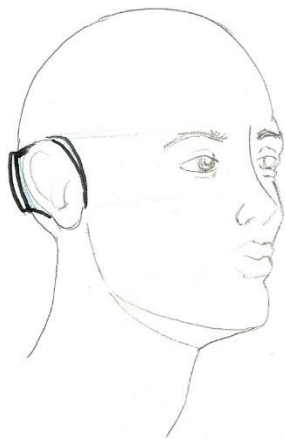
Variáveis	Classes							
Fixação na cabeça								
Fixação do aparelho	Haste vertical	Capacete Rígido	Toca	Bandana	Haste horizontal	Capacete de espuma	Viselira	Elásticos preso nas orelhas
Mecanismo de ajuste de tamanho	sistema Snap fit	Case de polímero rígido	Case flexível de silicone	haste encaixada na orelha	bolsa de tecido	peça encaixada dentro da cavidade auricular	Tira elástica	Toca
Isolamento de impacto	tiras com velcro	Tamanhos graduados, "P,M,G"	Tira elástica	Sistema de fivela de cinto	Ajuste por pressão, "headphone"	cadaço	tira de tecido	
sistema a prova d'água	Case de polímero	Carenagem de polímero	espuma (EVA)	Bolsa de ar				
ponto de fixação na cabeça	Case rígido	"saco plástico"	Bolsa de ar	Carenagem vedante	circunferência horizontal da cabeça "testa"	circunferência horizontal da cabeça "testa"	circunferência vertical da cabeça	
	queixo	orelhas	horizontal da cabeça "testa"	vertical da cabeça				

APÊNDICE 4 – Alternativas geradas na Matriz Morfológica









## APÊNDICE 5 – Método Os Seis Chapéus

- **Chapéu branco**

Apresentação do contexto e das alternativas alcançadas na análise morfológica.

- **Chapéu Preto**

O uso do chapéu preto é feito baseado nos requisitos de projeto.

Alternativas eliminadas:

- 01/02/05/06/07/09/10/12

Alternativas restantes:

03/04/08/11

- **Chapéu vermelho**

O uso do chapéu vermelho possibilitou ressurgir a alternativa 02 e 05 focando principalmente na opção de fixação do objeto na cabeça. Foi analisado o possível uso de tais fixações como “acessórios” possíveis, possibilidades de combinação com outras soluções.

- **Chapéu Amarelo**

O uso do chapéu amarelo possibilitou levantar os pontos positivos de cada alternativa restante e seus benefícios para o projeto. Foram levantados os seguintes pontos:

- a fixação estilo bandana utilizadas na alternativa 03 e 04 pode ser facilitadora para a prática de esportes. Tem uma fixação livre do suporte das orelhas, criando liberdade para o uso de outros acessórios;

- O uso de silicone como fixação do aparelho é vista com bons olhos, pois além de ser relativamente de fácil adequação de formato de cabeça do usuário, também ajuda na fixação do aparelho, pois é um material moldável. Levanta-se também a vantagem de fabricação, já que o público-alvo é pequeno na visão de demanda de mercado e produtos fabricados com silicone possuem um processo produtivo menos oneroso que outros processos, como injeção. Ou

seja, o investimento inicial é menor que os tradicionais utilizados em processos de injeção de polímeros rígidos.

- Capacetes de tecidos com espuma, tocas e bandanas mostram uma boa fixação e proteção para o aparelho.

- Saco plástico, já utilizado por empresas de mercado para a resistência do aparelho a água é uma solução com baixo custo e de fácil manuseio estético e funcional para o projeto. É uma solução que não modifica o aparelho e já foi testada.

- **Chapéu Verde**

Através das análises feitas pelos chapéus anteriores, foram feitas gerações de ideias com o objetivo de gerar alternativas condizentes com os pontos levantados. Através da união de pontos de todas as alternativas, chegou-se em dois caminhos:

- **01:** Fixação pelo tipo de bandana, utilizando case rígido para comportar o aparelho. O aparelho é colocado dentro do case para sua proteção contra impactos e fixação. É possível a adequação de acessórios

- **02:** Fixação pelo tipo bandana, case de silicone aonde o aparelho é introduzido. Esse case possibilita o encaixe de carenagem para impactos mais fortes, além de adequação de outros tipos de acessórios para a fixação na cabeça, como tiras de tecido, e proteção sobre a cabeça, como tocas e capacetes de espuma. Possui saco plástico à prova d'água.

### **Chapéu Azul**

O chapéu azul irá concluir o método. A utilização desse método teve por objetivo refinar as alternativas geradas na análise morfológica e elencar pontos positivos e negativos de cada uma, levantando novas ideias e compactando em alternativas finais para a seleção final. Foram geradas duas alternativas que procuram compilar os pontos positivos levantados e excluir os pontos negativos com base nos requisitos do projeto.

## APÊNDICE 6 – Detalhamento Técnico