

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CURITIBA
DEPARTAMENTO DE DESENHO INDUSTRIAL
CURSO DE BACHARELADO EM DESIGN

GIOVANNA DE ARAGÃO IMAGUIRE
LOARA FEIX

PRODUTO MÉDICO-HOSPITALAR PARA RETIRADA DE GESSO ORTOPÉDICO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA
2013

GIOVANNA DE ARAGÃO IMAGUIRE
LOARA FEIX

PRODUTO MÉDICO-HOSPITALAR PARA RETIRADA DE GESSO ORTOPÉDICO

Trabalho apresentado como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso de Bacharelado em Design, do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Prof. Orientador: Renato Bordenousky Filho

CURITIBA
2013

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO Nº46

“Produto Médico-Hospitalar para a Retirada de Gesso Ortopédico”
Por

GIOVANNA DE ARAGÃO IMAGUIRE
LOARA FEIX

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 24 de abril de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHAREL EM DESIGN do Curso de Bacharelado em Design, do Departamento Acadêmico de Desenho Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. As alunas foram arguidas pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo, que após deliberação, consideraram o trabalho aprovado.

Banca Examinadora: Prof(a). MSc. Jasméri Medeiros
DADIN - UTFPR

Prof(a). MSc. Christiane Maria Ogg Nascimento Gonçalves Costa
DADIN - UTFPR

Prof(a). MSc. Renato Bordenousky Filho
Orientador(a)
DADIN – UTFPR

Prof(a). Esp. Adriana da Costa Ferreira
Professor Responsável pela Disciplina TCC
DADIN – UTFPR

CURITIBA /2013

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os professores do Curso de Bacharelado em Design, que contribuíram com este projeto mesmo que indiretamente.

Em especial ao professor MSc. Renato Bordenousky Filho que, como orientador, acompanhou e apoiou o projeto desde os primeiros passos.

A professora Dra. Elenise Leocádia da Silveira Nunes que deu as bases necessárias no âmbito da Ergonomia.

Aos médicos Dr. Wellington Keity Ueda, Dr. Luiz Renato Brand e Dr. Celso Jugend que auxiliaram em determinados momentos da pesquisa e disponibilizaram seu tempo para contribuir com este projeto.

Ao profissional Marcelo Vieira Rosa pela solicitude e disponibilidade em ajudar sempre que foi preciso.

A Dolores Crocoli, que foi a peça-chave para a descoberta da problemática que foi abordada no trabalho.

Ao professor do NUFER, José Aguiomar Foggiatto e ao aluno Germano Custódio Lodi, que contribuíram na medida do possível com as questões técnicas do projeto.

Aos amigos e colegas de classe, em especial Lucas P. Souza e Gabriela J. Bonet por todos os momentos em que fomos estudiosos, brincalhões e cúmplices. Obrigada pela paciência, pelo sorriso, pelo abraço, pela mão que sempre se estendia quando precisávamos, esta caminhada não seria a mesma sem vocês.

E por fim, aos nossos familiares, que sempre estão presentes em todas as etapas e desafios da vida, nos encorajando a nunca desistir dos nossos sonhos.

RESUMO

IMAGUIRE, Giovanna de Aragão; FEIX, Loara. **Produto médico-hospitalar para retirada de gesso ortopédico**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Design, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013

O seguinte trabalho pretende apresentar o resultado do Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Design da Universidade Tecnológica Federal do Paraná sobre a proposição de um novo produto para a retirada de gesso ortopédico. O projeto teve como objetivo o desenvolvimento de uma solução de design que diminuísse o estresse durante o procedimento de retirada de gesso. Para tanto, foram realizadas pesquisa teórica bibliográfica e pesquisa de campo, onde puderam ser investigados os principais fatores que causam o desconforto dos pacientes. Tais informações foram estudadas com o intuito de desenvolver, a partir de uma metodologia de design, um novo produto que tornasse o procedimento o mais agradável possível. Os principais eixos teóricos da pesquisa referem-se às áreas de ergonomia, design emocional, biomecânica e design de produto. Como resultado, foi desenvolvido um modelo volumétrico do produto.

Palavras-chave: Design, Serra de Gesso, Ortopedia, Fratura gessada.

ABSTRACT

IMAGUIRE, Giovanna de Aragão; FEIX, Loara. **Product for removal of orthopedic plaster**. Final Year Research Project – Bachelor in Design, Federal University of Technology - Paraná. Curitiba, 2013.

This research intends to present the result of final work of Design Bachelor's degree of Federal University of Technology - Paraná on the proposal of a new product for the removal of orthopedic plaster. The project aimed to develop a product that would reduce the stress of the patients during the procedure of removal plaster. Therefore, we carried out theoretical research literature and field research, where could be investigated the main factors that causes discomfort in the patients. Such information has been studied in order to develop, from a design methodology, a new product that would make the procedure as pleasant as possible. The main axes of theoretical research refers to the areas of ergonomics, emotion design, biomechanics and product design. As a result, was developed a volumetrical product model.

Key-word: Design, Cast Cutter, Orthopedics, Plastered Fractur.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ORGANOGRAMA DO PROJETO.....	18
FIGURA 2 - NÍVEIS ESTRUTURAIS DO CÉREBRO.....	26
FIGURA 3 - HIERARQUIA DE ERGONOMIA E DA HEDONOMIA PELA CONCEPÇÃO DE MASLOW.....	29
FIGURA 4 - FUNÇÕES PRÁTICAS, ESTÉTICAS E SIMBÓLICAS.....	32
FIGURA 5 - FERRAMENTAS PARA RETIRADA DE GESSO.....	36
FIGURA 6 - PROCEDIMENTO DE RETIRADA DE GESSO ORTOPÉDICO.....	37
FIGURA 7 - NOTÍCIA DO CASO DA SENHORA QUE TEVE O CORTE NO BRAÇO CHEGA À ASTEGO.....	39
FIGURA 8 - INFOGRÁFICO DE PESQUISA COM PACIENTES.....	42
FIGURA 9 - COMPARAÇÃO DAS SERRAS DE GESSO DAS MARCAS X E Y.....	44
FIGURA 10 - PAINEL DE ANÁLISE SINCRÔNICA.....	45
FIGURA 11 - ANÁLISE DIACRÔNICA DAS FERRAMENTAS DE RETIRADA DE GESSO ORTOPÉDICO.....	47
FIGURA 12 - DETALHAMENTO TÉCNICO DA PARTE DIANTEIRA DA SERRA DE GESSO.....	48
FIGURA 13 - ILUSTRAÇÕES DA PATENTE DE HOMER STRYKER.....	49
FIGURA 14 - ILUSTRAÇÕES DA PATENTE DE HOMER STRYKER.....	50
FIGURA 15 - INSUFICIÊNCIA ATIVA.....	58
FIGURA 16 - POSTURAS DOS OMBROS, COTOVELOS E PUNHOS.....	59
FIGURA 17 - TIPOS DE PEGA MAIS ESTUDADOS EM ERGONOMIA.....	60
FIGURA 18 - EXEMPLOS DE POSTURAS DO PUNHO EM SUPERFÍCIE HORIZONTAL E VERTICAL.....	61
FIGURA 19 - ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DE CORTE.....	63
FIGURA 20 - MATRIZ ANALÍTICA DE ASPECTOS FORMAIS, TÉCNICOS E DE USO.....	64
FIGURA 21 - FERRAMENTAS DE CORTE (GRUPO 1, 2 E 3).....	65
FIGURA 22 - FERRAMENTAS DE CORTE (GRUPO 1, 2 E 3).....	65
FIGURA 23 - FERRAMENTAS DE CORTE (GRUPO 1, 2 E 3).....	65
FIGURA 24 - FERRAMENTAS DE CORTE (GRUPO 4, 5, 6).....	66
FIGURA 25 - FERRAMENTAS DE CORTE (GRUPO 4, 5, 6).....	66
FIGURA 26 - FERRAMENTAS DE CORTE (GRUPO 4, 5, 6).....	66
FIGURA 27 - GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS (PARTE 1).....	71
FIGURA 28 - GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS (PARTE 2).....	72
FIGURA 29 - GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS (PARTE 3).....	72
FIGURA 30 - SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS.....	73
FIGURA 31 - DIMENSIONAMENTO ANTROPOMÉTRICO DAS MÃOS.....	74
FIGURA 32 - MODELAGEM 3D.....	80
FIGURA 33 - CHAVE DE FENDA STANLEY DYNAGRID PRO.....	84
FIGURA 34 - DETALHE DA LINHA DE LED.....	88
FIGURA 35 - MODELAGEM POR INSERTO, MÉTODO DE TRANSFERÊNCIA POR ROBÔ.....	90
FIGURA 36 - CARACTERÍSTICA DA MODELAGEM POR INSERTO.....	91
FIGURA 37 - ESCOLHA CROMÁTICA.....	95

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 1 - SERRA DE GESSO.....	13
FOTOGRAFIA 2 - REDESIGN DE EQUIPAMENTO MÉDICO.....	14
FOTOGRAFIA 3 - OBSERVAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE RETIRADA DE GESSO.....	35
FOTOGRAFIA 4 - COBRIR A FERRAMENTA COM FILME PLÁSTICO.....	54
FOTOGRAFIA 5 - PINTAR COM TINTA TODA A ÁREA COBERTA.....	54
FOTOGRAFIA 6 - PEGAR A FERRAMENTA DA MANEIRA QUE ELA É UTILIZADA.....	54
FOTOGRAFIA 7 - COLHER AS IMPRESSÕES PRESSIONANDO A MÃO SOBRE PAPEL.....	55
FOTOGRAFIA 8 - PESAGEM DA FERRAMENTA DE SERRA DE GESSO.....	57
FOTOGRAFIA 9 - POSIÇÃO DO PUNHO.....	58
FOTOGRAFIA 10 - MOCK UP A.....	77
FOTOGRAFIA 11 - MOCK UP B.....	77
FOTOGRAFIA 12 - AVALIAÇÃO DO PÚBLICO BENEFICIÁRIO.....	78
FOTOGRAFIA 13 - MOCK UP APRIMORADO.....	79
FOTOGRAFIA 14 - TESTES DE FUNCIONAMENTO DO MECANISMO.....	92
FOTOGRAFIA 15 - TESTES DE FUNCIONAMENTO DO MECANISMO.....	92
FOTOGRAFIA 16 - MODELO DE APRESENTAÇÃO.....	94
FOTOGRAFIA 17 - CENA DE USO.....	94

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - TIPOS DE ACIDENTE QUE LEVARAM AS FRATURAS.....	14
TABELA 2 - PROCEDIMENTOS REALIZADOS NA FIXAÇÃO DAS FRATURAS DE MEMBROS INFERIORES, TEMPO DE IMOBILIZAÇÃO E PERÍODO ANTECEDENTE AO TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO.....	14
TABELA 3 - OSCILAÇÃO DE RUÍDO A 1 METRO DE DISTÂNCIA DO USUÁRIO.....	52
TABELA 4 - OSCILAÇÃO DE RUÍDO A 20 CENTÍMETROS DE DISTÂNCIA DO USUÁRIO.....	52
TABELA 5 - MÃOS SOBRE O PAPEL, RESULTADO DO TESTE DE ERIC.....	55
TABELA 6 - MEDIÇÃO DA MÃO E OSCILAÇÃO DO RUÍDO.....	56
TABELA 7 - MEDIDAS DE ANTROPOMETRIA ESTÁTICA, RESUMIDAS DA NORMA ALEMÃ DIN 33402 DE 1981.....	75
TABELA 8 - DISTRIBUIÇÃO DE PARTICIPANTES NAS DIFERENTES SOCIEDADES CIRÚRGICAS BRASILEIRAS.....	76
TABELA 9 - QUALIFICAÇÃO QUANTO A QUALIDADE ACÚSTICA.....	86
TABELA 10 -COR E MATERIAIS.....	94

LISTA DE SIGLAS

ASPATIO-PR - Associação Paranaense dos Técnicos em Imobilizações Ortopédicas

ASTEGO – Associação Brasileira dos Técnicos de Imobilizações Ortopédicas

CREMESP – Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo

LED - Light Emitting Diode

NUFER – Núcleo de Prototipagem Ferramental da UTFPR

PC – Policarbonato

PE – Polietileno

PP - Polipropileno

PVC - Policloreto

SBOP - Sociedade Brasileira de Ortopedia Pediátrica

SUS - Sistema Único de Saúde

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.2.3 Estrutura do trabalho	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA NORTEADORA DO PROJETO	19
2.1. Gesso	19
2.1.1. Aplicações na Ortopedia e Traumatologia	20
2.1.2 Gesso no tratamento de fraturas	21
2.1.3 Técnicos em imobilização ortopédica	23
2.2 Projeto de produto	24
2.3 Design Emocional.....	25
2.4 Ergonomia	28
2.4.1 Hedonomia.....	29
3 DESENVOLVIMENTO	32
3.1 METODOLOGIA DE PROJETO DE PRODUTO	32
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA.....	34
3.2.1 Análise do procedimento.....	35
3.2.2 Casos de acidentes	38
3.3 ENTREVISTAS E QUESTIONÁRIOS	40
3.3.1 Análise do resultado da pesquisa com médicos	40
3.3.2 Análise do resultado da pesquisa com pacientes	41
3.3.3 Associação Brasileira dos Técnicos em Imobilizações Ortopédicas.....	43
3.4 SERRA DE GESSO	44
3.4.1 Análise Sincrônica.....	44
3.4.2 Análise Diacrônica	46
3.4.3 Funcionamento mecânico da serra de gesso	47
3.5 TESTES ERGONÔMICOS NO PRODUTO EXISTENTE	50
3.5.1 Teste de Ruído	50
3.5.2 Análise de Vibração	52
3.5.3 Teste de Eric.....	53
3.5.4 Pesagem	56
3.6 CONSIDERAÇÕES DE ACORDO COM A BIOMECÂNICA.....	56
3.7 ANÁLISE DE FERRAMENTAS DE CORTE.....	61

3.7.1 Matrizes Analíticas	62
3.8 <i>BRIEFING</i> DE PROJETO	66
3.9 CONCEITO.....	67
4 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	70
4.1 PRÉ SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS	71
4.2 DADOS ANTROPOMÉTRICOS DO PÚBLICO BENEFICIÁRIO INDIRETO	72
4.3 DESENVOLVIMENTO DE <i>MOCK UP</i>	75
4.4 AVALIAÇÃO DO PÚBLICO BENEFICIÁRIO INDIRETO	76
4.5 ALTERNATIVA SELECIONADA E APRIMORAMENTOS	77
5 PRODUTO FINAL	79
5.1 MODELAGEM 3D.....	79
5.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	79
5.2.1 Materiais	80
5.2.1.1 Parte externa	80
5.2.1.1.1 Carcaça e Viseira	81
5.2.1.1.2 Borracha inferior	82
5.2.1.2 Parte Interna	83
5.2.1.2.1 Atenuação sonora	84
5.2.1.2.2 Iluminação de LED	86
5.2.2 Processos de fabricação	86
5.2.3 Motor	89
5.2.4 Desenho Técnico	91
5.2.5 Escolha cromática.....	91
5.3 MODELO VOLUMÉTRICO FINAL.....	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
GLOSSÁRIO	104
ANEXO A – Resultado da aplicação do questionário <i>online</i>	105
ANEXO B – Parecer da ASTEGO	107
ANEXO C – Patente da serra de gesso de Homer Stryker	108
APÊNDICE A – Questionário de pesquisa com os médicos por meio <i>online</i>	112
APÊNDICE B – Questionário de pesquisa com os pacientes por meio <i>online</i>	114
APÊNDICE C – Desenho técnico do pré-projeto	116

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da disciplina de Metodologia Aplicada ao Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado o desejo de realizar um estudo e, conseqüentemente, o projeto de um produto que pudesse de alguma forma interferir positivamente na vida das pessoas a fim de promover o bem estar em momentos difíceis ou não muito agradáveis. A partir disso, o local de interesse definido foi o ambiente hospitalar.

Partindo do pressuposto que algumas pessoas apresentam insegurança quando submetidas a procedimentos médico-hospitalares, foi percebida a oportunidade de trabalhar uma maneira de aplicar o design com a finalidade de amenizar situações como essa. Durante a busca por um problema que pudesse ser solucionado a partir dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, foi sugerida - por uma profissional de um grande ambulatório de Ortopedia de Curitiba - a observação do procedimento de retirada de gesso, por mais que seja considerado não invasivo e de grande simplicidade técnica, provocava com frequência desconforto nos pacientes devido ao aspecto dos equipamentos utilizados.

Na visita de diagnóstico à este ambulatório, identificou-se que a principal ferramenta utilizada no procedimento é denominada comercialmente de “serra de gesso” (Fotografia 1), apesar do nome sugerir uma imagem mental de um objeto semelhante à uma serra circular ou elétrica, na verdade é um produto que possui apenas uma lâmina vibratória circular que desgasta o aparelho gessado, permitindo a sua remoção. A lâmina em si não corta a pele, ela apenas vibra com intensidade necessária para partir a camada de gesso.



Fotografia 1 – Serra de gesso
Fonte: Autoria própria

Ao manusear preliminarmente a ferramenta, foi percebido que era pesada, esteticamente desagradável e também emitia um ruído alto e incômodo tanto aos pacientes quanto aos médicos que realizam a tarefa frequentemente. Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo o estudo do momento da retirada de gesso com a intenção de desenvolver um novo produto, ou solução por meio do design, visando melhorias nos pontos necessários a fim de proporcionar ao paciente uma experiência com um nível baixo ou até mesmo nulo de estresse.

Para a realização deste projeto foram necessárias a pesquisa junto ao público definido e a observação crítica do procedimento em sua totalidade. As pesquisas foram realizadas em hospitais e clínicas de Curitiba durante o período de agosto de 2011 a março de 2013. Paralelamente foi realizado um levantamento das tecnologias envolvidas assim como novas tecnologias que possam ser aplicadas, se possível, neste contexto.

1.1 JUSTIFICATIVA

É comum para o profissional de Design o sentimento de querer melhorar a qualidade de vida das pessoas, não importando o setor para o qual se está projetando. O ambiente hospitalar é uma área de grande potencial para a aplicação do design, pois tem relação direta entre os produtos e os usuários, no caso os

pacientes, que estão suscetíveis a exames, procedimentos e intervenções que desencadeiam uma vulnerabilidade emocional.

Doug Dietz é um exemplo para todos os designers que possuem a preocupação no bem estar das pessoas. Segundo Teixeira (2012), Doug descobriu que 80% das crianças precisavam ser sedadas para fazer o exame na máquina de tomografia, por isso projetou o redesign do equipamento, tornando-o mais alegre, acolhedor e divertido, como mostra a Fotografia 2.



Fotografia 2 – Redesign de equipamento médico
Fonte: TEIXEIRA (2012)

O projeto de Doug Dietz teve como resultado a redução do número de crianças de necessitam ser sedadas para apenas 10%.

De acordo com o *site* da Sociedade Brasileira de Ortopedia Pediátrica), “o trauma necessário para provocar uma fratura nem sempre é violento. Um tropeço seguido de queda ao chão pode ser suficiente, a maioria das fraturas está relacionada a quedas no ambiente doméstico, afetando em maior proporção os membros superiores.”.

O SUS (Sistema Único de Saúde), segundo o site do Governo do Brasil, registra a cada ano um gasto de mais de R\$ 51 milhões com o tratamento de fraturas decorrentes de queda, fato que indica uma grande proporção de casos, e conseqüentemente, engessamentos. Todas as faixas etárias estão sujeitas a ocasiões que podem levar a fraturas, desde acidentes de trânsito, acidentes

domésticos, quedas da própria altura (quando a pessoa tropeça), osteoporose, vertigem, atropelamentos, acidentes esportivos, etc.

Em pesquisa publicada pela Revista Digital EFDeportes (FERNANDES, LIMA, 2011), é possível observar os resultados de uma amostra composta de 86 prontuários de pacientes que sofreram fraturas e foram atendidos nas clínicas de fisioterapia do município de Ubá-MG. Nela consta que o tipo de acidente que mais causou fraturas foram veículos automotores, com 25 vítimas (29,1%), 21 pacientes foram vítimas de quedas da própria altura (24,4%) e 17 (19,7%) tiveram como etiologia o acidente de trabalho, 12 pacientes foram vítimas de quedas (13,9%), seguidos de acidentes esportivos (6,9%) e ciclísticos (3,4%) e atropelamento (2,3%), como ilustrado na tabela abaixo:

Tabela 1 – Tipos de acidente que levaram as fraturas

Tipo do acidente	Masculino N= 53 (61,6%)	Feminino N= 33 (38,4%)	Total N= 86 (100%)
Veículos automotores	19 (35,8%)	06 (18,2%)	25 (29,1%)
Queda própria altura	07 (13,2%)	14 (42,4%)	21 (24,4%)
Trabalho	14 (26,4%)	03 (9,1%)	17 (19,7%)
Quedas	06 (11,3%)	06 (18,2%)	12 (13,9%)
Esportivo	05 (9,4%)	01 (3,0%)	06 (6,9%)
Ciclístico	02 (3,7%)	01 (3,0%)	03 (3,4%)
Atropelamento	0	02 (6,1%)	02 (2,3%)

Fonte: FERNANDES, Dayana de Oliveira; LIMA, Geovane Elias Guidini. Perfil epidemiológico dos pacientes com fraturas de membros inferiores, registrados nas clínicas de fisioterapia de Ubá, MG (2011).

No que diz respeito ao procedimento médico adotado, observou-se que o engessamento é o principal, representando quase metade dos procedimentos (48,8%), de acordo com a tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Procedimentos realizados na fixação das fraturas de membros inferiores, tempo de imobilização e período antecedente ao tratamento fisioterapêutico

Procedimentos	Masculino N= 53 (61,6%)	Feminino N= 33 (38,4%)	Total N= 86 (100%)
Gessamento	26 (49,1%)	16 (48,5%)	42 (48,8%)
Fixador interno	16 (30,2%)	09 (27,3%)	25 (29,1%)
Fixador externo e interno	07 (13,2%)	05 (15,2%)	12 (13,9%)
Fixador externo	02 (3,7%)	02 (6,1%)	04 (4,6%)

Outras imobilizações	02 (3,7%)	01 (3,0%)	03 (3,4%)
Tempo de imobilização (dias)	39,0 ± 28,5	44,0 ± 36,0	34,5 ± 31,9

Fonte: FERNANDES, Dayana de Oliveira; LIMA, Geovane Elias Guidini. Perfil epidemiológico dos pacientes com fraturas de membros inferiores, registrados nas clínicas de fisioterapia de Ubá, MG (2011).

Segundo o artigo de Tuoto (2007), o método de imobilização de membros fraturados foi desenvolvido por Antonius Mathijssen em 1851, e até os dias atuais permanece sendo utilizado em larga escala, por se tratar de um procedimento que apresenta “a vantagem de ser de fácil manuseio e barato” (CAMARGO, 2004, p. 256). Por ser um método amplamente utilizado, houve a necessidade do desenvolvimento de uma maneira mais eficaz de retirada. É importante enfatizar que o sistema de funcionamento da maioria das serras de gesso que estão disponíveis no mercado nacional é o mesmo desde quando foi inventada em 1943 e patenteada em 1947, ou seja, pode ser considerado um sistema defasado e passível de melhorias, conforme sugere a citação:

Aparelhos gessados têm sido tipicamente removidos através do uso de potentes serras oscilantes, que são ruidosas e podem criar uma quantidade significativa de pó. A fim de evitar danos ao paciente, estas serras são normalmente adaptadas para serem oscilantes em uma alta frequência e baixa amplitude. Apesar dessa precaução, a serra pode causar queimaduras ou cortes em alguns casos, e não obstante o perigo real, os pacientes, especialmente crianças pequenas, podem se assustar com a serra. (CHABBERT, 1991)

Apesar dos aspectos positivos que envolvem o aparelho, pôde-se notar que os pontos negativos são dominantes e não permitem que o procedimento se dê de forma totalmente tranquila para o paciente e também para o profissional.

Ao realizar um estudo sobre a tecnologia das máquinas de corte de gesso ortopédico atualmente utilizadas, a mecânica do equipamento, ergonomia, design emocional, pesquisas com profissionais, levantamento de novas possibilidades de materiais e tecnologias, serão obtidos os subsídios suficientes para projetar um equipamento adequado, que possa mediar uma melhoria nos pontos deficitários presentes no equipamento e, conseqüentemente, conferir maior confiabilidade ao produto.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

A pesquisa tem por objetivo geral realizar o estudo do processo de retirada de gesso focando na ferramenta atualmente utilizada a fim de propor um novo equipamento, ou solução de design, visando minimizar o possível desconforto vivenciado por pacientes e médicos no momento da realização do procedimento.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Compreender o uso do gesso como recurso ortopédico.
- Estudar o processo, equipamentos e ferramentas utilizados.
- Realizar pesquisas de opinião com pacientes e médicos referentes ao processo e à ferramenta de retirada do gesso ortopédico atual.
- Realizar pesquisa sobre os aspectos técnicos do equipamento e do procedimento.
- Apresentar um modelo do produto desenvolvido para fins de estudos ergonômicos, formais e, quando possível, funcionais.

1.2.3 Estrutura do trabalho

O segundo capítulo deste projeto é onde inicia-se a pesquisa teórica, é chamado de Fundamentação Teórica Norteadora do Projeto. É neste momento em que são compiladas as informações teóricas relevantes para o desenvolvimento do produto. Os tópicos estudados são: o gesso aplicado na ortopedia, projeto de produto, design emocional, ergonomia e hedonomia.

O desenvolvimento do projeto é descrito no terceiro capítulo, onde foram feitas todas as análises necessárias para a definição dos pontos negativos a serem melhorados em relação ao equipamento atualmente utilizado. Este capítulo apresenta a definição da metodologia de design, análise do procedimento, análises e testes ergonômicos relacionados à ferramenta atual, pesquisas com médicos e pacientes, considerações de acordo com a biomecânica, análises de ferramentas de corte, a definição do *briefing* e por fim, a descrição do conceito do produto.

O quarto capítulo é destinado a fase de geração de alternativas, escolha e aprimoramento destas, descrição dos dados antropométricos do público beneficiário, construção de *mock up* e a definição da alternativa final.

O sexto capítulo contém todas as informações do produto final, modelos virtuais, as especificações técnicas de materiais e processos de produção, desenho técnico e o processo de desenvolvimento do modelo físico.

As conclusões do projeto estão no último capítulo, onde são feitas considerações sobre os resultados obtidos assim como as sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA NORTEADORA DO PROJETO

O embasamento teórico da pesquisa tem como principais eixos: os aspectos gerais do gesso e sua aplicação na Ortopedia e Traumatologia, ergonomia, conceitos de biomecânica, design emocional design de produto. Para uma melhor visualização da proposta e diretrizes do projeto foi desenvolvido o organograma a seguir (Figura 1):



Figura 1 – Organograma do projeto
Fonte: Autoria Própria

2.1. Gesso

O pó de gesso é originalmente extraído na forma bruta de pedra, encontrado em depósitos causados pela dessecação de mares e lagoas. Esta pedra recebe o nome de gipsita natural, e através da calcinação dela se obtém o gesso em pó,

nesse processo, a pedra é moída e desidratada em forno (TEIXEIRA, 1999). Segundo LUZ e BALTAR (2012) existem dois tipos de gesso, o alfa e o beta. O gesso alfa forma produtos com maior tempo de pega e maior resistência, pois é menos solúvel e por este motivo necessita de menos água para ser trabalhado, ideal para aplicação na Ortopedia. O gesso beta forma produtos com menor tempo de pega e por consequência menor resistência, é normalmente aplicado na construção civil.

De acordo com Teixeira (1999), o gesso é basicamente um pó amorfo, branco e adere aos dedos ao toque. Quanto às suas propriedades, o gesso tem alto grau de plasticidade se misturado à água, quando isso acontece, ele forma uma pasta e libera calor aumentando de volume, endurece assim que resfriado, porém mesmo depois de seco e moldado continua absorvendo água, portanto, é um material higroscópico. O gesso apresenta também certa estabilidade de volume, garantindo dimensões estáveis em moldes e fôrmas. É isolante térmico e acústico, e o fato de possuir um alto grau de granulometria, faz com que o gesso apresente pega mais rápida, oferecendo maior resistência, em função do aumento da superfície específica disponível.

As propriedades específicas do gesso tais como: a elevada plasticidade da pasta, pega, endurecimento rápido, pequeno poder de retração na secagem, estabilidade volumétrica e o alto grau de resistência mecânica em relação à tração e compressão, garantem desempenho satisfatório como imobilizador de fraturas e o classificam como um material adequado dentro da Ortopedia.

2.1.1. Aplicações na Ortopedia e Traumatologia

Consoante o artigo “*Gesso em Ortopedia: os pioneiros*” (TUOTO, 2007), o primeiro homem a utilizar o gesso como recurso médico para imobilização de fraturas foi o persa Al-Rhāzi (c.865 - c.925) enquanto a atadura gessada utilizada atualmente, já explicitada anteriormente, foi inventada por Antonius Mathijssen em 1851. No livro “*Fraturas - Traumatismos das Articulações*” (WILSON, 1978) consta que os egípcios imobilizavam os membros com tecido endurecido por goma. Em 1894, Korsch utilizava gesso não acolchoado e estribos de metal em forma de “U”

para imobilizações ortopédicas, método ainda muito popular na época no continente europeu, pois permitia firmeza do aparelho gessado, porém sua colocação e retirada eram muito trabalhosas. Primordialmente, o processo de retirada de gesso era realizado com um material semelhante à uma faca, mas essa ferramenta apresentava um grande risco de acidente tanto para o paciente, quanto para o médico. Posteriormente, optou-se por utilizar um par de cisalhas¹. Esse método era mais seguro, porém necessitava de muito esforço por parte do médico.

Outra maneira possível era a imersão do membro gessado em água ou solução de vinagre, mas consistia em um procedimento demorado e frustrante. De acordo com o site da *Orthopedic Associates of Lancaster*, em 1943 o Dr. Homer Stryker, observando a dificuldade dos médicos ortopedistas, desenvolveu um equipamento que funciona a partir de uma lâmina vibratória que penetra na parede de gesso, partindo-a. Portanto, desde a criação deste aparelho, o tempo de remoção do gesso diminuiu consideravelmente, fato que tornou essa a ferramenta preferencialmente escolhida para o processo até hoje.

2.1.2 Gesso no tratamento de fraturas

Não compete a este trabalho discorrer profundamente sobre os termos e mecanismos técnicos complexos pertencentes ao âmbito da Medicina, porém algumas explicações devem ser feitas para o bom entendimento do método que temos como foco, que é o da retirada de gesso. Para tanto, é preciso esclarecer que apesar de ser uma pequena parte do tratamento, requer uma série de cuidados.

Na Ortopedia, segundo LUZ e BALTAR (2012) ataduras gessadas são utilizadas no processo de imobilização de fraturas, são faixas de tecido grosso, como a gaze, revestidas de gesso alfa. O gesso em contato com a água hidrata-se fazendo com que os núcleos de cristais expandam-se, transformando o material em um sólido de estrutura cristalina. Quanto menores os cristais, menor a resistência mecânica do sólido endurecido. Este é um processo exotérmico e após um pico de liberação da energia, o gesso passa por um período de pequena atividade química,

¹ Objeto semelhante à tesoura, com mesmo tipo de corte, gerado por forças aplicadas em sentidos opostos, porém em direções semelhantes, para a remoção do gesso.

é durante este período que é possível trabalhar com a pasta e moldar a atadura no membro fraturado.

Conforme a Coletânea de Respostas Técnicas (2006), o processo de fabricação da atadura gessada consiste em preparar o gesso de forma que atinja o ponto ideal para que sejam acrescentados produtos à base de celulose, aglutinantes ou colas, que tem o objetivo de fixar a mistura de gesso no material, no caso a atadura. Esse gesso preparado é aplicado à atadura, que é enrolada e parte para o processo de secagem, sendo em seguida cortada e embalada.

De acordo com as informações do *site* da empresa Msó Material Hospitalar Ltda., que fornece produtos de uso hospitalar, antes da aplicação do gesso deve ser colocada uma malha tubular ortopédica sintética com o objetivo de minimizar irritações e alergias, causadas pelo contato direto entre o gesso e a pele, essa malha previne também queimaduras na pele uma vez que, enquanto reage, o gesso libera calor.

Segundo Akira Ishida (2000, p. 4), “toda imobilização de qualquer membro do corpo causa alguns transtornos relacionados à circulação e inervação, atrofia muscular e óssea, edemas e rigidez articular”. Na confecção dos aparelhos gessados são necessários alguns cuidados como: a avaliação das condições locais, da pele por exemplo, para que se possa programar antecipadamente a posição e moldagem da imobilização; deve-se sempre proteger as eminências ósseas com algodão para que não haja atrito e desconforto ao paciente; é necessário proteger a circulação atentando para que a imobilização não fique muito justa; dar atenção para a moldagem correta do membro; dar o acabamento adequado para que o aparelho gessado fique o mais leve possível; e sempre devem ser dadas recomendações aos pacientes e familiares sobre os riscos do aparelho de gesso (ISHIDA, 2000).

De acordo com Ishida (2000), existem quatro tipos de imobilizações:

- Enfaixamento Simples: Ideais para lesões leves de partes moles do corpo como joelho e clavícula.
- Associações: Enfaixamentos associados a gessos.
- Talas, goteiras ou calhas gessadas: Feitas com ataduras gessadas em camadas e algodão ortopédico, geralmente utilizadas no tratamento provisório de fraturas, que possuem grande risco de edemas.
- Aparelhos gessados circulares: Indicados para tratamento definitivo de fraturas, oferecem alta contenção do membro porém oferece grande risco

de compressão do local e deficiência circulatória. Neste tipo de imobilização é essencial a utilização de malha tubular ortopédica para evitar queimaduras na pele devido a liberação de calor da atadura gessada.

Podem ser identificados, de acordo com MARQUES (2005), três tipos de materiais para imobilização:

- Gesso tradicional:

Tem as vantagens de ser de fácil manuseio e barato, mas tem como desvantagens o seu peso, a dificuldade de higiene, o tempo de secagem e não pode ser umedecido para não perder a resistência.

- Gesso sintético:

Composto por resina de poliuretano e fibra de vidro: apresenta como vantagens a secagem imediata permitindo carga, leveza e pode ser molhado, permitindo melhor higiene. As desvantagens são o seu maior custo e dificuldade de moldagem.

- Talas pré-fabricadas de polipropileno:

São confeccionadas sob medida do membro, sendo leves e confortáveis, e podem ser retiradas para realização de higiene e exercícios. O inconveniente é que só podem ser utilizadas quando a fratura, apesar de não consolidada, apresenta certo grau de estabilidade.

Para o desenvolvimento deste trabalho, o material de imobilização focado será o gesso tradicional, pelo fato de ser mais comum e barato, além de constatarmos ser o mais utilizado nos hospitais e clínicas de Curitiba que visitamos, tanto públicos quanto particulares.

2.1.3 Técnicos em imobilização ortopédica

Para melhor entendimento de quem são os usuários do equipamento em estudo, foi necessário pesquisar que tipo de profissional apresenta habilitação para realizar engessamentos e remoções, para evitar qualquer equívoco na identificação do público a ser atendido. Segundo a publicação de Raissa Abreu, *“Aprovado projeto que regulamenta profissão de técnico em imobilização ortopédica”*, publicada

no dia 04/08/2010 na página *online* da Agência Senado, durante muito tempo o procedimento de retirada de gesso era realizado por profissionais da enfermagem, técnicos de Raio-X ou até mesmo leigos em ações relacionadas à utilização do gesso. Em 2010 foi aprovado pelo Senado o projeto de lei que regulamenta o exercício da profissão de Técnico em imobilização ortopédica.

A aplicação e a retirada de talas ou ataduras gessadas podem ser consideradas atividades que envolvem alto grau de risco ao paciente. Do ponto de vista da ASPATIO-PR (Associação Paranaense dos Técnicos em Imobilizações Ortopédicas), na publicação *online* “*Procedimentos com gesso ortopédico é ato médico*” publicada no dia 27/03/2010, a regulamentação da profissão é uma questão de respeito ao código de ética e extremamente necessária, pois é uma atividade que pode colocar em risco a vida dos pacientes que dependem desse tipo de assistência em traumatologia e ortopedia, assim como a sua integridade física.

2.2 Projeto de produto

É possível considerar, a partir de LÖBACH (2001) que todo o processo de design é um tanto criativo bem como um processo de solução de problemas: existe um problema que pode ser bem definido; reúnem-se informações sobre o problema, que são analisadas e relacionadas criativamente entre si; criam-se alternativas de soluções para o problema, que são julgadas segundo critérios estabelecidos; e por fim, desenvolve-se a alternativa mais adequada (por exemplo, transforma-se em produto).

O autor ainda afirma que “o trabalho do designer industrial consiste em encontrar uma solução do problema, concretizada em um projeto de produto industrial, incorporando as características que possam satisfazer as necessidades humanas, de forma duradoura.”(LÖBACH, 2001, p.141). Pode-se entender que para desenvolver um produto, é necessário realizar a divisão do projeto em etapas, permitindo um melhor planejamento, onde as etapas estabelecidas devem estar de acordo com a natureza do produto e as condições de produção efetiva. É preciso, portanto, conceber antes o projeto, passar para o seu desenvolvimento, construir um modelo ou protótipo do produto e, se o protótipo obtiver sucesso referente às

características pretendidas pelo projeto, poderá passar para a seguinte etapa: a da produção em série para enfim ser comercializado.

Para o desenvolvimento de um novo produto que supra as necessidades dos médicos e pacientes, é necessário abordar alguns tópicos do design de produtos, como por exemplo: estabelecer a metodologia a ser utilizada; o design voltado ao usuário (design de experiência, também conhecido como design emocional), bem como os aspectos ergonômicos, formais e funcionais a serem modificados e melhorados.

2.3 Design Emocional

Experience design, ou design da experiência, é definido por Frederick van Amstel, no *post* “Design da Experiência e Design de Interação comparados” (2008), como “uma abordagem para o projeto de produtos e serviços que, ao invés de focar em um ou outro aspecto do processo de uso, como a praticidade ou a beleza, defende uma visão holística, integrada, da experiência do usuário”. Neste tópico será abordado majoritariamente como “usuário” os pacientes, porém serão citados os outros indivíduos envolvidos quando necessário.

Segundo SHEDROFF (2001), um dos fatores a ser levado em conta na hora de projetar um produto, que possua essa preocupação com relação à experiência do usuário-produto, são os sentidos humanos. Agradar os sentidos torna a experiência muito mais confortável para o usuário, no caso da ferramenta estudada, os sentidos envolvidos são: a visão, ou seja, a estética; a audição, os ruídos que a ferramenta emite; e o tato, que no caso do médico ou técnico relaciona-se com o manuseio da ferramenta, e do paciente com a percepção do contato da serra com a pele.

A visão, de acordo com Filho (2004) relaciona as formas e cores dos objetos, sendo os aspectos que influenciam na visualização: a acuidade (capacidade de discriminar pequenos detalhes) e legibilidade (recepção da informação e reconhecimento da mesma), enquanto a audição é o sentido que reforça a informação captada pela visão.

O sentido do tato prevalece sobre os outros, pois é o mais fácil de perceber. Para o médico ou técnico que utiliza a ferramenta várias vezes ao dia e muitos dias

por semana, é necessário que esta seja confortável às mãos, para que no futuro não cause nenhuma consequência mais séria em decorrência do uso constante, ao passo que para os pacientes o tato envolve a percepção da vibração da lâmina e da pressão exercida sobre o membro sensível. Este sentido está diretamente ligado ao estudo e aplicação da ergonomia, que trata da relação entre o homem e o trabalho e de como esta relação pode se tornar a melhor possível (SHEDROFF, 2001).

Partindo da afirmativa que “o bom design [...] deve centrar-se no ser humano, concentrando-se em compreender e satisfazer as necessidades das pessoas que realmente usam o produto.” (NORMAN, 2003, p. 104). Por meio da observação do produto, em condição de uso natural, é que a identificação dessas necessidades podem ser feitas, para tanto, foram realizadas visitas à hospitais e ambulatórios, onde foi visto o funcionamento do objeto em seu contexto. Assim pôde-se também constatar que a questão emocional está estreitamente ligada ao comportamento, pois prepara o corpo para responder apropriadamente às situações.

Alguns lugares, objetos e situações como: lugares aquecidos e bem iluminados, cores alegres de matizes intensamente saturados, música e sons harmoniosos, objetos simétricos, lisos e arredondados nos deixam em estado de afeto positivo, e sons altos ou luzes muito intensas, calor ou frio extremos, objetos pontiagudos ou cortantes e sons rangentos e discordantes nos deixam em estado de afeto negativo (NORMAN, 2003).

Pessoas em estado afetivo negativo, ansiosas ou apreensivas, como é o caso de muitos pacientes no momento da retirada de gesso, tendem a estreitar os processos de raciocínio, concentrando-se apenas nos detalhes desagradáveis do problema. Objetos destinados à situações estressantes, como o procedimento em estudo, exigem muito cuidado no projeto e muito mais atenção aos detalhes.

Ainda de acordo com Norman (2003), sabe-se que as pessoas possuem três diferentes níveis estruturais do cérebro: a camada automática, chamada de nível visceral; a parte que controla nosso comportamento cotidiano, conhecida como nível comportamental; e a parte contemplativa do cérebro, ou nível reflexivo.

Os níveis estão simplificados na figura abaixo:

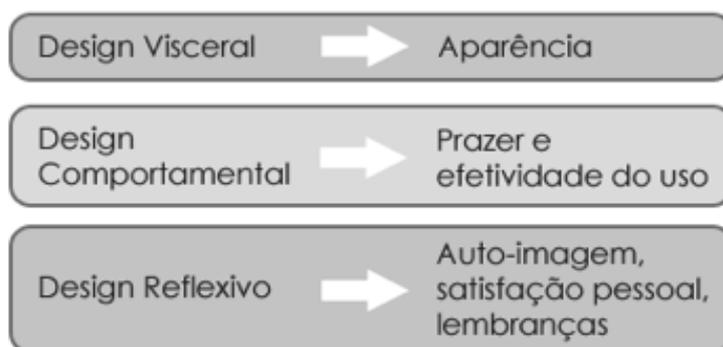


Figura 2 - Níveis Estruturais do Cérebro
 Fonte: Autoria própria, baseada em Norman (2003, p.59)

O nível visceral é onde se formam as primeiras impressões do produto, o impacto inicial com relação à sua aparência, toque e sensação. O nível comportamental se relaciona com o uso e a experiência do usuário-produto. E finalmente o nível reflexivo, onde residem a consciência, os sentimentos e as emoções, é nele que ocorre a interpretação, compreensão e raciocínio (NORMAN, 2003).

Para o projeto e desenvolvimento do novo produto foi necessário considerar os três níveis explicitados anteriormente, de forma a melhorar certos aspectos identificados nas análises. Usando essa representação, é possível compreender que em um primeiro momento, no nível visceral, devido à sua aparência, a serra de gesso inspira antipatia. A experiência do procedimento, no nível comportamental, acaba por não se dar de modo muito agradável pois possui vários fatores deficitários no seu uso e manuseio. No tocante ao nível reflexivo, o aspecto do produto em questão pode ser associado ao senso comum de instinto de defesa, por se tratar de um objeto de aparência cortante.

Pretende-se, dentro das possibilidades e a partir de todos os estudos realizados, atingir o aperfeiçoamento dos pontos positivos da máquina estudada, apontados pelos questionários realizados, como por exemplo: o fato dela funcionar por vibração e “não cortar”; ter um local destinado somente à pega; a agilidade da ferramenta no processo de retirada em comparação às outras formas (cisalha ou imersão em água), e a partir disso chegar também a novas possibilidades/soluções de design, com o objetivo de suprir as necessidades apontadas pelas pesquisas com o grupo de indivíduos envolvidos no procedimento, uma vez que para Norman:

Os aperfeiçoamentos de um produto surgem principalmente da observação de como as pessoas usam o que existe hoje, para descobrir as dificuldades e então superá-las. Mesmo assim, pode ser mais difícil determinar as necessidades reais do que poderia parecer óbvio. As pessoas tem dificuldade de descrever em palavras seus problemas reais. Mesmo quando têm consciência de um problema, não é sempre que pensam que seja uma questão de design. (NORMAN, 2003, p. 94)

2.4 Ergonomia

A ergonomia tem por objetivo sempre buscar a melhor adequação ou adaptação possível do objeto aos seres vivos em geral, sobretudo no que diz respeito à segurança, ao conforto e à eficácia de uso ou de operacionalidade dos objetos, nas atividades e tarefas humanas. A leitura ergonômica é consolidada por reflexões conceituais traduzidas por análises, diagnósticos e comentários sobre os problemas típicos ergonômicos detectados nos objetos, que se observam, se constatarem ou se detectam e que se referem, basicamente às características de configuração física e às qualidades de uso funcionais e perceptíveis, bem como às suas eventuais interfaces recíprocas (FILHO, 2004). Esses problemas típicos podem apresentar-se em relação à uma ou mais dessas características e ainda dentro de uma série de aspectos ergonômicos não contemplados de forma adequada no projeto do objeto, que de certo modo contribuem para diminuir sua qualidade de desempenho, e eventualmente causar insegurança e desconforto aos seus usuários.

Consoante os conceitos da ergonomia associados às ações de controle e manejo de objetos, o nível de qualificação dos manejos pode ser definido como fino ou grosseiro (OLIVEIRA, 2011) No caso da serra de gesso, o manejo é considerado grosseiro, pois nele os dedos tem a função de prender mantendo-se estáticos, enquanto o punho e o braço realizam os movimentos. É caracterizado pela transmissão de forças, porém, com velocidade e precisão menores que o manejo fino.

Oliveira (2011) também descreve os tipos de desenho de manejos:

- Manejo geométrico – tem forma geométrica, como cilindros, esferas, cones paralelepípedos, etc. Apresentam pouca superfície de contato com as mãos, permitindo maior variação de pegadas, porém, transmite pouca força. Esse tipo de desenho permite maior velocidade e precisão.

- Manejo antropomorfo ou anatômico – apresenta superfície irregular, conformando-se com a anatomia do usuário e transmite maior força. Esse tipo de desenho é indicado para tarefas de curta duração, com pouca variação de postura e pequena variação do público-alvo.

Alguns conceitos da ergonomia serão abordados nos testes ergonômicos com o produto existente, com a finalidade de apontar, por meio de testes envolvendo a tecnologia atualmente utilizada, itens que necessitam de maior atenção durante o projeto com a finalidade de obter-se um produto final com bons resultados.

2.4.1 Hedonomia

Com o propósito de criar um produto que tenha na sua primeira apresentação ao usuário uma impressão positiva, visualmente agradável, eficiente e que confira segurança, um conceito essencial será utilizado: a Hedonomia, nova área da Ergonomia, também conhecida por “Projeto Ergonômico Afetivo”. Damázio (2008) explica que este conceito busca a fusão entre os fatores humanos estudados na Ergonomia e outras dimensões humanas como o afeto, prazer e a percepção que o usuário tem do mundo. Esta fusão pode ser ilustrada pela Figura 2 a seguir:

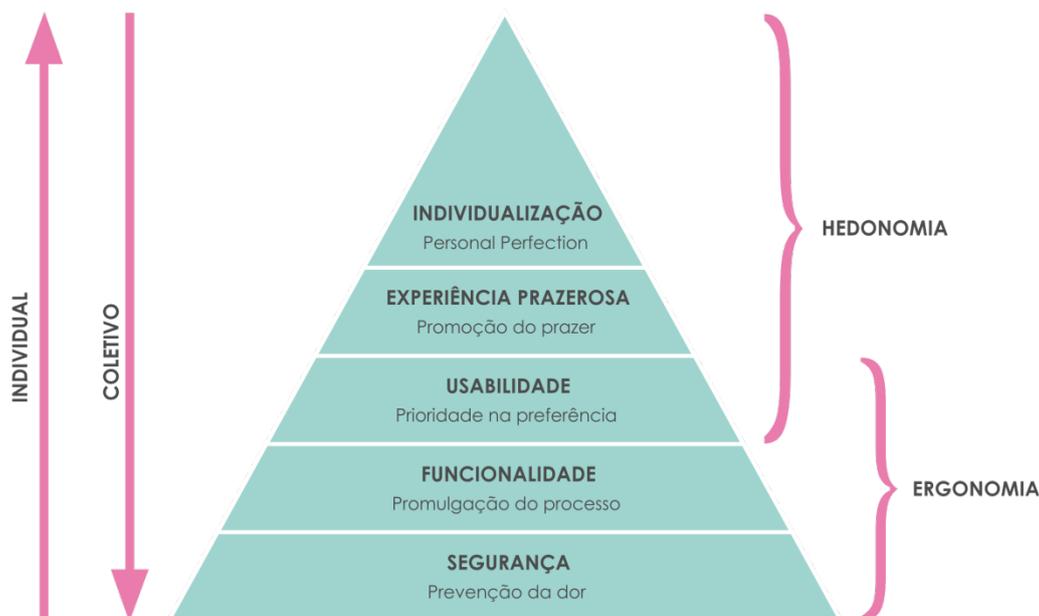


Figura 3 - Hierarquia de ergonomia e da hedonomia pela concepção de Maslow
Fonte: Autoria própria, baseada em Hancock et al. (2005)

A partir das informações apresentadas por HANCOCK (2005), cinco aspectos foram identificados pelo autor como geradores de amor por um produto:

1. *Interação fluida*: Produtos que apresentam uma resposta direta e imediata, gerando um sentimento de controle sobre a situação, tornando a interação compensadora.

2. *Lembrança de memória afetiva*: Produtos que despertam nos usuários a lembrança de alguma experiência. Neste caso, o produto ganha um valor simbólico, através da associação de vivências.

3. *Significado simbólico – social*: Produtos nos quais o resultado simbólico é atribuído pelas outras pessoas. Possuir um objeto de desejo para muitas pessoas desperta o amor.

4. *Compartilhamento de valores morais*: Produtos que transmitem valores morais ou éticos, como produtos sustentáveis.

5. *Interação física prazerosa*: Produtos que gratificam os sentidos, ou seja, geram prazer físico por qualidades como peso, tamanho, forma e cor.

Não é necessária a presença de todos os aspectos para despertar o amor do usuário pelo produto (HANCOCK, 2005). Porém, quanto mais desses aspectos estiverem presentes no produto, maior a chance do usuário despertar esse sentimento.

Em complemento ao conceito de Hedonomia, é interessante que seja abordada a relação entre os princípios do Design e da Emoção. Jordan (2001) aborda estes princípios considerando que o conceito de usabilidade - produtos que funcionam bem e são fáceis de usar - atualmente já não é suficiente e precisa ser substituído pelo conceito de agradabilidade, ou seja, produtos que além de apresentarem eficiência e funcionalidade, promovem experiências aprazíveis ao usuário. A seguinte citação do autor justifica estas afirmações:

Os produtos não são meras ferramentas: eles podem ser vistos como objetos vivos com os quais as pessoas se relacionam. Produtos são objetos que podem deixar as pessoas felizes ou raivosas, orgulhosas ou envergonhadas, seguras ou ansiosas. (JORDAN, 2001)

Para assegurar o prazer aos usuários através de produtos de design, é preciso primeiro entender os usuários, entender como os produtos são usados e que papel os objetos desempenham na vida das pessoas; depois ligar as propriedades

dos produtos às reações emocionais que se deseja evocar; e por fim, desenvolver métodos e métricas para a investigação e a quantificação do prazer.

A partir disso pode-se concluir que o foco deve estar no indivíduo e não somente no objeto projetado. Ao projetar um novo produto é necessário, em um primeiro momento, o estudo de todos os indivíduos envolvidos: os pacientes que serão submetidos ao procedimento e, conseqüentemente, a serra de gesso; bem como os médicos e técnicos que irão manuseá-lo. No primeiro caso, deve-se dar ênfase aos sentimentos causados pela ferramenta, relacionados principalmente à sua forma estética e, no segundo caso, aos fatores ergonômicos envolvidos.

3 DESENVOLVIMENTO

Esta parte do trabalho é destinada aos estudos, pesquisas e metodologias realizados e aplicados a partir dos conhecimentos obtidos na fundamentação teórica. Visto que a temática do trabalho consiste em um assunto que não apresenta uma gama variada de fontes e referências, a maior parte dos conhecimentos foram alcançados por meio de observação e entrevista com médicos e pacientes, bem como testes ergonômicos e diversas análises.

3.1 METODOLOGIA DE PROJETO DE PRODUTO

Quando um *designer* industrial projeta produtos industriais, ele determina as funções do produto, visando satisfazer as necessidades dos futuros usuários. Para adequar estas funções aos indivíduos, o *designer* deve conhecer as múltiplas necessidades e aspirações dos usuários ou grupo de usuários (LÖBACH, 2001), a partir dos resultados obtidos por meio das pesquisas realizadas, foi possível identificar as necessidades apontadas pelo público beneficiário, decorrentes do uso cotidiano do equipamento. Foram observadas as funções práticas, estéticas e simbólicas, a fim de tornar consciente a importância delas durante o processo de desenvolvimento do novo produto em questão.



Figura 4 – Funções práticas, estéticas e simbólicas
 Fonte: Autoria própria, baseada em Löbach (2001, p.62)

No tocante à função prática, pode-se dizer que a serra cumpre o que se propõe, pois é capaz de partir a camada gessada, apresenta uma área específica para a pega, o fio elétrico longo permite certa mobilidade, e etc. É um material que foi desenvolvido para otimizar o trabalho do médico, porém como anteriormente comprovado, existem alguns fatores que demandam atenção e, na medida do possível, soluções que busquem melhorar a qualidade do procedimento para os indivíduos envolvidos.

Conforme a função estética, entra a relação entre o produto e o usuário no nível sensorial, é portanto necessário que o projeto seja dotado de uma estética que atenda a percepção multisensorial do grupo. A deficiente função estética impede uma relação saudável com o objeto (LÖBACH, 2001), sendo esta a razão encontrada para as queixas principalmente provenientes dos pacientes, que demonstram tensão e ansiedade durante a retirada de gesso.

Por fim, de acordo com os conceitos de função simbólica, derivados e interdependentes dos aspectos estéticos, deve-se buscar um resultado positivo efetuado a partir das percepções sensoriais dos indivíduos e da capacidade mental de associações de ideias. A serra circular exposta é uma visão que desencadeia apreensão, pois está atrelada a construções subjetivas de senso comum como um material cortante que pode oferecer riscos ao corpo e, aliada ao ruído incômodo, prejudica a interação saudável entre o produto e o paciente.

Após a compreensão das funções dos produtos industriais, foi possível estabelecer pontos-chave a serem atendidos no decorrer do desenvolvimento conceitual da proposta, para que a proposição do novo produto, ou solução de design, apresente riscos mínimos a fim de se obter um resultado satisfatório.

No todo do projeto as seguintes fases serão seguidas de acordo com os conceitos de metodologia de design de produto de Löbach (2001), que consistem em:

- Fase de preparação: nela está inserida a análise do problema, por meio da coleta e análise de informações.
- Fase de geração: nesta fase são discutidos os métodos de solucionar problemas, produção de ideia e geração de alternativas.
- Fase de avaliação: nesta etapa as alternativas são avaliadas e selecionadas.

- Fase de realização: o último passo do processo de design é a materialização da alternativa escolhida, que deve ser revista, retocada e aperfeiçoada.

No presente projeto, as fases foram seguidas da seguinte forma:

- Fase de preparação: foram realizadas análises sobre o procedimento, sobre a relação entre os públicos envolvidos com o produto, análises sincrônica e diacrônica, análises no tocante à função da serra (testes de pega, ruído e vibração), descrição dos requisitos do novo produto (*briefing*), e por fim, a análise das ferramentas de corte com matrizes analíticas.
- Fase de geração: foram desenvolvidos os conceitos do design, alternativas de solução e esboço de ideias levando em consideração os dados antropométricos do público beneficiário indireto.
- Fase de avaliação: foram escolhidas as alternativas mais adequadas e desenvolvidos modelos que foram avaliados pelo público indireto, posteriormente, foi selecionada a melhor alternativa.
- Fase de realização: foram realizados aprimoramentos na alternativa selecionada, descritas as especificações técnicas (materiais, componentes essenciais, processos de fabricação, desenhos técnicos, etc), modelagem 3D e modelo volumétrico final.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA TAREFA

A fim de observar como é o procedimento de retirada de gesso em sua totalidade, foram realizadas visitas à hospitais de Curitiba. Alguns fatores chamaram atenção como: a reação de alguns pacientes à máquina de cortar gesso, os comentários dos médicos sobre o procedimento e o objeto em estudo, bem como sua aparência e performance.

Em um ambulatório, foi possível registrar por vídeo (com a permissão da paciente, uma senhora idosa cujo antebraço estava imobilizado) a retirada do aparelho gessado. O médico iniciou o procedimento acomodando-a próxima à maca, onde se encontravam as ferramentas necessárias para realizar a retirada do gesso,

explicou como seria feito o procedimento, mostrou que a serra não é giratória e aproximou a lâmina até encostar na própria pele para demonstrar que ela não corta, apenas vibra. Essa é uma etapa muito importante, pois a imagem da serra circular exposta causa certo receio nos pacientes. Logo quando começou a cortar o gesso, a senhora demonstrou sentir muita dor, decorrente da sensibilidade do antebraço que ficou por muito tempo imobilizado, agravada pela pressão exercida pelo médico ao empurrar a serra contra o membro, com o objetivo de partir a grossa camada de gesso. Em alguns momentos ela chegou a dar tapas no braço do médico como sinal para que ele desligasse o aparelho e interrompesse a retirada, como ilustra a imagem abaixo (Fotografia 3).



Fotografia 3 – Observação do procedimento de retirada de gesso
Fonte: Autoria própria

Apesar do procedimento não apresentar riscos efetivos e da serra não ter machucado a senhora, dava para perceber com muita clareza que ela estava apreensiva e tensa o tempo todo.

Esta observação possibilitou a conclusão de que a experiência desta paciente foi muito desagradável. Posteriormente, foi relatado pelo médico que é muito comum as pessoas sentirem desconforto quando precisam passar por este tipo de procedimento. Levantados os fatos, foi percebida a necessidade de validar as informações colhidas também por meio de questionários, que serão apresentados nos tópicos subseqüentes.

3.2.1 Análise do procedimento

Em primeiro plano será descrito de que modo geralmente ocorre o procedimento em estudo no meio hospitalar a fim de identificar e entender todas as etapas, uma vez que estas não constam em bibliografias específicas.

Durante as observações realizadas, os médicos responsáveis fizeram uso de três ferramentas: a serra de gesso, a tesoura de Lister e o abridor de gesso, representadas na figura abaixo.



Figura 5 - Ferramentas para retirada de gesso
Fonte: Autoria própria

Os detalhes técnicos da retirada são semelhantes aos da colocação, é necessário cuidado e atenção com as regiões de saliências ósseas no momento da utilização da serra (ISHIDA, 2000).

Para quebrar a grossa camada de gesso é utilizada a serra de gesso (A) e então o emprego da tesoura de Lister (C) e do abridor de gesso (B) são necessários para a finalização da retirada do gesso. O afastador é posicionado na ranhura aberta pela serra, ao pressionar os cabos as extremidades fazem com que as paredes separem-se o suficiente para retirar o membro. A tesoura finaliza o procedimento cortando a malha tubular de algodão que fica na parte interna da imobilização. A partir das observações, foi elaborado um esquema com ilustrações do passo a passo do procedimento de retirada de gesso.

ANÁLISE DO PROCEDIMENTO

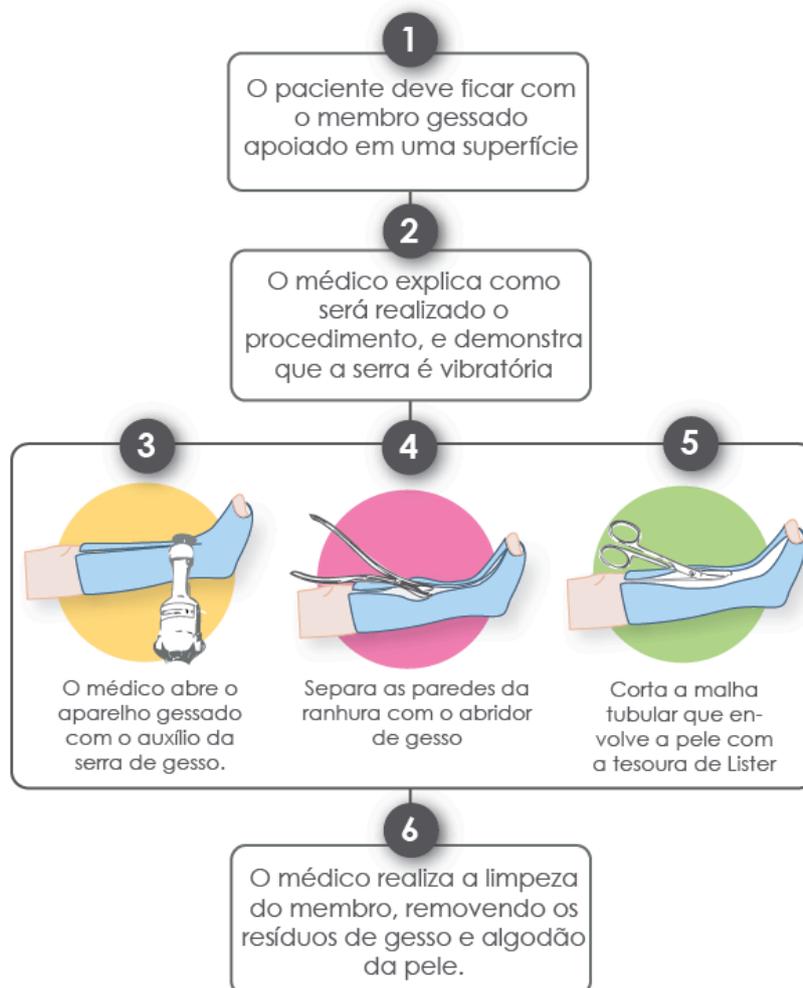


Figura 6 - Procedimento de retirada de gesso ortopédico
Fonte: Autoria própria

É importante salientar que o corte do aparelho gessado não se dá de maneira contínua, o médico faz pequenas inserções com o disco, realizando o percurso de uma extremidade até a outra. Se o fizer continuamente, o disco de serra esquenta muito com o atrito e pode causar abrasões na pele do paciente.

Para melhor avaliação do uso e de como é percebida a ferramenta de retirada de gesso, foram elaborados dois questionários, um direcionado aos pacientes e outro aos médicos, ambos aplicados em hospitais de Curitiba e também por meio *online*. O livre acesso aos hospitais e ambulatórios da rede pública foi de extrema importância para a realização desses levantamentos, pois foi possível contar com a colaboração dos médicos, que ouviram e apoiaram a pesquisa cedendo tempo e

contribuindo com informações relevantes para a realização deste projeto, ao passo que os hospitais e clínicas particulares apresentaram uma série de restrições, que impediram a realização de pesquisa nestes locais.

3.2.2 Casos de acidentes

O diferencial da serra de gesso é o fato da vibração substituir a necessidade de corte através de rotação, essa característica é exaltada como uma garantia de segurança, porém todo o estresse comumente demonstrado pelos pacientes nem sempre é despropositado, já houveram casos em que o uso inadequado da serra e/ou a falta de experiência do profissional causaram acidentes, principalmente cortes em toda a extensão da região onde estava o gesso.

Na pesquisa com os médicos foram relatados alguns acidentes ocasionados pelo mau uso da serra e/ou falta de experiência do médico que realizou o procedimento. Os casos mais comuns são as abrasões causadas pelo atrito da ferramenta com o gesso e escoriações na pele. A maioria dos acidentes ocorrem com idosos e crianças uma vez que a pele destes pacientes é mais fina e sensível.

O blog “Enfermeiro de sala de gessos”, do enfermeiro português Fernando Venda, foi criado com o objetivo de trocar experiências na área da “sala de gesso”. No *post* “*Remoção de aparelhos gessados*”, publicado no dia 09/05/2008, o autor relata o dia da retirada do gesso como sendo “um dia de más recordações”:

A maioria dos doentes têm uma má recordação do dia em que retiraram um gesso. Esquecem a dor da fractura, mas lembram-se do sofrimento de cortar o gesso. Mesmo os profissionais mais experientes e compreensivos não valorizam as queixas e receios dos doentes e iniciam a remoção do gesso sem preparar o doente física e psicologicamente, diminuindo o seu nível de ansiedade. Antes de retirar um gesso devemos explicar ao doente o que vamos fazer, o imenso barulho que a serra faz e que iremos ser cautelosos na remoção do gesso. (VENDA, 2008)

Um fato que deveria ser observado e fiscalizado é que, como já citado anteriormente, somente médicos e técnicos em imobilização tem autorização para manipular a serra e realizar este tipo de procedimento, a fim de diminuir o risco de acidentes relacionados a profissionais desqualificados. Pode ser citado como

exemplo o caso da senhora Maria de Jesus, de 92 anos, que teve um corte significativo no braço direito após retirar o gesso no Pronto Atendimento Municipal, publicado no jornal digital Vale Independente no dia 31/10/2009, explicitado na imagem abaixo.

Caso da senhora que teve corte no braço chega à Astego
 Publicado em 31/10/2009 por [Giácoco Costanti 1](#)



Na edição do Notícias do Dia, na data de 20 de outubro, foi ao ar a reportagem da aposentada Maria de Jesus, 92 anos, moradora do Asilo de Santa Rita do Sapucaí e que teve um corte no braço direito após retirar o gesso no Pronto Atendimento Municipal. A matéria teve repercussão na Associação Brasileira dos Técnicos em Imobilizações Ortopédicas (Astego), com sede em São Paulo. Segundo o presidente da entidade, Ailton Fernandes dos Reis, “a colocação e a retirada do gesso devem ser feitos por uma pessoa com formação na área. A norma técnica da Sociedade Brasileira de Ortopedia diz que para atuar nesse setor é preciso de capacitação. Porque é um trabalho artesanal e precisa ter uma formação específica para confeccionar e retirar imobilizações ortopédicas”.

Figura 7 - Notícia do Caso da senhora que teve o corte no braço chega à Astego
 Fonte: CONSTANTINI(2009)

Outro relato de acidente pelo mau uso da ferramenta e negligência da enfermeira que realizou o procedimento, encontrado por meio de pesquisa, consta no processo AC 2601350 PR Apelação Cível - 0260135-0, publicado em 2004 no site Jus Brasil, pelo relator Leonel Cunha, no seguinte trecho:

“[...]E disse mais a mãe: “cerca de três minutos após o início dos trabalhos era possível perceber que o autor estava sentindo dores, mas a atendente dizia que ‘era assim mesmo’ continuou o trabalho até que o autor ‘desfaleceu’ e a depoente disse ‘moça pare pelo amor de Deus’. A atendente então cessou o uso da serra e terminou a retirada do gesso com uma espécie de alicate” (SIMONE, mãe, f. 258). [...] Tal coincidência deixa certo para mim, primeiro, que a criança sentiu muita dor mesmo; e, segundo, que nesse exato momento ela foi “queimada” pelo calor resultante do atrito da lâmina da serra contra o gesso. Doutra forma, não precisava ter o trabalho sido concluído com o uso do alicate. De fato, o incômodo e a dor causados pela serra foi, nesse momento, percebido tanto pelo Autor, quanto

por sua mãe e a auxiliar de enfermagem EUNICE, que, inclusive, refere desfalescimento da criança." [...] Pergunta: "O atrito permanente do aparelho em funcionamento com a pele de uma criança de 01 ano de idade, ou com o gesso, pode ocasionar queimaduras? Resposta: Sim, queimadura resultante de abrasão.[...]"(CUNHA, 2004)

3.3 ENTREVISTAS E QUESTIONÁRIOS

3.3.1 Análise do resultado da pesquisa com médicos

A pesquisa se deu primeiramente com a realização de entrevistas no hospital em questão, e posteriormente contou com a aplicação do mesmo questionário por meio *online* (Apêndice A).

As entrevistas no hospital foram realizadas por meio do formulário impresso onde eram marcadas as respostas dos entrevistados e também carimbado com seus respectivos nomes e CRMs. No total obteve-se a participação de 21 médicos.

Foram colhidas informações interessantes relacionadas tanto ao procedimento de retirada, quanto à máquina de gesso. De acordo com as respostas, o tempo médio de duração da retirada de gesso depende do tamanho do aparelho gessado, bem como da experiência do profissional que está realizando a atividade. Nos membros superiores e inferiores, por exemplo, a retirada dura em torno de cinco minutos. Nos hospitais pesquisados, o número de retiradas feitas por dia varia muito, pois ocorrem por demanda e, na maioria dos casos, sem necessidade de agendamento.

Normalmente o gesso é retirado em ambulatórios, em casos mais específicos de emergência, quando por exemplo ocorre síndrome compartimental (aumento de pressão dentro de um espaço limitado), o gesso pode ser retirado em pronto-socorros.

Os principais itens na lista de pontos negativos foram: o ruído alto emitido pelo motor; o atrito do disco contra o gesso que faz a serra esquentar consideravelmente, podendo até queimar a pele do paciente; a assimetria do formato da ferramenta, assim como a posição da serra (perpendicular ao eixo do motor) que não permite uma boa mobilidade tornando desconfortável a pega e a

posição da mão do médico; o peso; e a vibração forte e constante que a serra transmite para a mão e braço do manipulador. A questão da vibração se torna um impasse, pois apesar de diminuir o risco de machucar o paciente, 67% dos entrevistados afirmaram que interfere na firmeza da mão no momento da retirada, podendo causar acidentes diversos.

Alguns pontos positivos foram identificados: o fato de existir um local específico para segurar o aparelho, e por fim, sua eficiência.

Com relação à aparência da máquina, 48% dos médicos acreditam que ela interfere no procedimento. Segundo os relatos, é muito comum os pacientes se queixarem, em alguns casos os adultos acabam até desmaiando por causa do aspecto visual e auditivo que a máquina apresenta. As crianças muitas vezes se debatem, tornando necessário o auxílio dos pais para segura-las e acalmá-las até que o gesso seja totalmente retirado.

As principais modificações sugeridas se deram sobre a aparência, o barulho e o peso da ferramenta.

A partir desta pesquisa foi possível perceber que o procedimento possui alguns pontos negativos, causados principalmente pelo produto em estudo. A pesquisa a seguir enfatiza os sentimentos que a ferramenta causa nos pacientes e como a experiência de retirada de gesso se deu para cada um.

Nas entrevistas os médicos demonstraram bastante interesse e apoio ao projeto, esta constatação, além de estimular a continuidade do trabalho, confirma a necessidade e a importância de seu desenvolvimento.

3.3.2 Análise do resultado da pesquisa com pacientes

A pesquisa com pacientes ocorreu da mesma maneira que a pesquisa com os médicos, primeiramente com a realização das entrevistas no hospital em questão, e posteriormente com a aplicação de um questionário por meio *online* (Apêndice B). A aplicação das entrevistas bem como do questionário, foi de grande relevância para a confirmação do problema e o entendimento das necessidades que a atividade em estudo envolve.

Para otimizar a compreensão das perguntas realizadas e seus respectivos resultados, foi elaborado o infográfico a seguir:

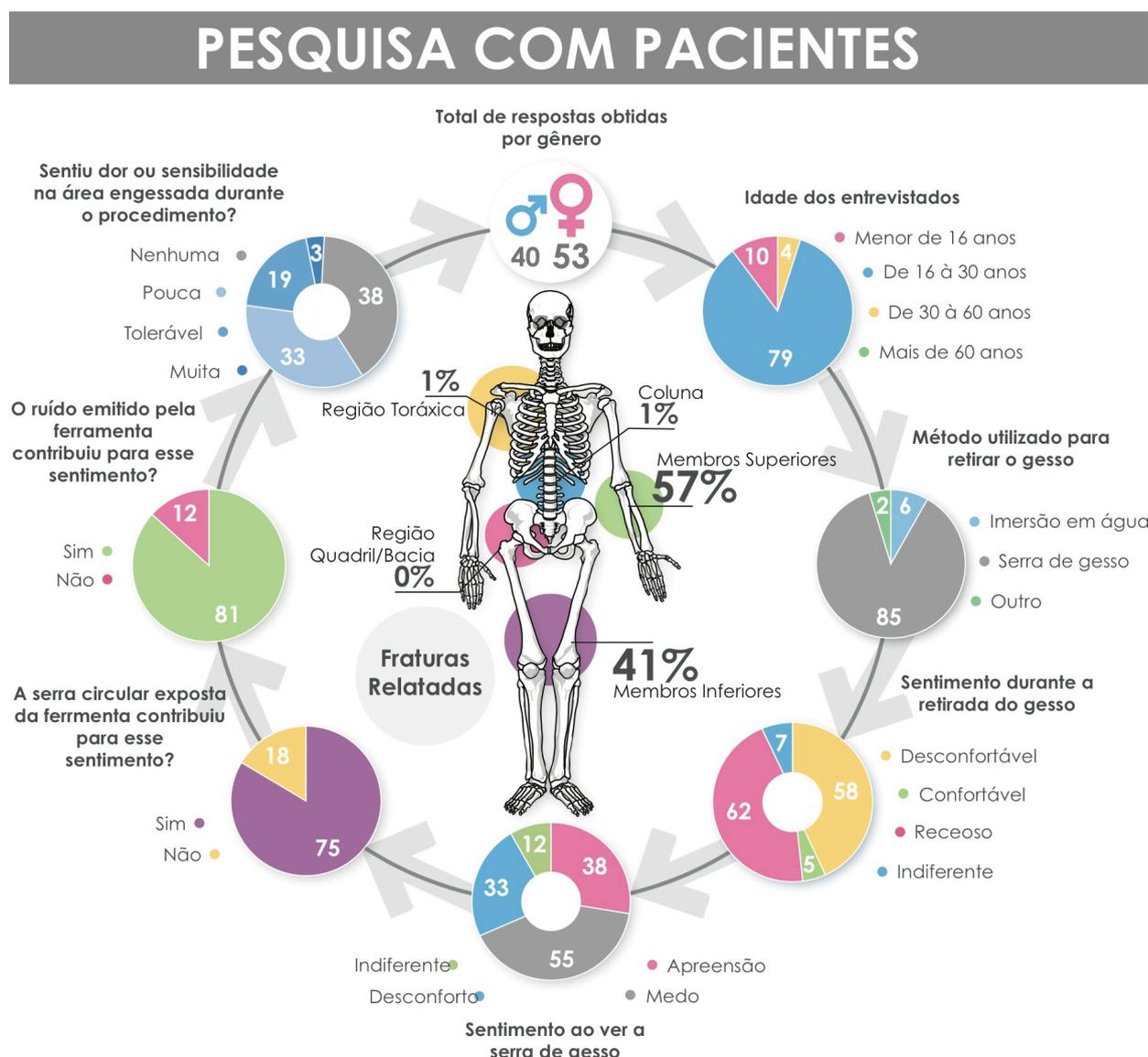


Figura 8 - Infográfico de pesquisa com pacientes
Fonte: Autoria própria

O questionário *online* (Apêndice B) contemplou a participação de 93 pacientes, majoritariamente com idades entre 16 e 30 anos que sofreram algum tipo de fratura ao longo da vida.

Ao serem questionados sobre qual método foi utilizado para a retirada do aparelho gessado, a maioria vivenciou o procedimento com o auxílio da serra de gesso.

Foi confirmado com o relato dos médicos e dos pacientes que são comuns as queixas durante o procedimento, 62 entrevistados apontaram o receio como o sentimento mais aparente no momento, e houveram respostas significativas (quando perguntado sobre os sentimentos que o objeto em questão desperta) de que o produto causa medo, desconforto e apreensão, devido ao ruído que emite quando ligado e por apresentar uma serra circular exposta. Todos os gráficos da pesquisa online podem ser conferidos no Anexo A. Este receio que os pacientes sentem ao ver a serra de gesso, ou ao ouvir seu ruído, pode ser justificado pelo trecho a seguir que aborda a característica do cérebro de ser programado para detectar perigos de todas as naturezas:

Estudos mostram que homens e animais adquirem medo de objetos que são potencialmente perigosos ao longo do tempo. A capacidade de reconhecer e responder rapidamente a um estímulo potencialmente perigoso é vantajosa para a sobrevivência. Por conseguinte, seríamos preparados biologicamente para responder a estímulos perigosos de modo a garantir a preservação de nossa espécie. (PORTO, 2007, p. 30)

Devido aos dados coletados, concluiu-se que a ferramenta apresenta um problema de design, e então surgiu a necessidade de questionar, validar e desenvolver soluções, visando minimizar os aspectos deficitários da tecnologia estudada, a fim de proporcionar uma experiência agradável para todos os indivíduos envolvidos.

3.3.3 Associação Brasileira dos Técnicos em Imobilizações Ortopédicas

Foi feito contato por telefone com o presidente da ASTEGO (Associação Brasileira dos Técnicos em Imobilizações Ortopédicas), da regional de Porto Alegre-RS, que além de demonstrar extrema prestatividade com o projeto respondendo ao questionário, ainda enviou um parecer em nome da associação sobre a ferramenta estudada, visto que é de interesse dos membros constituintes projetos que sejam a respeito da área de Ortopedia e Traumatologia (Anexo B).

3.4 SERRA DE GESSO

De acordo com as observações feitas nos hospitais, clínicas e ambulatórios de Ortopedia durante a primeira fase do projeto, foram identificadas duas marcas nacionais de serras para gesso comumente utilizadas, que serão denominadas de X e Y, sendo X a marca cedida à equipe para fins de análise ergonômica.

Após realizar pesquisas em sites e lojas que vendem materiais para uso hospitalar, foi constatado que uma serra nova do fabricante Y custa em torno de R\$1.200,00 e, segundo o site do fabricante, apresenta um peso de 1,7 kg, potência de 180 Watts e realiza 18.000 rotações por minuto, tendo como frequência de vibração 60Hz. Já a serra X tem potência máxima de 350 watts, frequência 50/60Hz e custa em torno de R\$1.000,00.



Figura 9 - Comparação das serras de gesso das marcas X e Y
Fonte: Autoria própria

3.4.1 Análise Sincrônica

A análise sincrônica, proposta por BAXTER (1998) foi desenvolvida com o objetivo de conhecer o universo das ferramentas de serra de gesso a fim de evitar alternativas muito semelhantes ao final deste projeto.

Todas as ferramentas selecionadas possuem a mesma função, cortar o gesso ortopédico. Ao total foram selecionadas 10 ferramentas do site Atlas Pro Sales, que possui uma lista de diversas marcas e seus respectivos preços, as serras são majoritariamente de fabricação estrangeira, e foram posicionadas juntamente com

os preços, com o objetivo de demonstrar as variações para comparação dos valores *versus* diferenciais que cada produto apresenta (Figura 10).



Figura 10 - Painel de análise sincrônica
Fonte: Autoria Própria

Analisando os produtos similares pode-se perceber que a maioria deles tem praticamente a mesma estrutura, apenas com a carcaça diferente. O motor sempre se encontra atrás do local de pega, e a serra na maioria dos exemplos é circular e aparente, não contribuindo para minimizar o medo de algumas pessoas por objetos cortantes.

Os produtos mais modernos e atuais possuem formas mais arredondadas e materiais diferenciados como o plástico (produtos 1, 2, 8, 9 e 10) e cabos de aço (produtos 3 e 7) que passam o movimento mecânico do motor para a serra. A paleta de cores também evolui ao passo que o produto se torna mais moderno, é o caso dos produtos 2 e a 4.

Um fator interessante encontrado em algumas serras (4 e 5) é o aspirador de pó que contribui tanto para a limpeza do local de retirada quanto para a saúde dos pacientes e médicos que não correm o risco de inalar o pó proveniente do gesso.

A posição do disco de serra também se altera em alguns produtos, na maioria encontra-se de forma perpendicular ao motor da ferramenta, porém nas alternativas 2 e 8 encontra-se de forma paralela ao motor.

Percebeu-se, de modo geral, uma carência de opções com visual inovador e preço mais acessível. A aparência dos produtos também é muito semelhante, alguns podem ser até considerados atraentes, no entanto, o fato da serra estar sempre aparente não confere agradabilidade.

A partir das considerações feitas, para a construção do novo produto, deve-se ponderar sobre os seguintes fatores: custos, benefícios, materiais e processos, a fim de desenvolver um objeto que esteja dentro da realidade atual e atenda as expectativas do mercado de forma mais acessível.

3.4.2 Análise Diacrônica

A análise diacrônica, proposta por BAXTER (1998) consiste no estudo da evolução histórica das ferramentas de retirada de gesso. Sabe-se que, a utilização do gesso como recurso para a confecção de imobilizações ortopédicas criou a necessidade de haver uma maneira de retirar o gesso dos pacientes. A Figura 11 apresenta a linha cronológica das ferramentas e técnicas utilizadas para remoção do gesso ortopédico.

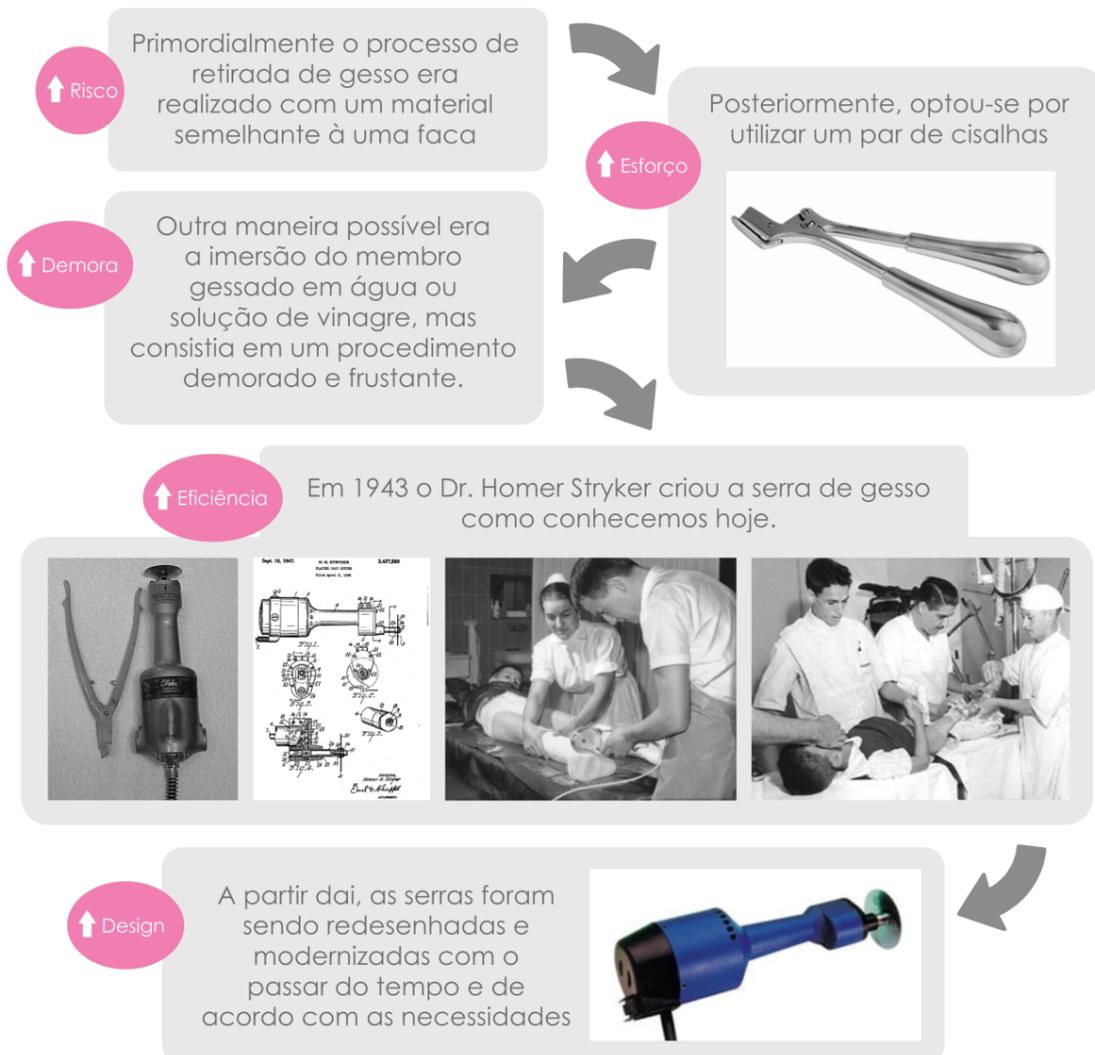


Figura 11 - Análise diacrônica das ferramentas de retirada de gesso ortopédico
Fonte: Autoria própria

Os equipamentos e técnicas visualizados mostram como a ferramenta atualmente utilizada contribuiu para a diminuição do tempo de retirada e como representa uma grande evolução quando comparada às formas posteriores a ela. Mesmo assim, ainda existem problemas passíveis de melhorias para os públicos beneficiários, pois ainda que o produto seja funcional, os pontos deficitários já explicitados anteriormente.

3.4.3 Funcionamento mecânico da serra de gesso

Com informações cedidas pelos fabricantes da marca X, foi possível entender melhor o funcionamento da serra de gesso. É um equipamento que trabalha por oscilação, realizada através de um eixo com deslocamento, chamado de excêntrico. O giro acaba deslocando o eixo que prende o disco de serra no garfo. De acordo com a figura a seguir é possível observar onde fica cada elemento da parte dianteira da ferramenta.

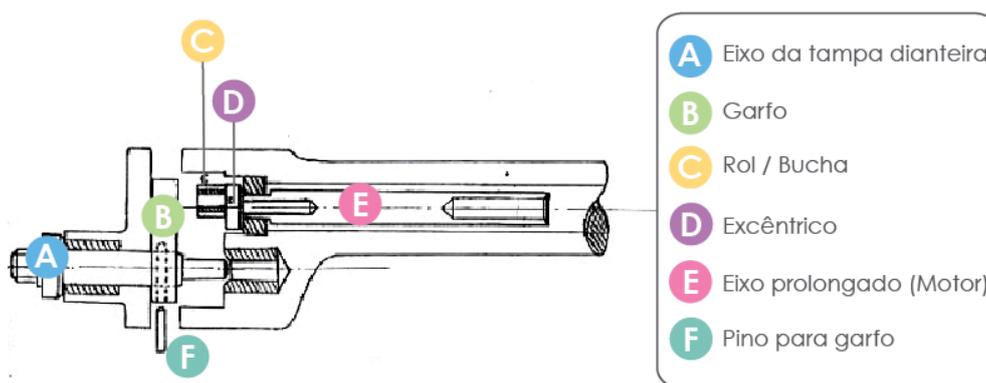


Figura 12 - Detalhamento técnico da parte dianteira da serra de gesso.
Fonte: Desenho técnico cedido pela empresa Juncker LTDA

A partir do desenho técnico cedido pelo fabricante da marca X observamos que o motor fica na parte traseira da máquina (não é possível vê-lo na Figura 12, pois representa apenas a parte dianteira da serra) e a vibração passa pelo eixo prolongado do motor até a parte dianteira onde está localizado o disco de serra.

Grande parte das serras de gesso disponíveis no mercado e de menor custo apresentam esse mesmo sistema de funcionamento, que ainda é semelhante ao desenvolvido pelo inventor Homer Stryker em 1947, o qual é descrito da seguinte maneira, com base na ilustração original de sua patente (Anexo A):

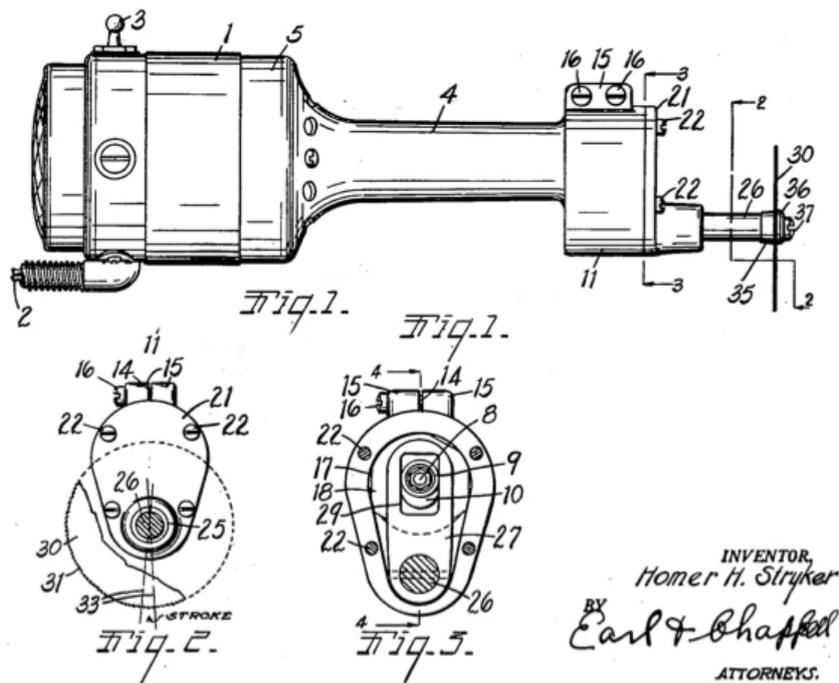


Figura 13 - Ilustrações da patente de Homer Stryker
 Fonte: CHABBERT, Jean-Paul. Cast cutter and method.

A invenção ilustrada no desenho Fig.1 representa a carcaça, o respectivo circuito de ligação (2) e um interruptor de controle (3). A carcaça do motor é provida de um prolongamento, uma extensão de terminação tubular (4), sendo essa adaptada para servir como um apoio ou área de pega. Na outra extremidade da extensão há uma chumaceira (peça metálica de vão circular em que gira um eixo destinada a reduzir o atrito) para o eixo do motor (8).

O eixo do motor é provido de um virabrequim ou pino excêntrico (9) que possui um rolamento anti-fricção montado no mesmo. O eixo é preferencialmente fornecido com um contra-peso (10) para o pino e o seu rolamento, o objetivo dele é de minimizar a vibração contrabalançando o deslocamento do pino excêntrico.

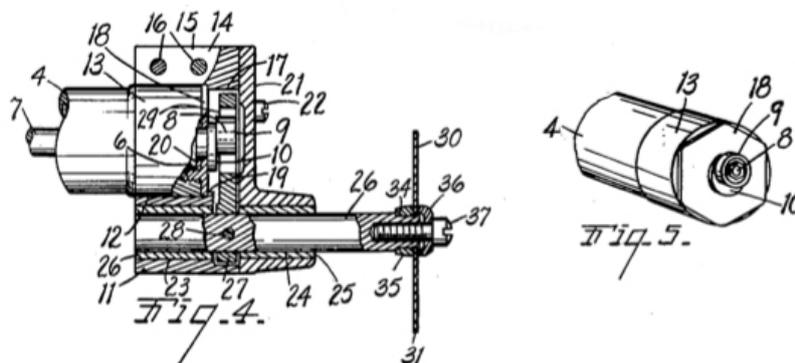


Figura 14 - Ilustrações da patente de Homer Stryker

Fonte: CHABBERT, Jean-Paul. Cast cutter and method.

A cabeça do cortador (11) tem um furo que recebe o final da extensão (4). A cabeça tem um compartimento (17) para receber o pino excêntrico com o contrapeso, uma tampa (18) é fornecida como invólucro, um encerramento de encaixe em forma poligonal com um disco de vedação (20) por dentro.

A projeção do movimento do pino excêntrico é tal que o curso do cortador é relativamente curto, de aproximadamente um oitavo de polegada (0,3175cm) indicado pelas linhas (33) na Fig. 2.

Após o entendimento do funcionamento da ferramenta, foi viável a conclusão de que o sistema é simples, sem muitos elementos e que permanece rudimentar, podendo ser desenvolvido e aprimorado para que se obtenha melhores resultados e rendimento. A este projeto não cabe o desenvolvimento da parte de engenharia do produto, podendo esta ser muito ampla e envolver questões e conhecimentos que fugiriam dos objetivos do presente trabalho, porém, foi fundamental a compreensão dos elementos constituintes da ferramenta para a projeção de um produto coerente com as tecnologias atuais.

3.5 TESTES ERGONÔMICOS NO PRODUTO EXISTENTE

Partindo da ideia de que a ergonomia objetiva sempre a melhor adequação ou adaptação possível do objeto aos seres vivos em geral, fez-se necessário realizar análises de alguns aspectos da ferramenta em estudo, principalmente no tocante às ações de manejo, sendo este o “ato ou ação física que se relaciona com o manuseio ou operacionalidade de qualquer produto por parte do usuário ou operados através de seu corpo ou partes de seu corpo.” (FILHO, 2004 p.33). Na seqüência encontram-se os tópicos considerados de maior relevância ao projeto e, respectivamente, as análises com resultados.

3.5.1 Teste de Ruído

O teste de ruído foi aplicado à ferramenta em estudo com a finalidade de determinar a intensidade do ruído emitido durante o procedimento de retirada de gesso. Ele foi realizado no dia 15 de setembro de 2011, na sala C105, laboratório de Ergonomia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Para realizar a medição instantânea de nível de pressão sonora, foi utilizado um *decibelímetro*, configurado com curva de ponderação “A” pois assim a resposta de frequência do medidor é similar a resposta do ouvido humano, e constante rápida. O medidor de nível de pressão sonora mede o ruído de forma pontual, sem levar em consideração o tempo de exposição à fonte, a faixa de operação do equipamento utilizado é de 30 a 140 dB.

O equipamento para medir o ruído ocupacional é chamado de medidor de nível de pressão sonora ou medidor de nível sonoro. O microfone é peça vital no circuito, sendo sua função a de transformar um sinal mecânico (vibração sonora) num sinal elétrico. O circuito de medição dos aparelhos pode ter resposta lenta ou rápida. A resposta lenta facilita as medições, quando existe muita variação de ruído no ambiente de trabalho. (PAZ, p.4)

Foram sugeridas pela professora orientadora de Ergonomia as seguintes distâncias para medição: 1 metro, considerada longa distância, e 20 centímetros, pequena distância.

À um metro de distância do usuário a oscilação de ruído medido em decibéis foi registrada na Tabela 1

Tabela 3 - Oscilação de ruído a 1 metro de distância do usuário

	Em contato com o gesso	Sem contato com o gesso
Mulher A	94,7 – 98,8 db	98,7 – 102,8 db
Mulher B	94,4 – 96,6 db	99,4 – 100,7 db

Fonte: Autoria Própria

À 20 centímetros de distância do usuário a oscilação de ruído medido em decibéis foi a registrada na Tabela 2:

Tabela 4 - Oscilação de ruído a 20 centímetros de distância do usuário

	Em contato com o gesso	Sem contato com o gesso
Mulher A	98,4 – 99,6 db	102,6 – 104,1 db

Mulher B	97,2 – 98,2 db	12,4 – 103,9 db
----------	----------------	-----------------

Fonte: Aatoria própria

Segundo Lida (1990), o ouvido humano percebe sons de intensidade entre 20dB (decibéis) a 120 dB, sendo que sons acima de 120 dB causam desconforto e sons de 140 dB se tornam dolorosos aos ouvidos.

Para que um ruído se apresente prejudicial à saúde ele depende de basicamente dois fatores: o tempo de exposição, e a dose de exposição.

Com relação ao tempo de exposição Lida afirma que:

Para ruídos de até 80dB, o trabalhador pode se expor durante toda a jornada de trabalho sem nenhuma consequência grave. Contudo, acima deste nível, começam a surgir riscos para os trabalhadores expostos a ruídos contínuos, principalmente na faixa de 2000 Hz A 6000 Hz. (IIDA, 1990, p.240)

O procedimento de retirada de gesso dura em torno de 5 minutos, o ruído emitido pode ser classificado como um ruído não-contínuo, ou seja, que é interrompido após o término do procedimento, por este motivo ele não pode ser considerado prejudicial.

Apesar de o ruído não significar perigo real para os médicos e pacientes, pois não chega a 120 dB, ele é um dos principais fatores que causam a sensação de medo e desconforto nos pacientes, segundo o tópico 3.3.1 Análise do resultado da pesquisa com os médicos, principalmente se estes forem crianças. Além disso ruídos intensos, acima de 90 dB dificultam a comunicação verbal, aumentando a tensão psicológica e o nível de atenção (IIDA, 1990, p. 241). Esse tipo de ruído tende a prejudicar tarefas que exigem certo nível de concentração mental, velocidade e precisão de movimentos, os resultados destas tarefas tendem a piorar após 2 horas de exposição ao barulho, além de resultar em aborrecimentos, tensões e dores de cabeça.

3.5.2 Análise de Vibração

Esta análise foi realizada no mesmo dia 15 de setembro de 2011, na sala C105, laboratório de Ergonomia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Com relação à vibração de 60 Hz emitida pela ferramenta, também podemos classificar como não prejudicial à saúde dos médicos e técnicos que a manuseiam. Por mais que as vibrações mais baixas, entre 1 Hz e 80 Hz, sejam consideradas mais danosas, podendo provocar lesões nos ossos, juntas e tendões (IIDA, 1990, p. 243), o tempo de exposição do profissional não é tão grande, não oferecendo maiores riscos.

3.5.3 Teste de Eric

Para auxiliar no estudo da serra de gesso também foi realizado o teste de Eric, com orientação da Professora Elenise Leocádia, no dia 17 de outubro de 2011, na sala C105, laboratório de Ergonomia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Este teste consiste em mapear as áreas de maior pressão da mão no momento da realização do procedimento. O teste pode ser melhor visualizado na seqüência de fotografias abaixo:



Fotografia 4 - Cobrir a ferramenta com filme plástico
Fonte: Autoria própria



Fotografia 5 - Pintar com tinta toda a área coberta
Fonte: Autoria própria



Fotografia 6 - Pegar a ferramenta da maneira que ela é utilizada
Fonte: Autoria própria



Fotografia 7 - Colher as impressões pressionando a mão sobre papel
Fonte: Autoria própria

As impressões colhidas constam na tabela abaixo:

Tabela 5 - Mãos sobre o papel, resultado do Teste de Eric

	Mão Direita	Mão Esquerda
Homem A		
Homem B		
Mulher A		
Mulher B		

Fonte: Autoria própria

O teste foi realizado com quatro diferentes usuários, dois homens e duas mulheres. Foi possível perceber que quanto maior a medida da mão, maior a pressão que se faz. As áreas com maior concentração de tinta são aquelas em que a mão exerce mais pressão sobre a ferramenta. Foi identificada uma relação entre a pressão da mão e o ruído da ferramenta, quanto maior a pressão contra o gesso, maior o ruído emitido pela ferramenta enquanto ligada (Tabela 6).

Tabela 6 - Medição da mão e Oscilação do Ruído

	Altura da mão (mm)	Oscilação de Ruído
Homem A	177,96	94,7 – 98,8 db
Homem B	156,63	94,4 – 96,6 db
Mulher A	203,74	94,3 – 98,2 db
Mulher B	192,96	93,5 – 97,2 db

Fonte: Autoria própria

De acordo com a tabela e as impressões das mãos após o teste, observa-se que o tamanho da mão é proporcional à intensidade do ruído. Ou seja, quanto maior a mão da pessoa, mais força ela exerce sobre a máquina que, quando pressionada contra o gesso, emite um ruído consequentemente maior.

3.5.4 Pesagem

Considerando que um dos objetivos do projeto é criar um equipamento agradável, se fez necessário pensar no peso da ferramenta, pois este deve ser confortável ao manipulador. Foi realizada a pesagem do objeto, como mostra a Fotografia 8, em uma balança de precisão, que apontou aproximadamente 1,4kg, valor consideravelmente grande para ser sustentado por apenas uma das mãos.



Fotografia 8 - Pesagem da ferramenta de serra de gesso

Fonte: Autoria própria

3.6 CONSIDERAÇÕES DE ACORDO COM A BIOMECÂNICA

A biomecânica é a ciência dedicada ao estudo dos sistemas biológicos a partir de uma perspectiva mecânica, pois faz a uso de instrumentos da mecânica, ramo da física que envolve a análise das forças, para estudar os aspectos anatômicos e funcionais dos organismos vivos (HALL, 2005, pág. 1).

Os músculos biarticulares e poliarticulares são incapazes de encurtar-se simultaneamente no grau necessário para produzir amplitude plena de movimento em todas as articulações atravessadas, essa limitação é denominada de insuficiência ativa (HALL, 2005, p. 156). Como demonstrado na figura 15 abaixo, os flexores dos dedos não conseguem fechar a mão tão completamente quando o punho se encontra em flexão como conseguem fazê-lo quando o punho está em posição neutra.

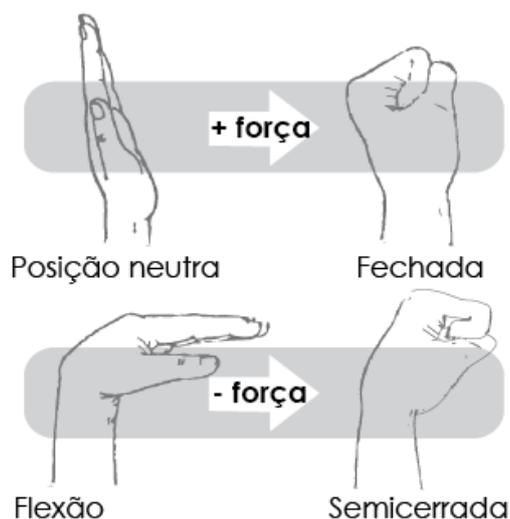


Figura 15 - Insuficiência ativa
Fonte: Autoria própria baseada em Hall
(2005, p. 156)

Durante a utilização da serra de gesso, o peso da ferramenta e a sua forma fazem com que o punho fique em posição de flexão plena, deixando os flexores dos dedos (que atravessam o punho) afrouxados e incapazes desenvolver tensão suficiente para que a mão seja fechada. Foi comumente observado que alguns médicos utilizam a outra mão como apoio na parte anterior da serra durante o corte, para conferir maior estabilidade, como se fosse um contrapeso, ilustrado na fotografia 9, a seguir:



Fotografia 9 – Posição do punho
Fonte: Autoria própria

O diâmetro do local de pega da ferramenta preenche o espaço existente nessa condição de mão semicerrada, porém o peso do motor da máquina atrás dessa área faz com que ocorra flexão do punho como compensação e equilíbrio de força, podendo interferir na firmeza da mão durante o procedimento. Desta forma, se faz necessária a alteração da posição de pega e também do peso do motor, para que o movimento se torne mais confortável e menos agressivo ao punho do manipulador.

O autor Pires (2001, p.153) afirma que na vida cotidiana ou no trabalho, as pessoas adotam certas posturas para o desenvolvimento de atividades, estas posturas podem produzir cargas adequadas para a saúde ou excessivas, levando a distúrbios e problemas. A ergonomia busca encontrar posturas neutras que impõe menores cargas sobre as articulações e músculos do corpo. Quando não é possível o uso de posturas neutras, chamadas de posturas preferenciais, busca-se a maior aproximação destas. A ergonomia estuda as seguintes posturas relacionadas ao ombro, cotovelos e punho (Figura 16):

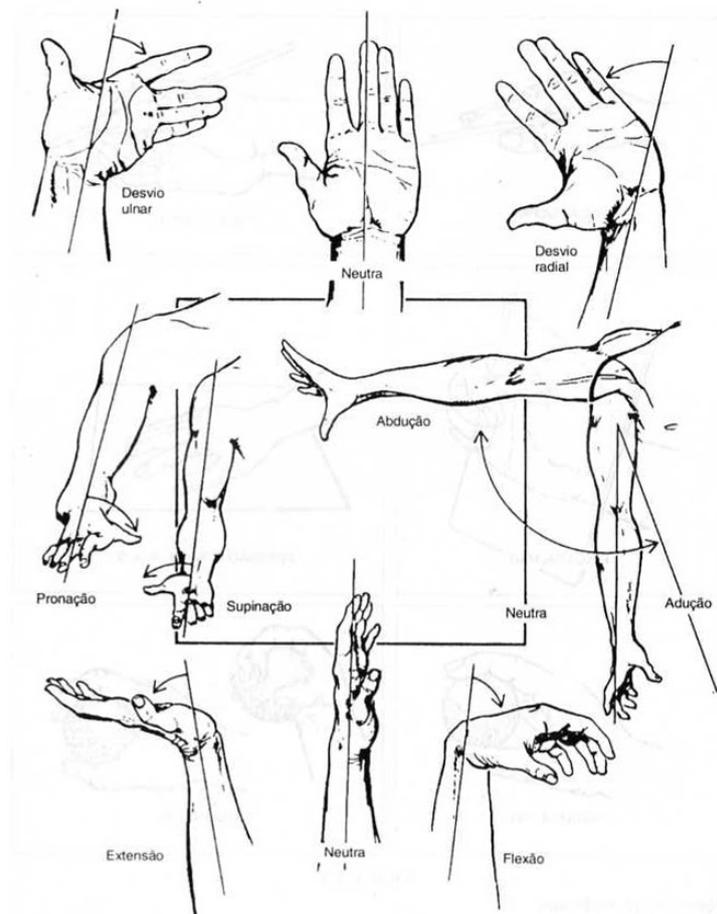


Figura 16 - Posturas dos ombros, cotovelos e punhos
 Fonte: PIRES (2001, p.157)

Pires (2001) também apresenta os tipos de pega mais estudados em ergonomia (Figura 17):

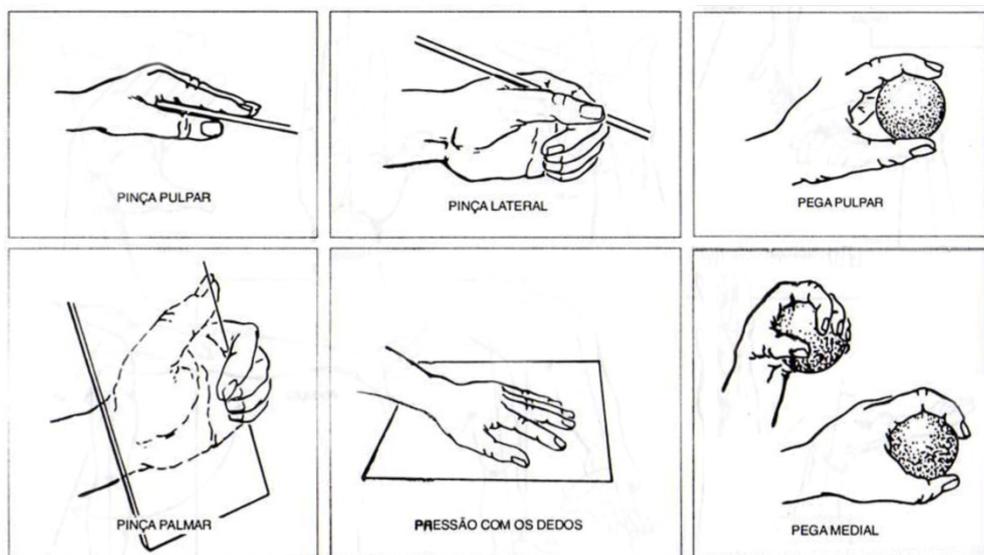


Figura 17 - Tipos de pega mais estudados em ergonomia
 Fonte: PIRES (2001, p.158)

“Componentes do posto de trabalho são desenhados de modo a proporcionar às pessoas a possibilidade de usá-los com o maior conforto e eficácia possíveis. Portanto, devem ser compreendidos, analisados e desenhados a partir do seu USO.” (PIRES, 1998, p.179). A ferramenta de corte de gesso tem, portanto, duas funções básicas:

- a) Técnica: deve cumprir sua finalidade de partir o gesso.
- b) Ergonômica: deve possibilitar ao usuário seu manejo de acordo com as suas características anatômicas.

Pires exemplifica, na Figura 18 o uso adequado e inadequado de uma furadeira, de acordo com algumas posturas induzidas por determinadas situações de trabalho:

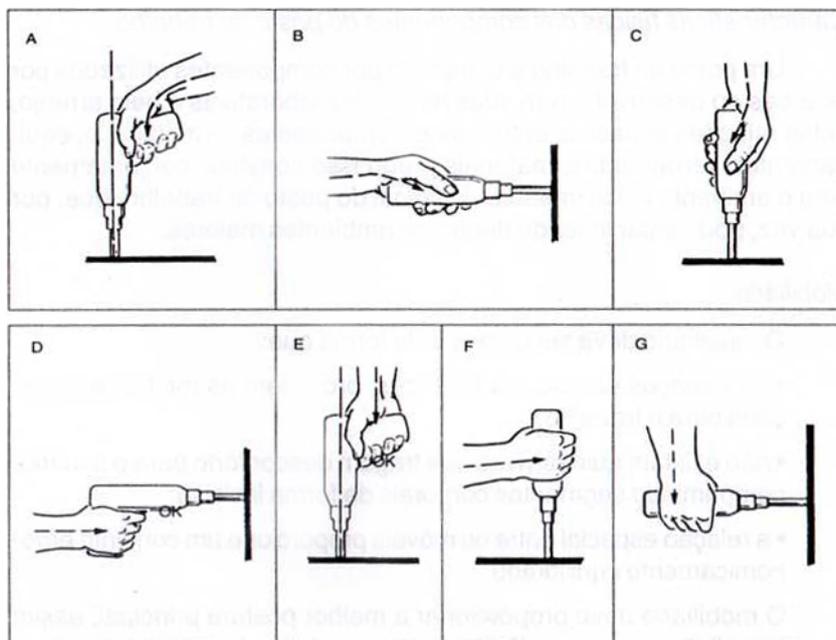


Figura 18 - Exemplos de posturas do punho em superfície horizontal e vertical

Fonte: PIRES (2001, p.181)

Neste exemplo, as figuras A, B e C mostram desvio do punho, enquanto as figuras D, E, F e G mostram o punho em postura neutra, a postura preferencial.

As características físicas de equipamentos, ferramentas e materiais devem ser avaliadas de acordo com alguns critérios principais (PIRES, 1998):

- **Peso:** recomenda-se a maior redução possível do peso dos componentes.

- Forma: recomenda-se a forma mais anatômica possível, relacionada com as características funcionais da mão. O autor dá o exemplo, quando houver necessidade do uso de força, se faz necessária a utilização de pegas que usem a parte ulnar da mão, quando predomina o trabalho de precisão, como é o caso da ferramenta de corte de gesso, é recomendado o uso da parte radial das mãos.
- Pegas: além das características anatômicas elas devem ter aderências adequadas para a função e tamanho bem relacionado com as medidas antropométricas das mãos.

3.7 ANÁLISE DE FERRAMENTAS DE CORTE

O gesso é um material que pode ser rompido, serrado, desgastado ou dissolvido depois de endurecer. Para tanto, viu-se necessária uma análise de diferentes tipos de ferramentas e mecanismos de corte para que fosse possível definir qual a melhor opção a ser utilizada neste projeto.

As ferramentas foram agrupadas por tipo de corte, como mostra a figura 19. O grupo 1 apresenta corte por duas lâminas que se cruzam ou se encostam. O grupo 2 apresenta corte por apenas uma lâmina. Grupo 3 é o das serras manuais ou mecânicas. O grupo 4 é o grupo das ferramentas oscilatórias de pequeno porte. O grupo 5 é o grupo das ferramentas que funcionam por vibração. E o grupo 6 é o das tecnologias de corte mais avançadas.

As tabelas de ferramentas de corte e análises apresentadas na figura 19 são uma análise pessoal, não baseada em bibliografia, e sim na percepção da equipe em relação à função de cortar o gesso.

ANÁLISE DE FERRAMENTAS DE CORTE

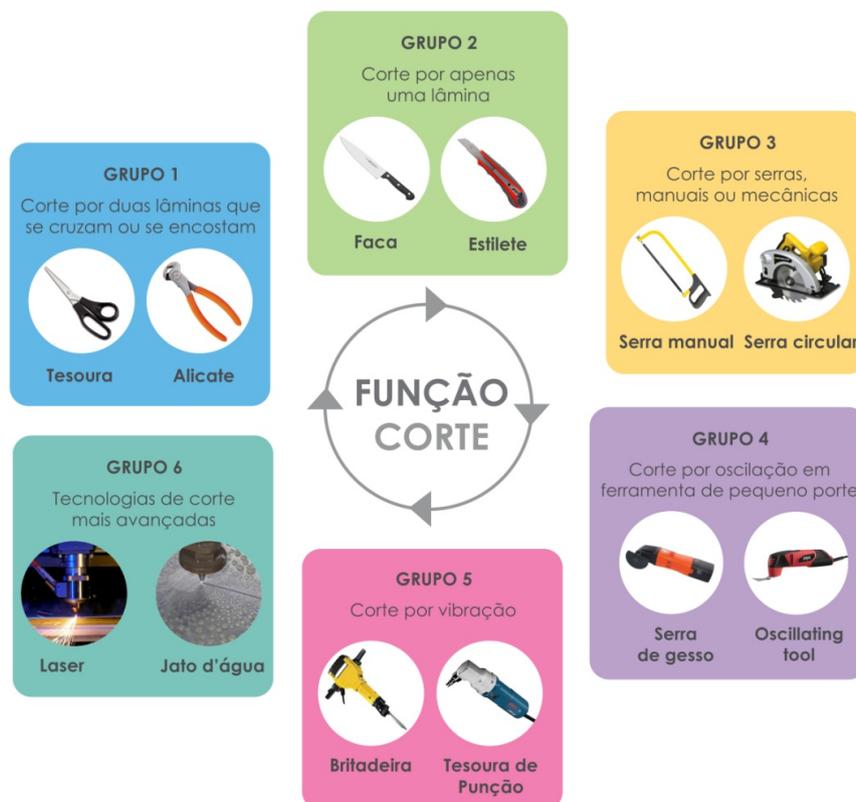


Figura 19 - Análise das ferramentas de corte
 Fonte: Autoria própria

3.7.1 Matrizes Analíticas

Por meio de matrizes analíticas é possível analisar quais grupos de ferramentas possuem mais vantagens e quais possuem mais desvantagens. Este método de matrizes avaliativas foi proposto por Filho (1994), que divide os aspectos do produto em: formais, funcionais e de uso.

Os quesitos abordados na matriz avaliativa (Figura 20) abaixo são: segurança, força de corte, controle, ruído, a questão dos dejetos de material, e por fim, a vibração. As classificações poderão ser: péssimo, ruim, regular, bom e ótimo. A partir disso será possível identificar o que pode ser melhorado em cada ferramenta e qual a mais apropriada para a função desejada.

ASPECTOS DE USO, FORMA E TÉCNICA (classificação: péssimo, ruim, regular, bom e ótimo)							
PRODUTO	SEGURANÇA	FORÇA DE CORTE	CONTROLE DE CORTE	RÚIDO	DEJETOS DE MATERIAL	VIBRAÇÃO	
 Tesoura  Alicate	ruim	péssimo	bom	ótimo	bom	ótimo	
 Faca  Estilete	ruim	péssimo	ruim	ótimo	bom	ótimo	
 Serra manual  Serra circular	péssimo	ótimo	bom	péssimo	péssimo	ruim	
 Serra de gesso  Oscillating tool	regular	ótimo	ótimo	regular	regular	regular	
 Britadeira  Tesoura de Punção	ruim	bom	ruim	péssimo	péssimo	péssimo	
 Laser  Jato d'água	péssimo	ótimo	bom	ótimo	ótimo	ótimo	

Figura 20 - Matriz analítica de aspectos formais, técnicos e de uso
Fonte: Autoria própria

A partir da matriz foi possível construir tabelas com os pontos fortes e fracos de cada ferramenta, que facilitam a visualização da análise.



Figura 21, 22 e 23 - Ferramentas de corte (grupo 1, 2 e 3)
Fonte: Autoria própria

O grupo 1 (Figura 21), com meios de corte por duas lâminas que se cruzam ou se encontram, apresenta alguns pontos positivos importantes como o alto controle de corte por parte da pessoa que irá manusear e ruído praticamente nulo. Porém, como ponto negativo há a baixa segurança no momento do corte, podendo escorregar ou “beliscar” a pele, além da baixa força de corte, que não serve efetivamente para a função, visto que a espessura do gesso é significativa, assim como a dureza.

Corte simples e baixo ruído são os pontos fortes das ferramentas do grupo 2 (Figura 22), facas e estiletes. Como desvantagens o grupo apresenta baixa força de corte, baixo controle de corte, e por consequência maior o perigo no uso da ferramenta.

Apesar da grande força e controle de corte, as ferramentas do grupo 3 (Figura 23) possuem muitas desvantagens como, pouca segurança, alto ruído, baixo controle de profundidade de corte, vibração e também produz muito dejetos de material.



Figura 24, 25, 26 - Ferramentas de corte (grupo 4, 5, 6)
Fonte: Autoria própria

As vantagens do grupo 4 (Figura 24) são: alta força de corte, bom controle e profundidade de corte e ruído regular. Como desvantagens apresenta alguns fatores como os dejetos provenientes do material e a periculosidade em nível médio. As ferramentas que representam este grupo são: a ferramenta atualmente utilizada para o corte de gesso e outras semelhantes encontradas somente no exterior e utilizadas para cortes de paredes de *drywall* e atividades semelhantes.

Ferramentas de corte por vibração fazem parte do grupo 5, como mostra a figura 25. Elas apresentam como ponto positivo alta força de corte, bom controle de profundidade, assim como o grupo 4. Como pontos negativos: altíssimo grau de vibração, alto ruído e causa dejetos de material.

O último grupo é formado por ferramentas que possuem tecnologias de corte mais avançadas, como o laser e o jato d'água. Na figura 26 pode-se ver que os pontos positivos deste grupo são: altíssima força de corte, o baixo ruído, o fato de que não causa muito dejetos de material e não apresenta vibração. Outros fatores também podem ser considerados positivos como por exemplo a rapidez de corte e também a versatilidade da ferramenta no que diz respeito a forma estética, não apresentam lâminas de nenhum tipo. Como pontos negativos, a alta periculosidade devido ao fato de que são tecnologias que ainda não apresentam um controle efetivo da profundidade de corte.

O grupo 4, das ferramentas oscilatórias de pequeno porte se destacou perante aos outros por causa da lista de pontos fortes, e por suas desvantagens que podem ser contornadas com a aplicação de alguns elementos como aspiradores ou protetores de lâminas. Este grupo é representado também pela ferramenta atualmente utilizada, isso significa manter a forma de corte por oscilação/vibração, pois mesmo com toda a pesquisa foi confirmado que é a realmente a maneira mais segura para o paciente e também para o médico. Quanto a questão da vibração, já foi observado no tópico 3.5.2 Teste de Vibração que o tempo de exposição do profissional é curto, não oferecendo tantos riscos;

O alto nível de ruído das ferramentas do grupo 5, o grupo de corte por vibração, podem ser contornados com a substituição do motor atual por um menor com as mesmas especificações técnicas, além de carcaça projetada a fim de isolar o ruído proveniente do motor.

3.8 BRIEFING DE PROJETO

A partir das visitas e entrevistas realizadas, pôde-se delimitar um *briefing* para reunir as informações que procuram nortear e selecionar o caminho do desenvolvimento do produto como os objetivos básicos do projeto, sua necessidade, o porquê de ser realizado no presente e quais são os resultados esperados (PHILLIPS, 2007, p. 20).

O objetivo básico consiste em desenvolver um produto que permita a retirada de gesso ortopédico facilitando o trabalho dos médicos e técnicos em imobilização, além de tornar o procedimento mais agradável para os pacientes que precisam desse tipo de assistência.

As necessidades apontadas funcionaram como pontos-chave para o desenvolvimento da proposta: a questão da segurança durante o uso; tornar os pontos fracos identificados na tecnologia atual passíveis de melhorias ou novas soluções; explorar os aspectos formais e estéticos a fim de tornar a ferramenta mais agradável aos públicos beneficiários; pesquisar materiais e tecnologias que possam ser empregadas, e por fim, analisar a viabilidade de produção.

Pretendeu-se, após a definição das características funcionais da nova ferramenta, definir uma concepção de estilo, que pode ser estabelecida e derivada dos aspectos semânticos e simbólicos do produto.

O nicho a ser atingido corresponde aos hospitais públicos ou privados, clínicas e ambulatórios que possuem alas de Ortopedia e Traumatologia, a princípio da região de Curitiba, que realizam o procedimento de retirada de gesso.

A relevância do desenvolvimento do projeto no presente deve-se a alta incidência de fraturas, que foi confirmada no tópico 1.1 Justificativa, além da constatação, por meio das entrevistas, de que o equipamento desencadeia apreensão no momento do procedimento devido, principalmente, a sua aparência e ruído emitido.

No tocante ao resultado mercadológico esperado, tem-se como objetivo que o produto possa satisfazer as necessidades do nicho estabelecido, em âmbito nacional, e até mesmo internacional, uma vez que trata-se de um produto amplamente utilizado.

Com relação à viabilidade de produção espera-se que o produto possa ser produzido industrialmente com tecnologias atuais e de fácil acesso, permitindo que possa estabelecer-se no mercado em um curto período de tempo.

A este projeto cabe o desenvolvimento até fase de seleção de alternativa, representação por meio de modelagem 3D e geração de modelo volumétrico final. As avaliações de *feedback* em hospitais, ajustes, projeto de execução e fabricação são etapas posteriores, pois implicam em estudos mais aprofundados e transdisciplinares que demandariam um tempo incabível à realidade atual do projeto.

3.9 CONCEITO

Partindo dos resultados obtidos por meio da pesquisa com referencial teórico, observação do procedimento e aplicação de pesquisa direcionada aos públicos beneficiários direto e indireto, análises e testes com a serra de gesso atualmente utilizada, foi possível identificar uma série de aspectos da ferramenta, que abrem caminhos à intervenção de design. Como já citado anteriormente, o objetivo principal da existência de um produto que permita a retirada de gesso ortopédico é facilitar o

trabalho e dia-a-dia dos médicos e técnicos que a manipulam, além de tornar o procedimento menos incômodo aos pacientes que precisam desse tipo de assistência.

O projeto teve como foco principal a aplicação dos conceitos de design, utilizando a majoritariamente a metodologia projetual de Löbach, a fim de agregar valor a um produto já existente no mercado, disponível nacional e internacionalmente. Foram considerados os conceitos relevantes ao produto e seu uso, buscou-se aprofundar as funções estética e simbólica, além do aumento da probabilidade de aceitação afetiva positiva pelo público.

A concepção do novo produto seguiu alguns princípios como: o design emocional, que prega que o designer sempre deve buscar agradar os sentidos humanos como a visão, audição e tato, a fim de deixar os usuários em um estado de afeto positivo, permitindo uma experiência mais agradável; a ergonomia e hedonomia, que juntas buscam assegurar o prazer aos usuários através de produtos de design considerando o ambiente em que estão inseridos e sua faixa etária, primeiramente entendendo os usuários, suas reais necessidades e desejos e buscando satisfazê-los plenamente; e por fim, alguns conceitos de biomecânica relacionados à ergonomia que definem posições de punho adequadas para a tarefa e também alguns critérios físicos a considerar na construção de equipamentos e ferramentas.

A análise das pesquisas com médicos e pacientes foram essenciais para a definição do conceito. Assim como a análise das ferramentas de corte, onde foi possível comparar as diversas formas de corte e concluir quais as melhores e mais adequadas para a função de partir o gesso.

Após todas as análises, foi decidido manter o princípio de corte da ferramenta atual, pois não oferece maiores riscos além de se apresentar como a forma mais segura tanto para o médico manipulador da máquina quanto para o paciente, e também porque foi considerado nas pesquisas como um ponto positivo a sua eficiência, se comparada às outras maneiras de retirada (cisalha ou imersão em água).

Na estruturação e nas especificações do projeto, levaram-se em consideração questões relacionadas às necessidades do uso no hospital, como a higienização e a segurança do produto. Também foi considerada a manutenção do produto visto que a lâmina deve ser regularmente trocada, para melhor

desempenho. Buscou-se o desenvolvimento de peças que facilmente possam ser substituídas, sem ser necessária a troca de todo o conjunto.

Ao fim do projeto pretendeu-se sumariamente contribuir para um relacionamento mais qualitativo e dinâmico do médico com o paciente, propiciando assim uma experiência agradável e também eficaz para ambos os envolvidos.

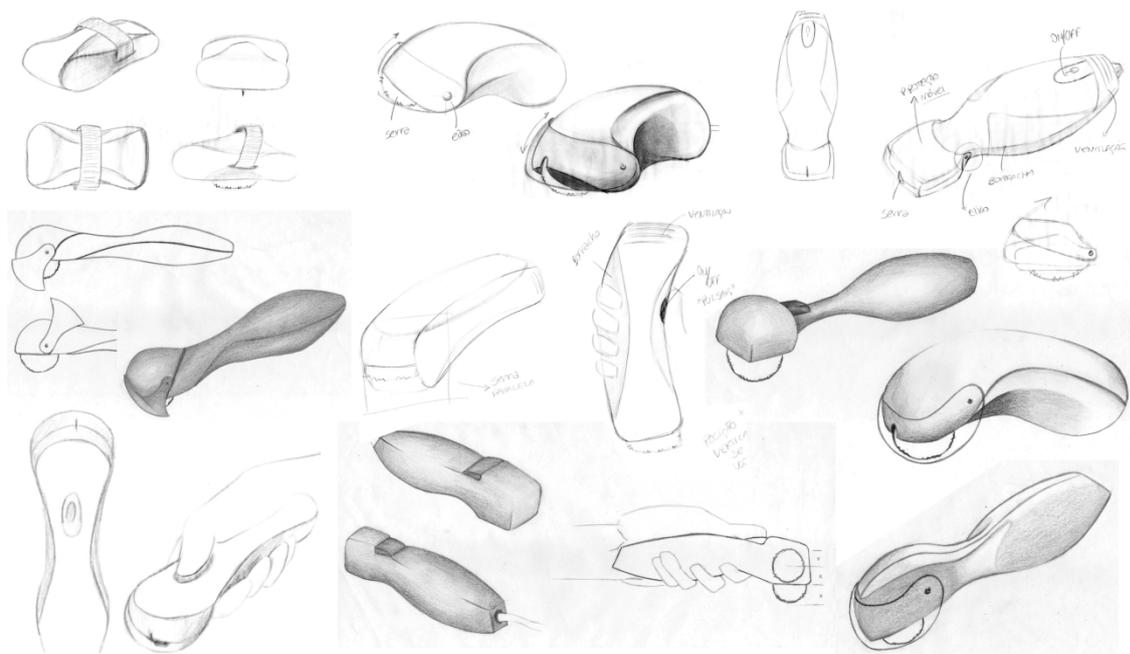


Figura 28 – Geração de alternativas (Parte 2)
Fonte: Autoria própria

E por fim, a terceira parte conta com alternativas bem refinadas, preocupação com proporções e perspectivas e vetorizadas.

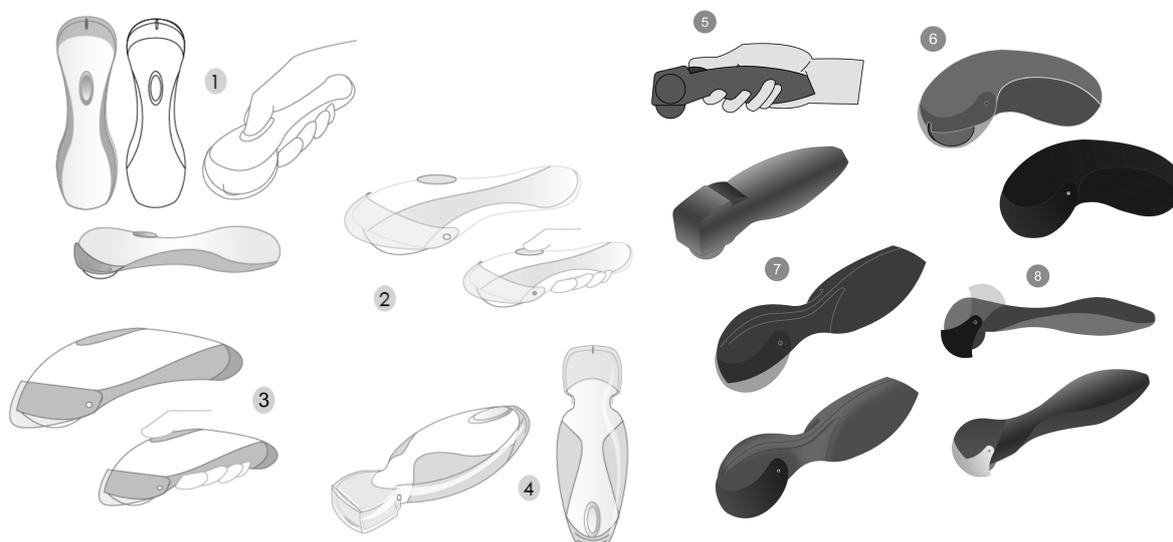


Figura 29 – Geração de alternativas (Parte 3)
Fonte: Autoria própria

4.1 PRÉ SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS

Na terceira parte da geração foram seleccionadas as alternativas 1 e 8 para redesenhadas juntando aspectos das duas em uma só alternativa. Assim como no caso das alternativas 2 e 7. As alternativas foram seleccionadas em conjunto por apresentarem grande semelhança formal.

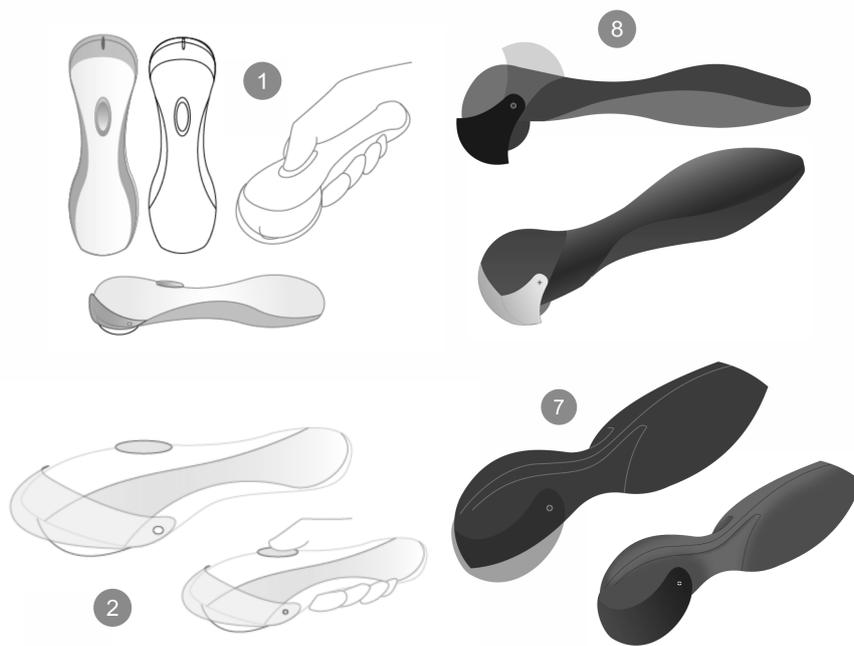


Figura 30 – Seleção de alternativas
Fonte: Autoria própria

Ao fim desta fase obteu-se duas alternativas (Figura 30) para o desenvolvimento do *mock up*, que foi submetido aos testes de pega dos médicos, que representam o público alvo beneficiário indireto deste projeto.

4.2 DADOS ANTROPOMÉTRICOS DO PÚBLICO BENEFICIÁRIO INDIRETO

Na produção de novos produtos é sempre importante considerar a ergonomia como um princípio a ser seguido, a fim de tornar o produto mais confortável para

utilização das pessoas. Sendo assim, detectou-se a importância de especificar as medidas do produto com base em dados antropométricos confiáveis.

Segundo Lida (2005) este projeto se enquadra no princípio para a aplicação de medidas antropométricas, que corresponde ao dimensionamento para determinada faixa da população. De acordo com o autor, alguns produtos são fabricados em diversos tamanhos, de modo que cada um acomode uma determinada parcela da população. Embora as medidas da população obedeam a distribuições contínuas, há uma série de produtos que são fabricados em tamanhos únicos, ou seja, em um tamanho médio que acomode determinada faixa da população, para tentar aumentar o conforto e, ao mesmo tempo, não aumentar demasiadamente os custos de fabricação.

A Figura 31, a seguir demonstra quais são as medidas funcionais, relacionadas a execução de uma tarefa, tendo enfoque no uso das mãos para a realização de diversos movimentos.

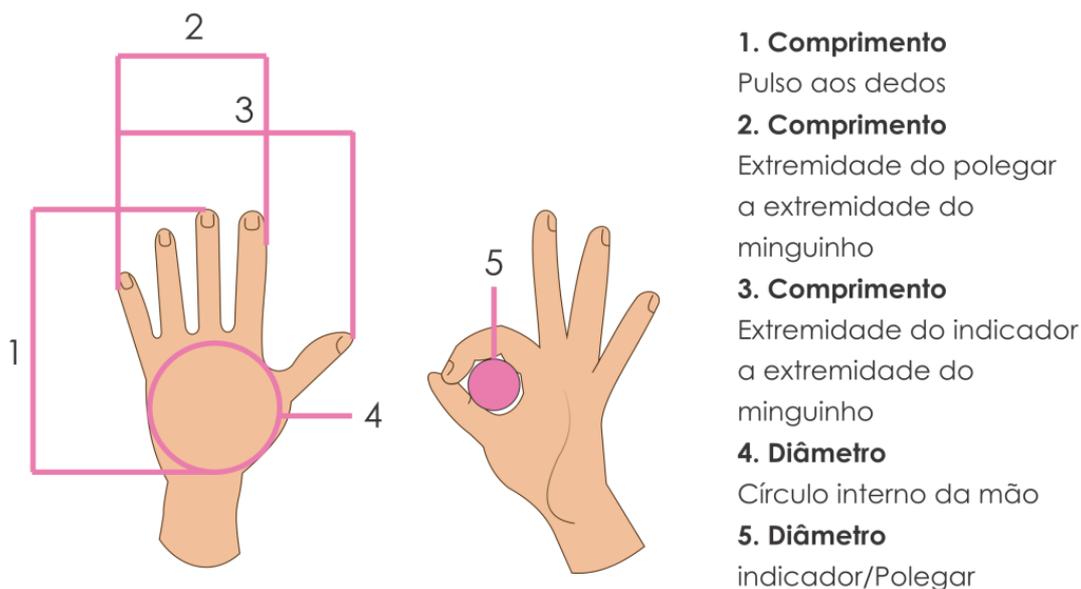


Figura 31 – Dimensionamento antropométrico das mãos
Fonte: Autoria própria baseada em Lida, 1997, p.118

No caso de produtos que exigem poucos movimentos podem ser usados os dados da antropometria estática.

A tabela de medidas antropométricas mais completa que se conhece é a norma alemã DIN 33402 de junho de 1981, extraída do livro Ergonomia de Itiro Lida, apresentada na tabela 7:

Tabela 7 – Medidas de antropometria estática, resumidas da norma alemã DIN 33402 de 1981

	Mulheres			Homens		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Comprimento da mão	15,9	17,4	19	17	18,6	20,1
Largura da mão	8,2	9,2	10,1	9,8	10,7	11,6
Comprimento da palma da mão	9,1	10	10,8	10,1	10,9	11,7
Largura da palma da mão	7,2	8	8,5	7,8	8,5	9,3
Circunferência da palma	17,6	19,2	20,7	19,5	21	22,9
Circunferência do pulso	14,6	16	17,7	16,1	17,6	18,9
Cilindro de pega máxima (diâmetro)	10,8	13	15,7	11,1	13,8	15,5

Fonte: IIDA (2005, p.117)

Ela é expressa na forma de percentis, que, segundo Pires (2001), é um índice que divide a série de valores em 100 partes iguais, ele mostra a frequência (número de casos) para cada variável antropométrica, indicando a porcentagem de indivíduos que possuem uma medida antropométrica de determinado valor ou menor que este valor. O décimo percentil, excede 10% dos dados e é excedido por 90% das observações, a mediana é o percentil 50%. Ou seja, o x percentil significa que x% das pessoas do levantamento antropométrico tem medidas inferiores ou iguais a este valor e que 100-x% possuem medidas superiores a este valor.

Segundo a pesquisa Demografia Médica no Brasil, divulgada pelo Conselho Federal de Medicina (CFM) e o Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo (CREMESP), os homens estão em maior número entre os profissionais em atividade médica. Dos 351.779 médicos ativos no país, 206.639 são do sexo masculino (58,7%) e 145.140 são do feminino (41,2%). O ramo da Ortopedia, apesar de sua aparelhagem se apresentar cada vez mais delicada e sofisticada, ainda é visto como dependente de força física, o que talvez afaste as possíveis candidatas, embora o número de mulheres ortopedistas tenha aumentado nos últimos anos. A tabela 8 foi extraída de um artigo publicado pela Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões que evidencia a predominância de profissionais do sexo masculino na área em questão:

Tabela 8 – Distribuição de participantes nas diferentes sociedades cirúrgicas brasileiras

	Homens	Mulheres
Pediátrica	49,42%	50,58%
Plástica	73,93%	26,07%
Coloproctologia	74,10%	25,80%

Cirurgia Geral (CBC)	87,48%	12,52%
Cirurgia Torácica	92,93%	7,07%
Neurocirurgia	94,59%	5,41%
Ortopedia	96,03%	3,97%
Cirurgia Cardiovascular	96,16%	3,84%

Fonte: CREMESP

Estas informações em conjunto com a tabela de medidas antropométricas possibilitam a definição de medidas básicas do produto como a circunferência de pega, e o tamanho do produto total, com base nas medidas de comprimento e largura da mão, circunferência da palma e cilindro de pega. Observando a tabela da norma alemã, na coluna dos homens, os valores de circunferência de pega máxima ficam entre 11,1cm e 15,5cm, é importante considerar estes valores no desenvolvimento do produto, para que a pega seja confortável durante toda a utilização dele. Transformando estes valores de circunferência, teremos como medidas ideais as de raio entre 1,7cm e 2,4cm, diâmetro entre 3,4cm e 4,8cm.

Tendo em vista que a maior parte da pega ficará na parte posterior da ferramenta, as medidas da largura da mão e circunferência da palma são dados importantes para o desenvolvimento das medidas desta parte da ferramenta. Os valores a serem considerados ficam entre 7,8cm e 9,3cm, a largura da mão e circunferência da palma entre 19,5cm e 22,9cm, em diâmetro, 6,2cm e 7,2cm.

4.3 DESENVOLVIMENTO DE *MOCK UP*

Tendo alcançado uma solução de design, é necessário verificar se esta atende os objetivos propostos inicialmente (BAXTER, 1998). Para isso, é necessário construir modelos que auxiliem na visualização do novo produto. Quando o objetivo é o estudo da forma global do produto, deve-se construir um modelo simples, com materiais alternativos. Segundo Baxter (1998) estes modelos construídos com materiais diferentes do produto final são chamados de *mock ups*. O desenvolvimento do *mock up* teve como objetivo a avaliação da pega e adequação de dimensões, por parte dos usuários (médicos).

Foram construídos com isopor a fim de atender os requisitos descritos no projeto e estão apresentados nas Figuras 10 e 11 abaixo.



Fotografia 10 – Mock up A
Fonte: Autoria própria



Fotografia 11 – Mock up B
Fonte: Autoria própria

4.4 AVALIAÇÃO DO PÚBLICO BENEFICIÁRIO INDIRETO

A avaliação dos *mock-ups* junto ao público beneficiário indireto, realizada em uma clinica de Ortopedia de Curitiba, proporcionou observações importantes do ponto de vista formal da proposta do produto. A avaliação das dimensões físicas pelo profissional da área foi de um modo geral construtiva, pois apontou alterações necessárias a serem feitas para a produção do modelo final. Foi observado por ele que a forma do modelo A se encontrava robusta e que o encaixe da mão não estava tão confortável devido ao tamanho da parte dianteira do produto, porém a angulação na região em que se encontra o disco de serra era interessante. Sobre o modelo B,

foi apontada uma curvatura para baixo que dificultaria o procedimento, bem como o tamanho da parte dianteira que também não era satisfatório.

Concluiu-se que seriam necessários novos estudos para melhorar a forma pretendida.



Fotografia 12 – Avaliação do público beneficiário
Fonte: Autoria própria

4.5 ALTERNATIVA SELECIONADA E APRIMORAMENTOS

O *mock up* que serviu de base para as melhorias foi o modelo A, e a partir dele foram realizados estudos focados no aprimoramento de sua configuração formal, considerando todos os pontos apontados pela avaliação do médico. Para isso, um terceiro *mock up*, apresentado na fotografia 13, foi desenvolvido por meio da técnica de empilhamento de papel, uma vez que, aos poucos pode-se chegar nas espessuras ideais até a configuração final. O resultado foi muito satisfatório e o seu desenvolvimento possibilitou explorar as características volumétricas do produto com maior precisão.



Fotografia 13 – Mock up aprimorado
Fonte: Autoria própria

O aspecto formal do *mock up* levou em conta as definições de Oliveira (2011), sobre Manejo antropomorfo ou anatômico, pois apresenta superfície irregular, conformando-se com a anatomia do usuário, desta forma, transmite maior força. Esse tipo de desenho é indicado para tarefas de curta duração, com pouca variação de postura e pequena variação do público-alvo.

5 PRODUTO FINAL

Neste tópico estão apresentados todas as etapas referentes a construção do produto final, incluindo modelagem 3D, especificações técnicas, e modelo volumétrico final.

5.1 MODELAGEM 3D

A partir dos aprimoramentos da alternativa escolhida e das definições de medidas obtidas após as pesquisas antropométricas, foi possível iniciar a modelagem 3D do produto como mostra a figura 32.

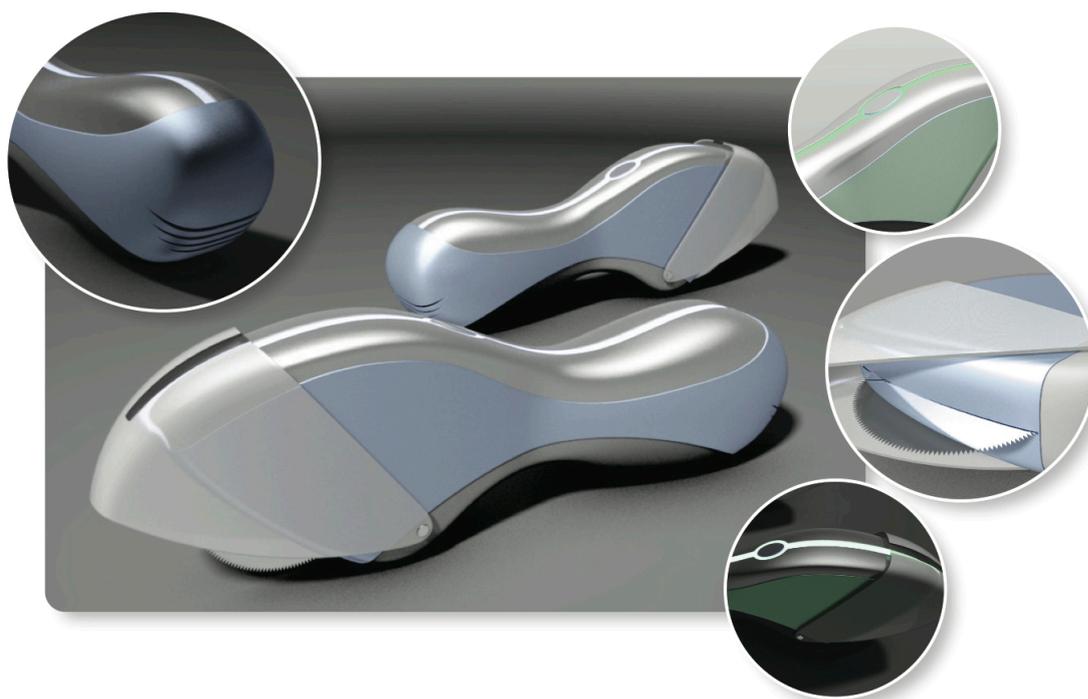


Figura 32 – Modelagem 3D
Fonte: Aatoria própria

5.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações técnicas são as características do produto relacionadas ao material utilizado, desenho técnico do conjunto e dos componentes, sistemas de encaixes da carcaça, detalhamento do processo de fabricação e por fim, as estimativas de custos.

5.2.1 Materiais

Ao falar dos materiais que o produto pode ser constituído se fez necessária a divisão entre a parte externa e interna que inclui o motor e a iluminação de LED. Na parte externa serão descritos o polímero que constitui a carcaça, a borracha que possui a função de aumentar a aderência entre a mão do manipulador e o equipamento e a viseira de proteção da lâmina. Na parte interna, o motor e o material destinado a isolar acusticamente e/ou absorver o som proveniente.

5.2.1.1 Parte externa

Segundo Ferrante (2010), o designer deve ter a habilidade de aproveitar as propriedades favoráveis dos materiais e corrigir suas deficiências por meio do design, a fim de estabelecer a forma mais conveniente sob os aspectos estéticos, funcional e estrutural, ou por meio da escolha do processo de fabricação.

O design pode ser descrito como a tentativa de alcançar um objetivo ou um produto ideal usando os meios, materiais e técnicas disponíveis. A seleção dos materiais está diretamente relacionada ao *briefing*, ao desempenho do produto, os custos propostos e as necessidades do usuário (RODGERS, 2011).

Para Rodgers (2011), vários fatores devem ser considerados no momento da escolha dos materiais, por exemplo, o que o produto ou componente tem que fazer, a identidade do ambiente em que ele tem que funcionar, e como ele deve parecer e ser sentido-percebido. Esta lista de qualidades desejáveis podem selecionar uma variedade de materiais, mas ao levar em conta as formas a serem produzidas e as

tolerâncias (precisão de fabricação) necessárias para a montagem, é possível identificar materiais potenciais e processos para a fabricação do produto.

5.2.1.1.1 Carcaça e Viseira

Ferrante (2010, p. 3) afirma que “o grau de liberdade que o designer tem com respeito ao material depende do tipo de produto e nicho de mercado ao qual ele se destina”. Tendo em vista que os equipamentos inseridos no ambiente hospitalar possuem algumas particularidades, como por exemplo a capacidade de sofrer esterilização e a compatibilidade com fluidos e tecidos humanos (AZEVEDO, 2011), buscou-se a utilização de um material de alta resistência e fácil manutenção.

Segundo Azevedo (2011) cerca de 45% de todos os produtos utilizados no segmento médico são feitos de polímeros, devido as grandes vantagens que os polímeros oferecem, como liberdade de desenho e alta resistência mecânica.

O policarbonato (PC), termoplástico com maior resistência ao impacto, se destacou no trabalho de Azevedo (2011), por apresentar alta resistência térmica, mecânica e química, além da capacidade de ser esterilizado. O material resiste bem a temperaturas de até 120° C, porém já foi registrado um PC que suporta até 200° C.

O PC tem como propriedades a excelente resistência mecânica, principalmente ao impacto, estabilidade térmica e dimensional, é um excelente isolante elétrico e tem baixa absorção de água. Por ser um termoplástico, esse material permite a conformação de curvas ou outros formatos, sem nenhuma emenda (LIMA, 2006). Pode ser fundido diversas vezes, alguns podem até dissolver-se em vários solventes. Logo, sua reciclagem é possível, característica bastante desejável atualmente. Sob temperatura ambiente, podem ser maleáveis, rígidos ou mesmo frágeis.

Considerando os materiais citados e as particularidades de equipamentos médicos, o PC apresenta-se como o material ideal para a constituição do equipamento, tanto a carcaça quanto a viseira de proteção de serra, com as propriedades que melhor correspondem aos requisitos de projeto: resistência a altas temperaturas, ao impacto, e por fim, fácil manutenção .

Uma das propriedades do policarbonato é sua cristalinidade e transparência, como já visto no tópico acima. Em pesquisa buscou-se algumas alternativas de materiais que possam proporcionar um acabamento sobre a superfície do PC. Uma tinta aplicável ao Policarbonato é a tinta UV. De boa flexibilidade apresenta alta velocidade de cura, bom nivelamento, ótima aderência, boa cobertura, alta resistência química e mecânica, além de apresentar acabamento semi-brilho (SATURNO, 2012). Esta é uma sugestão passível de mudança de acordo com as necessidades, tecnologias e materiais existentes no processo de produção industrial.

5.2.1.1.2 Borracha inferior

Outro material que será aplicado na carcaça será a borracha, e ela terá a função de conceder maior aderência entre a mão do médico e a ferramenta. Borrachas e elastômeros são materiais que após serem estirados retornam a sua forma original (LESKO, 2004), a diferença entre elas é baseada no tempo necessário para que a amostra retorne à sua forma original. Existe uma variedade de borrachas e elastômeros de possível aplicação neste cenário.

Os elastômeros tem a vantagem de poderem ser moldados ou extrudados em equipamentos de processamento de plásticos. O tempo de compressão e moldagem é consideravelmente mais curto que o da borracha. Outra vantagem é que os elastômeros incluem baixos custos de energia para o processamento e também a possibilidade de reciclagem do refugo. (LESKO, 2004)

Tendo em vista os requisitos do produto e também o principal objetivo da aplicação deste material (aderência), os elastômeros se apresentam como uma boa alternativa de aplicação ao produto. No livro “Como se faz” de Chris Lefteri, o processo de moldagem com inserto apresenta um produto com a aplicação de elastômeros termoplásticos em diversas camadas, sendo a última delas, uma camada texturizada que dá atrito ao material. O produto é uma chave de fenda Stanley, como mostra a Figura 31.



Figura 33 – Chave de fenda Stanley DynaGrid Pro
Fonte: LEFTERI (2009, p.185)

O cabo da ferramenta é feito em quatro camadas: a primeira é um nylon (azul), a segunda e terceira são polipropilenos com cores diferentes (preta e amarela) e a quarta é formada por um elastômero termoplástico (preta texturizada) que confere atrito á ferramenta.

No caso do novo produto de retirada de gesso, a área da borracha será feita em duas camadas, primeiro, o polipropileno liso, que possui as seguintes características: baixo custo; elevada resistência química e a solventes; fácil moldagem; fácil coloração; boa resistência ao impacto; e boa estabilidade térmica (LESKO, 2004). E em seguida o elastômero termoplástico texturizado, como o forprene, forflex, sofprene, laprene, linhas de TPEs da empresa SofterBra, que aceitam processos de injeção, extrusão e sopro, são atóxicos, translúcidos, absorvem impacto e altas temperaturas. A borracha irá conferir atrito entre a ferramenta e o manipulador, critério importante citado no item 4.6 CONSIDERAÇÕES DE ACORDO COM A BIOMECÂNICA relacionado às características físicas de uma ferramenta com função ergonômica e funcional.

5.2.1.2 Parte Interna

A parte interna, como já citado anteriormente, consiste no material responsável pela atenuação sonora do ruído do motor e na aplicação da iluminação de LED no produto final.

5.2.1.2.1 Atenuação sonora

Sabe-se que qualquer superfície ao vibrar emite ondas de pressão, que são captadas pelo ouvido e processadas pelo cérebro como impressão sonora (SOUZA, 2012). É constante a velocidade das ondas na atmosfera, portanto, os fatores variáveis são o número de ondas e a frequência das ondas, que dependem sempre do comprimento da mesma. Quando as ondas tem pequeno comprimento a frequência será alta e assim, o som agudo. O contrário também é válido, quando as ondas tem maior comprimento, a frequência é baixa e o som se torna grave. Há uma grande variedade de situações nas quais interessa a atenuação sonora. Ultimamente a absorção sonora vem recebendo mais atenção na indústria automobilística (revestimento do compartimento do motor), engenharia civil (pisos e paredes), e utilidades domésticas. O fator de perda “N” é a propriedade de medição da capacidade do material de atenuar vibrações. Quanto mais alto seu valor, mais o material absorve vibrações e, conseqüentemente, ruído.

Isolamento acústico, segundo SOUZA (2012, p. 19), “é o processo pelo qual se objetiva impedir a transmissão sonora de um ambiente para o outro, eliminando os ruídos prejudiciais à saúde”. Esta transmissão ocorre através do meio aéreo (energia sonora é transmitida pelo ar) ou por meio sólido (energia transmitida pela estrutura). Normalmente, no caso do meio sólido, são utilizados materiais pesados, que apresentam grande massa molecular que impede que o som passe de um ambiente para o outro.

Já a absorção acústica, segundo SOUZA (2012, p.19), se refere ao fenômeno que minimiza a reflexão das ondas sonoras num mesmo ambiente, ou seja, diminui ou elimina o nível de reverberação (variação do eco) num mesmo ambiente. Nestes casos o objetivo é diminuir os níveis de pressão sonora do ambiente e assim melhorar o nível de inteligibilidade. Estes são materiais leves (baixa densidade), fibrosos ou de poros abertos, ao contrário dos materiais de isolamento.

A Tabela 9 apresenta diversos materiais e sua qualificação quanto a qualidade acústica:

Tabela 9 – Qualificação quanto a qualidade acústica

Material	Absorvedor Acústico					Isolante Acústico				
	Ótimo	Bom	Reg.	Ruim	Não é	Ótimo	Bom	Reg.	Ruim	Não é

Espuma (células fechadas)		X				X
Espuma (células abertas)	X					X
Vácuo			X	X		
Lã mineral/fibra cerâmica		X				X
Isopor			X			
Sonex com chumbo	X					X
Cerâmica Porosa		X				X
Madeira			X			X
Vidro				X	X	
Concreto				X	X	
Gesso				X	X	
Ferro				X	X	
Chumbo				X	X	
Alumínio				X		X
Plástico maciço				X		X
Caixa de ovo			X			X
Borracha				X		X

Fonte: SOUZA, 2012, p. 20.

No caso do motor do equipamento ambos os princípios, isolamento e absorção acústica, são válidos para que o ruído do motor seja reduzido.

Analisando a tabela é possível perceber que no quesito do isolamento acústico os materiais com desempenho ótimo ou bom não tem como serem aplicados neste contexto, como por exemplo, vácuo, concreto, tijolo ou chumbo, no caso de alguns deles por causa de seu peso. Já no quesito da absorção acústica os materiais com desempenho ótimo, espuma (células abertas) e sonex com chumbo, são ótimas opções para impedir que o ruído do motor seja alto demais. Ambas possuem peso reduzido e flexibilidade.

Outra alternativa encontrada foi dispor o botão de liga/desliga próximo ao local onde fica o polegar do manipulador na área de pega, assim pode-se controlar o funcionamento do produto, ligando-o apenas no momento do corte, uma vez que, como descrito na análise da atividade, o corte do aparelho gessado não é realizado de maneira contínua.

5.2.1.2.2 Iluminação de LED

Visto que foi desenvolvida uma viseira protetora no produto com a finalidade de não expor a visão do disco de serra ao paciente, fez-se necessária, para permitir a noção médico, uma indicação de onde está a lâmina na hora de realizar o procedimento. Desta forma, foi decidido sinalizar na parte superior da carcaça o direcionamento da lâmina por meio de uma linha iluminada.

Para produção desta linha será utilizada a tecnologia de iluminação por meio de LED, como mostra a figura 34. Segundo o *site* Sonelux, LED é um semicondutor que quando submetido à energia elétrica, emite radiação sob a forma de luz. Este tipo de iluminação foi considerado viável, pois compreende aspectos os aspectos de longa vida útil e reduzidos custos de manutenção, critérios adequados neste contexto, visto que não será possível manutenção frequente deste quesito no produto.

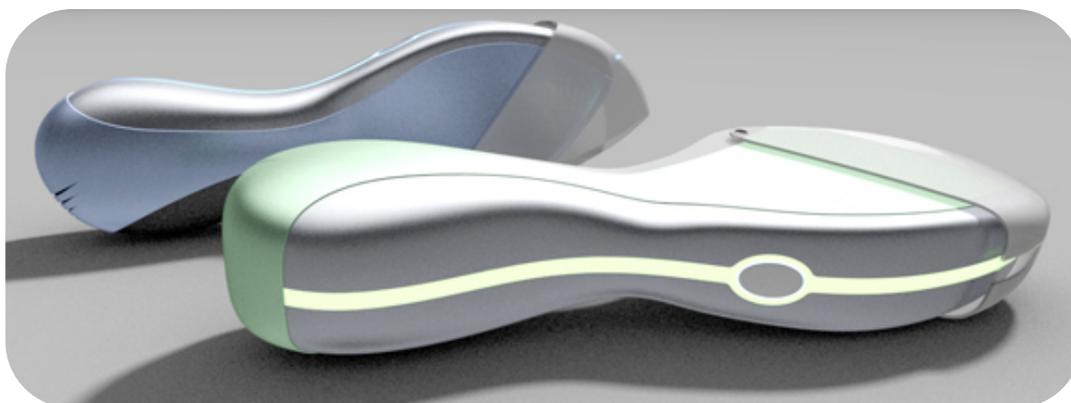


Figura 34 – Detalhe da linha de LED
Fonte: Autoria própria

5.2.2 Processos de fabricação

Hoje em dia existem inúmeros processos de conformação de resinas, a mais comum é no estado líquido, que ocorre quando a resina é aquecida, se tornando viscosa, e se comportando como líquida devido a alta pressão que é submetida. Há duas formas de conformar os termoplásticos, por molde aberto e fechado. No caso

do molde aberto, os processos são: conformação a vácuo e por pressão. No molde fechado: rotomoldagem, moldagem soprada por injeção ou extrusão, moldagem com atmosfera controlada, por injeção com pressão regulada, por injeção com baixa pressão e por fim, apenas por injeção. Todas as formas citadas permitem bom acabamento e detalhes, algumas variam o brilho, e algumas necessitam pintura posterior. (LESKO, 2004)

Devido ao fato de que a carcaça deverá ser produzida de forma bipartida, para que seja possível a inclusão do motor e lâmina posteriormente, o processo mais adequado para a moldagem é o de injeção.

O processo de fabricação por meio da injeção possibilita que as peças tenham total liberdade de design e, segundo Lesko (2004) é o processo mais utilizado no design de produtos. É um processo de alto custo, com moldes feitos de aço, mas permite alta taxa de produtividade, e não necessitam de nenhum ou pouco acabamento posterior. Neste processo, a resina é fundida em um vagão e injetada na cavidade do molde.

Neste processo, é necessário respeitar alguns conceitos técnicos específicos, a fim de desenvolver um projeto viável de ser produzido. Considerando-se que o molde é a ferramenta que dará as dimensões e a forma do produto, faz-se necessário um estudo criterioso das dimensões das cavidades, levando em consideração a contração do material a ser utilizado (HARADA, 2004, p. 66).

No caso da aplicação da borracha no produto, o processo seria o de moldagem com inserto, que consiste em “combinar plásticos diferentes no curso de um único processo de manufatura” (LEFTERI, 2009, p.185). A injeção é o elemento dominante neste método de manufatura. Existe duas formas de realizar a moldagem com Inserto. Primeiro, pela Transferência Rotativa, onde dois materiais são injetados na mesma cavidade de moldar com o molde sendo rotacionado, semelhante a rotomoldagem. O segundo método é o da Transferência por Robô, onde são utilizados dois moldes, no primeiro o componente principal é produzido, e no segundo o outro material é adicionado. A Figura 35 abaixo mostra como é realizado o método de Transferência por Robô.

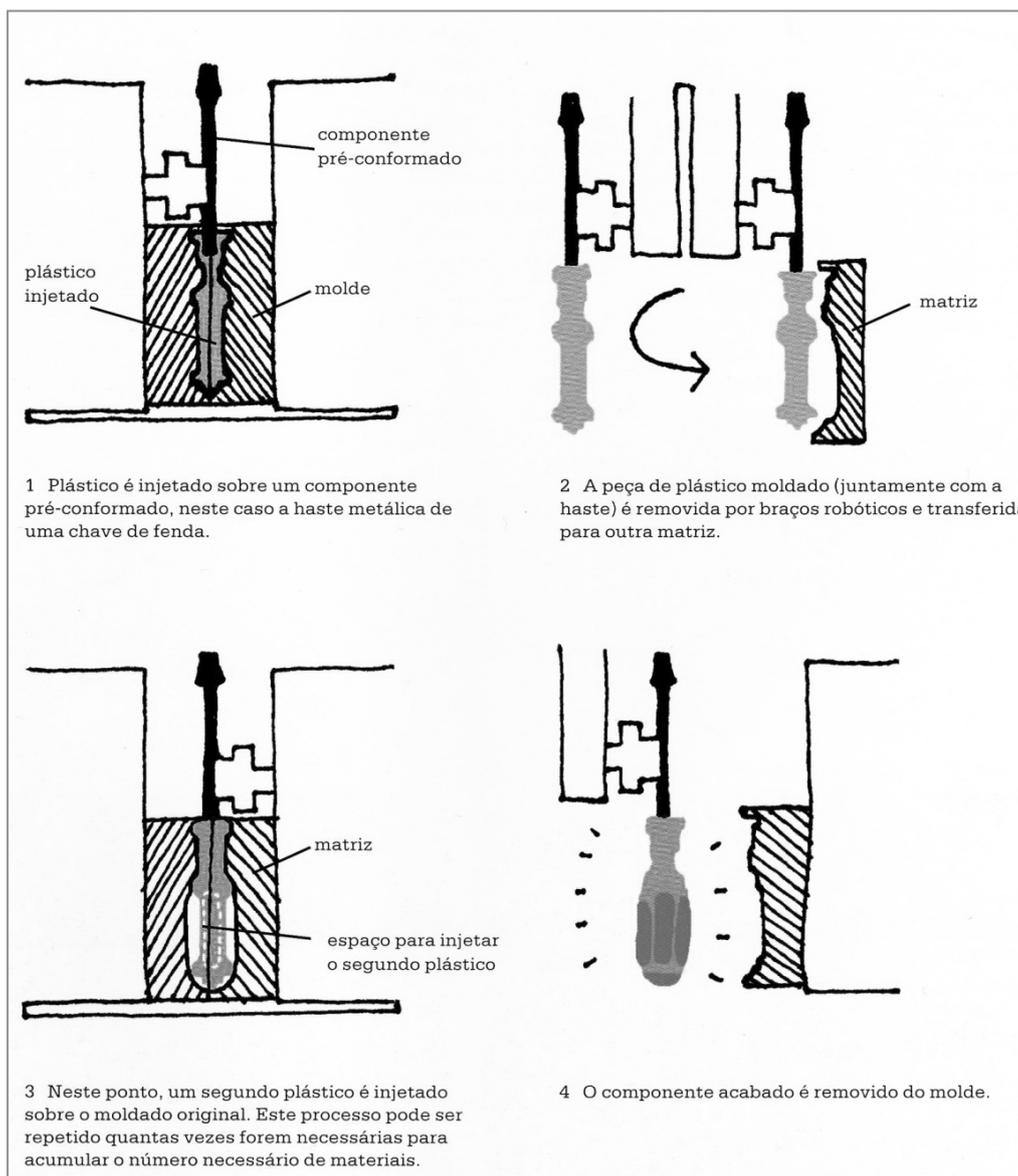


Figura 35 – Modelagem por Inserto, método de Transferência por Robô
Fonte: LEFTERI (2009, p. 186)

É o caso da chave de fenda apresentada no tópico 5.2.1.1.2 Borracha inferior, o componente principal é a borracha lisa, e o secundário é a borracha texturizada do produto, criada pelo segundo molde.

O processo ideal seria o de Transferência por Robô, que tem como pontos fortes, segundo Lefteri (2009) a grande variedade de possibilidades de aplicação de propriedades físicas e tácteis no componente e o custo mais baixo de mão de obra visto que não necessita montagem. A Figura 36 apresenta algumas características deste processo:



i

Volumes de produção
Processo para elevado volume de produção, tipicamente acima de 100 mil unidades.

Custo unitário versus capital investido
Um processo econômico quando comparado com a montagem manual dos componentes de materiais diferentes.

Velocidade
Depende do produto. Produtos de paredes finas esfriam muito rapidamente, mas o tipo de plástico e projeto global do componente são fatores importantes.

Superfície
Depende do processo de moldagem usado, mas é comparável à Injeção (p. 178), mas, na Moldagem com Inserto, o material da superfície pode ser introduzido para melhorar o acabamento, por exemplo, da superfície rugosa de atrito no cabo da escova de dente.

Tipos/complexidade de formas
Uma vez que este tipo de Moldagem com Inserto é baseado na Injeção, as mesmas possibilidades e restrições são aplicáveis, embora a forma do inserto em si será parcialmente ditar as formas obtíveis.

Tamanho
É possível obter produtos cujos tamanhos variam grandemente dependendo do tipo de Injeção que é usada.

Tolerâncias
Podem ser muito precisas, porque na moldagem por injeção é possível obter tolerâncias de $\pm 0,1$ milímetro.

Materiais relevantes
Qualquer combinação de materiais, inclusive polímeros termoplásticos e termofixos. Dependendo da combinação de materiais, camadas diferentes podem-se colar quimicamente em graus variáveis. Entretanto, elastômeros termoplásticos (TPEs) e termofixos, por exemplo, geralmente não se unem quimicamente.

Produtos mais comuns
Uma das principais características ao combinar materiais diferentes é que você é capaz de juntar funções múltiplas em um único componente. Por exemplo, é possível ter juntas móveis e detalhes decorativos sobre um núcleo flexível, ainda que forte, sem os custos adicionais de montagem. Produtos mais comuns que são feitos por este processo incluem escovas de dente, chaves de fenda, barbeadores e carcaças (de, por exemplo, ferramentas elétricas manuais com cabos de borracha).

Métodos similares
Decoração no Molde (p. 188)

Informação adicional
www.engel.info
www.bpf.co.uk
www.mcktechnie.co.uk

Figura 36 – Característica da Modelagem por Inserto
Fonte: LEFTERI (2009, p. 187)

5.2.3 Motor

As especificações do motor atual, segundo o fabricante, são: motor do tipo universal com rotação/oscilação de 18000 rpm/opm, potência de 180 watts, 60 hertz, Voltagem de 110 ou 220v, com amperagem de 0,5.

O funcionamento do motor foi descrito anteriormente no tópico 3.4.3 Funcionamento mecânico da serra de gesso, porém vale salientar que, segundo instruções do Professor Doutor José Aguiomar Foggiatto, pesquisador no Núcleo de Prototipagem e Ferramental (NUFER) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, é viável o uso de um motor que apresente menores proporções, quantidade

reduzida de rotações por minuto (rpm) e ainda eficiente mesmo com potência mais baixa, sendo assim mais silencioso, uma vez que o motor atual apresenta as configurações descritas acima porque não serve somente para a remoção de gesso, é utilizado também para cortar ossos em autópsias, o que leva a conclusão de que se o produto apresentar apenas a intenção de cortar o gesso, não precisa ser tão robusto.

Um teste foi realizado para descobrir se a alteração do sentido do disco de serra em relação ao eixo do motor causaria menor rendimento de corte. O estudo empírico foi realizado com um motor a pilha, acoplado a um eixo de madeira que prendia pela extremidade o disco de serra, os elementos estão dispostos nas fotografias 14 e 15 abaixo:



Fotografia 14 – Testes de funcionamento do mecanismo

Fonte: Autoria própria



Fotografia 15 – Testes de funcionamento do mecanismo

Fonte: Autoria própria

Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois não apontaram problemas significativos sobre a escolha de alterar a posição da serra.

5.2.4 Desenho Técnico

As medidas do produto foram definidas a partir da pesquisa de dados antropométricos citada anteriormente. O tamanho total do produto ficou com 23,5cm e o diâmetro da pega ficou com 2,6cm, estando ambos os tamanhos de acordo com as medidas propostas pela tabela de norma alemã apresentada por IIDA (1997). Os desenhos completos da carcaça e da viseira estão no Apêndice C.

5.2.5 Escolha cromática

A cor empregada no produto segue o princípio de que “a cor não deve ser um fim em si mesma, mas um meio estético para proporcionar conforto e tranquilidade aos pacientes e àqueles que trabalham em hospitais” (CUNHA, 2004, p. 60).

Quando condicionadas, as cores são usadas para identificar perigo, alerta ou situação de risco e, assim, provocam reação de defesa no espectador. Como exemplo de simbologia de algumas cores utilizadas nesses casos, tem-se (GRANDJEAN, 1998):

- Vermelho: aviso de perigo
- Amarelo: aviso de transporte
- Verde: equipamentos de socorro
- Azul: sinalização, avisos e orientação

O grau de reflexão das cores é de grande importância, tanto para o poder da visão quanto para o conforto visual e, se a distribuição de densidade luminosa for formada por contrastes intensos, pode provocar incômodo.

Na tabela a seguir, pode-se observar os principais graus de reflexão em percentual do fluxo luminoso incidente nas cores, de acordo com Grandjean (1998):

Tabela 10 – Cor e Materiais

COR E MATERIAIS	REFLEXÃO EM %
Branco	100
Alumínio, papel branco	80 - 85
Marfim, amarelo limão forte	100 - 75
Amarelo forte, ocre claro, azul pastel, verde limão, rosa claro, “tons cremes”	60 - 65
Verde claro, cinza claro, rosa, laranja forte, cinza azulado	50 - 55
Caliça, madeira clara, azul celeste	40 - 45
Madeira de carvalho calra, concreto seco	30 - 35
Vermelho forte, verde grama, madeira, verde oliva, marrom	20 - 25
Azul escuro, vermelho púrpura, castanho, cinza ardósia, marrom escuro	10 - 15
Preto	0

Fonte: Grandjean (1998, p.311)

Para um bom conforto visual, são recomendados os seguintes graus de reflexão (GRANDJEAN, 1998):

- Teto: 80 a 90%
- Paredes: 40 a 60%
- Móveis: 25 a 45%
- Máquinas e aparelhos: 30 a 50%
- Pisos: 20 a 40%

Para o projeto foram considerados como opção os tons de cinza claro/azulado, verde claro e azul celeste, pois apresentam graus de reflexão mais adequados (50-55%, 50-55%, 40-45%, respectivamente), representando uma combinação agradável aos olhos, como mostra a figura 37.

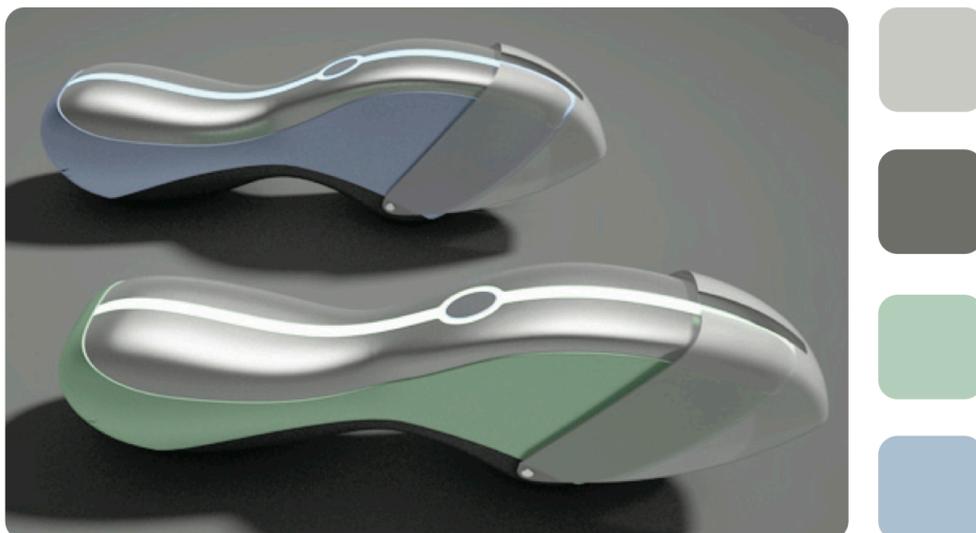


Figura 37 – Escolha Cromática
Fonte: Autoria própria

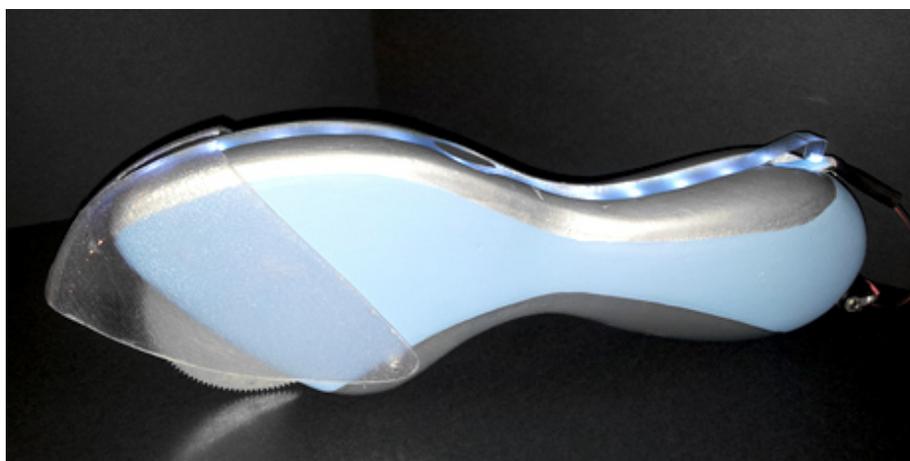
5.3 MODELO VOLUMÉTRICO FINAL

Para a construção do modelo volumétrico final foram considerados alguns princípios da construção de protótipos de Baxter (1998). O autor define três diferenças entre modelos e protótipos: escala, material e funcionamento. Enquanto os modelos podem ser construídos reduzida ou ampliada, os protótipos sempre são confeccionados em escala real. Os materiais dos modelos podem ser muito variados, os do protótipo devem seguir as especificações do produto final E por fim, os modelos não necessitam ser funcionais, já os protótipos tem este requisito (BAXTER, 1998). Baxter (1998) classifica também diferentes tipos de modelos:

- Representação estrutural, são os modelos de apresentação (tem forma física, aparência mas não função) e os modelos de forma (tem tamanho físico e forma, mas não função nem aparência)
- Representação estrutural e funcional, são os protótipos de pré-produção (é um modelo completo de um produto para produção, com forma, tamanho e função) e os protótipos de produção (contém materiais e processos iguais aos da produção industrial)
- Representação funcional, são os protótipos experimentais (possuem as funções principais mas não o tamanho) e o protótipo de teste (tem as funções específicas mas não tamanho e nem forma)

No caso deste projeto, os modelos escolhidos para a representação do produto foram o modelo de apresentação, que representa o produto de forma estrutural, e também o protótipo experimental, que representa o produto de forma estrutural.

O modelo de apresentação aparece na Fotografia 16 foi construído a partir de MDF, revestido com duas camadas de massa plástica, lixado e pintado com tinta spray. Outros materiais foram aplicados como o poliestireno transparente da viseira, que foi moldado a vácuo. Na sequência está a representação de cena de uso, Fotografia 17.



Fotografia 16 – Modelo de apresentação
Fonte: Autoria própria



Fotografia 17 – Cena de uso
Fonte: Autoria própria

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a busca pelo tema do Trabalho de Conclusão de Curso, o direcionamento das ideias tendia para a preferência de um problema na área médico-hospitalar. Esta escolha foi feita uma vez que a equipe considera que neste ambiente pacientes e profissionais sempre necessitam de conforto e segurança para uma boa recuperação ou trabalho. O objetivo de inserir um produto inovador, dentro de uma atividade que necessitasse de melhorias era, desde o princípio, uma meta a ser atingida.

Após uma das visitas de diagnóstico, foi possível descobrir uma questão que poderia ser solucionada por meio do design e então pode-se delimitar o tema: o desenvolvimento de um novo produto para a retirada de gesso ortopédico. O procedimento foi descrito como um momento de tensão pelos os médicos, pois alguns pacientes ficavam muito receosos e algumas crianças até mesmo choravam. De resultado, foram apontados como motivos principais para essas reações o aspecto da ferramenta utilizada e o ruído emitido.

A investigação ocorreu primeiramente a partir da realização de pesquisas bibliográficas, onde foram buscadas as bases teóricas para o estabelecimento dos assuntos a serem abordados e compreendidos e para que fosse possível, posteriormente, o diálogo com os profissionais da área, a fim de conhecer o contexto da atividade na qual os públicos beneficiários estão inseridos, fortalecendo assim a articulação entre teoria e prática.

Através das entrevistas e questionários, foi realizado o levantamento de pontos críticos para a identificação das necessidades a serem atendidas, sendo os médicos do hospital em questão, alguns pacientes e indivíduos que já passaram pelo procedimento os respondentes da pesquisa.

A pesquisa permitiu a integração de diversas áreas do conhecimento, tais como: ergonomia, ortopedia, design de produto e design emocional que juntos possibilitaram o enriquecimento da proposta de projeto como um todo.

Pode-se concluir que, ao final deste trabalho, foram atingidos todos os objetivos gerais e específicos propostos inicialmente. Por meio de pesquisas teórico-bibliográficas foi possível compreender o uso do gesso como recurso ortopédico, foi

realizado o estudo do processo a partir de visitas bem como os testes na ferramenta atual, foram realizadas as pesquisas de opinião com pacientes e médicos referentes ao processo e ao equipamento. Como parte do desenvolvimento, foram realizadas as pesquisas sobre os aspectos técnicos do funcionamento do produto e do procedimento; e por fim, foi apresentado um modelo para fins de estudos ergonômicos e formais, além do modelo de teste de funcionamento de motor.

Como resultado, foi apresentado um produto inovador que trará melhorias ao procedimento de maneira geral, além de suprir os pontos deficitários da ferramenta estudada, apresentando maior apelo estético e simbólico. É dito inovador, uma vez que foi seguido um método criativo de obter novas aplicações para o conhecimento existente ou ainda de combinar fragmentos de conhecimentos existentes para a criação de uma nova habilidade ou de novas soluções. Drucker (1998) define que o produto ou serviço é novo quando os atributos são melhores ou inexistentes no mercado além de afirmar que alguns autores definem a inovação como uma mudança que cria uma nova dimensão de desempenho.

Ao seguir estes princípios, não se fez necessária a criação e desenvolvimento de um novo método de cortar o gesso para que o produto fosse considerado inovador, bastou a presença de melhorias ou atributos diferenciados se comparado à outros produtos semelhantes. Desta forma, foi mantido o corte por meio de vibração, o mesmo presente nos produtos similares.

No desenvolvimento do projeto, enfrentou-se o desafio de solucionar os problemas identificados, para tanto, houve a preocupação com a aplicação da ergonomia e biomecânica, a elaboração de um formato que pudesse ser mais anatômico, considerando os dados antropométricos do público beneficiário que manuseia o produto e a pega também foi melhorada com a aplicação de borracha na parte inferior a fim de criar aderência adequada para a função.

Foi sugerido que o motor fosse substituído por um menor e de potência mais baixa, porém com mesma eficiência, mantendo uma funcionalidade satisfatória, comprovada por meio de testes.

Após as pesquisas e a análise da tarefa, foi decidido alterar a posição da serra, antes perpendicular ao eixo do motor e agora paralela a ele. Os conceitos de biomecânica permitiram entender qual a melhor posição do punho, que nesse caso, é a posição neutra pois impõe menores cargas sobre as articulações e músculos do corpo, como comprovado no projeto.

Uma das características inovadoras que o produto apresenta é a viseira de proteção da lâmina. Eram frequentes as reclamações relacionadas ao disco de serra aparente, motivo principal pelo qual o estresse era criado no momento do procedimento. Outro grande motivo de desconforto para o paciente era o ruído intenso e ininterrupto do produto, que foi atenuado com a inserção do botão de liga/desliga mais acessível à mão do maneador. Este botão confere maior controle por parte do médico, que poderá ligar o produto apenas quando for realizar o corte do gesso, que não se dá de forma contínua, como observado durante a análise da tarefa.

Percebeu-se que o novo design do produto acabou dificultando a visualização da posição do disco de serra por parte do médico. Para tanto, foi inserida uma linha luminosa de LED na parte superior da ferramenta, que indica a disposição da lâmina.

Foi de grande importância a participação dos profissionais envolvidos, pois o incentivo e credibilidade depositados nesse projeto serviram como estímulo para a sua concretização.

O projeto permitiu a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do Curso de Bacharelado em Design, ao passo que estimulou a busca por novos campos de conhecimento, práticas e abordagens.

No campo pessoal e profissional, fica a satisfação da realização de um projeto que pôde apresentar melhorias, promovendo benefícios individuais e coletivos, satisfazendo os objetivos estabelecidos pelas autoras.

Pretende-se posteriormente tentar estabelecer parcerias e apresentar o produto a empresas, para que possa haver a implementação e consolidação do projeto perante o mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Raissa. *Aprovado projeto que regulamenta profissão de técnico em imobilização ortopédica*. **Agência Senado**. 04/08/2010. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/aprovado-projeto-que-regulamenta-profissao-de-tecnico-em-i-mobilizacao-ortopedica.aspx>> Acesso em: 10/08/2011

AMSTEL, Frederick Van. *Design da Experiência e Design de Interação comparados*. 26/05/2008. Disponível em: <http://usabilidoido.com.br/design_da_experiencia_e_design_de_interacao_comparados.html> Acesso em: 10/08/2011

ASPATIO-PR. Disponível em: <<http://aspatiopr.wordpress.com/>> Acesso em: 14/08/2011

ATLAS PRO SALES. Disponível em <http://www.atlasprosales.com/orthopedic_cast_cutter_cast_saw_s/3.htm?searching=Y&sort=5&cat=3&show=15&page=2>. Acesso em: 18 mar. 2013

AZEVEDO, E. M. **Plástico na medicina**: commodities e especialidades dão vida a novas aplicações. Disponível em: <http://www.nossofuturoroubado.com.br/arquivos/julho_11/3.html>. Acesso em: 24 jan. 2013.

BAXTER, Mike. *Projeto de Produto*. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

CAMARGO, Osmar Pedro Arbix de. **Ortopedia e Traumatologia - Conceitos Básicos, Diagnóstico e Tratamento**. São Paulo: Editora Roca, 2004.

CHRISTENSEN, Clayton M.; OVERDORF, Michael. **Enfrente o desafio da mudança revolucionária**. In: Inovação na prática. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

Coletânea de Respostas Técnicas. **9ª publicação "Equipamentos de Instrumentação Médico"**. 2006. Disponível em: <http://www.publier.com.br/respostas_tecnicas/09eq_instrumentacao.pdf> Acesso em: 10/08/2011

CONSTANTI, Giacomo. Caso da senhora que teve corte no braço chega à Astego. **Jornal Online Vale Independente**. 31/10/2009. Disponível em:

<<http://valeindependente.wordpress.com/2009/10/31/caso-da-senhora-que-teve-corte-no-braco-chega-a-astego/>> Acesso em: 13/08/2011.

CUNHA, Leonel (relator). Processo de paciente com lesão durante retirada. **AC 2601350 PR Apelação Cível - 0260135-0**, 2004. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/5098059/apelacao-civel-ac-2601350-pr-apelacao-civel-0260135-0-tjpr>> Acesso em: 24/08/2011

CHABBERT, Jean-Paul. Cast cutter and method. US 5020226, 30 abr. 1990, 04 jun 1991.

CREMESP. Censo de médicos. Disponível em http://www.cremesp.org.br/?siteAcao=CentroDados&acao=detalhes_capitulos&cod_capitulo=2>. Acesso em: 18 mar 2013

DAMÁSIO, A. **Em busca de espinosa: prazer e dor na consciência dos sentimentos**. Adaptação para português do Brasil por Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das letras, 2004.

DAMÁZIO, Vera; MONTALVÃO, Claudia. **Design, ergonomia e emoção**. Rio de Janeiro: Mauad X: FAPERJ, 2008.

DRUCKER, Peter F. **The discipline of innovation**. May/Jun. 1985. In: DRUCKER, Peter. On the profession of management. Boston: HBS Press, 1998, p.53-64.

FEITOS, Maria Carolina de Albuquerque. **Estudo do comportamento do gesso- α com a adição de ácidos graxos**. 2010. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_XVIII_jic_2010/Maria_Feitosa.pdf> Acesso em: 28/08/2011

FERNANDES, Dayana de Oliveira; LIMA, Geovane Elias Guidini. Perfil epidemiológico dos pacientes com fraturas de membros inferiores, registrados nas clínicas de fisioterapia de Ubá, MG. **Revista Digital EFDeportes**, Buenos Aires, n. 115, abr. 2011. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd155/pacientes-com-fraturas-de-membros-inferiores.htm>>. Acesso em: 06 mar. 2013.

FERRANTE, Maurizio; WALTER, Yuri. **A Materialização da Ideia: Noções de Materiais para Design de Produto**. Rio de Janeiro : LTC, 2010.

FILHO, João Gomes. **Ergonomia do Objeto**: Sistemas de Leitura Ergonômica. São Paulo: Escrituras, 2004.

_____. **Gestalt do Objeto**: Sistema de Leitura Visual da Forma. São Paulo: Escrituras, 2000.

_____. **Design do objeto**: bases conceituais. São Paulo: Escrituras Editora, 1994.

FRANCO, Talita; SANTOS, Elizabeth G. ulheres e Cirurgiãs. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, fev. 2010.
Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69912010000100015&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 mar. 2013.

Governo do Brasil. **Queda de idosos**. <<http://www.brasil.gov.br/sobre/saude/saude-do-idoso/quedas>>. Acesso em 16/03/2013.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. 4.ed. São Paulo: Bookman, 1998. 338p.

HALL, Susan J. **Biomecânica Básica**. 4. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2005.

HANCOCK, P. **Hedonomics**: the power of a positive and pleasurable ergonomics. Ergonomics in Design, Winter, v13, n.1, 2005.

HARADA, Júlio. **Moldes para Injeção de Termoplásticos**: Projetos e Princípios Básicos. São Paulo. Editora Artliber, 2004.

IIDA, Itiro. **Ergonomia**: Projeto e Produção. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 4ª ed., 1997.

ISHIDA, Akira et al. **Fraturas**: técnicas recomendadas pela SBTO. Campinas: Autores Associados, 2000.

JORDAN, Patrick W. **Designing pleasurable products**. London: Taylor & Francis, 2001;

LEFTERI, Chris. **Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos.** Tradução: Marcelo A. L. Alves. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2009.

LESKO, Jim. **Design Industrial: materiais e processos de fabricação.** Tradução: Wilson Kindlein Júnior, Clovis Belbute Peres, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2004.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos.** São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.

LIMA, M. A. M. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

LUZ, Adão B et al. **Gesso – Mineração São Jorge.**
<<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2002-179-00.pdf>> Acesso em: 16/08/2011

Malha Tubular Sintética. Disponível em: <<http://www.msohospitalar.com.br/malha-tubular-sintetica.html>> Acesso em: 14/08/2011

MARQUES, Carina et al. **O doente com aparelho de gesso.** Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/2783874/O-doente-com-aparelho-de-gesso>> Acesso em: 10/08/2011

MARSHALL, Jerryl. **Dr. Homer Stryker: Inventor, orthopedic surgeon, businessman.** Dezembro 2009. Disponível em: <<http://www.kpl.gov/local-history/biographies/homer-stryker.aspx>> Acesso em: 16/08/2011

Modern Materials and Techniques: Removing casts with ease. Disponível em: <http://www.fixbones.com/html/article1_casting.htm> Acesso em: 21/08/2011

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

OLIVEIRA, Natã Morais de. **Ergonomia e Design: Pegas e Manejos.** 2011. Disponível em: <<http://www.ddi.ufcg.edu.br/portal/ArquivosDownloads/Nata/Ergonomia/PegasManejos.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2013

PAZ, Elaine C. da. **Dosímetro: Normas e Operação.** Trabalho para o Laboratório de acústica ambiental, industrial e conforto acústico. Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

PIRES, Rodrigo; PIRES, Licínia. **Ergonomia: fundamentos da prática ergonômica.** 3.ed. São Paulo, 2001.

PHILLIPS, P. L. **Briefing: a gestão do projeto de design.** Tradução: Itiro. São Paulo: Editora Bluchar, 2007.

PORTO, Patrícia et al. **Evidências científicas das neurociências para a terapia cognitivo-comportamental.** Ribeirão Preto, dez 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-863X2008000300006>. Acesso em: 19/08/2011

Produtos Especiais. Mineiradora São Jorge. Disponível em: <<http://www.mineradorasaojorge.com.br/produtos+especiais.php>> Acesso em: 16/08/2011

RODGERS, Paul; MILTON, Alex. **Product Design.** London : LKP, 2011.

SATURNO, Indústria de tintas. Disponível em <<http://www.saturno.com.br>>. Acesso em: 19 mar. 2013.

SBOT, Sociedade Brasileira de Ortopedia Pediátrica. Fraturas em crianças. <<http://www.sbob.org.br/?fraturas>>. Acesso em 16/03/2013.

Serra para Gesso Elétrica Oscilatória Oscilan. Disponível em: <http://www.cirurgicapassos.com.br/cpassos/product.asp?template_id=6&old_template_id=6&partner_id=2&tu=b2c&pf_id=4774&dept_id=227&nome=Serra+para+Gesso+tipo+oscilatoria+-+Oscilan&dept_name=Cirurgia+Ortopedica> Acesso em: 16/08/2011

Serra Para Gesso Elétrica Oscilatória Nevoni. Disponível em: <http://www.cirurgicapassos.com.br/cpassos/product.asp?template_id=62&old_template_id=6&partner_id=2&tu=b2c&nome=Serra+para+Gesso+Eletrica+Oscilatoria+18018+-+Nevoni&dept_id=227&pf_id=6711&dept_name=Cirurgia+Ortopedica> Acesso em: 14/08/2011

SHEDROFF, Nathan. **Experience Design**. Indianapolis (IN): New Riders, 2001.

SIQUEIRA, Antonio C.B. **Segmentação de mercados industriais**. São Paulo: Atlas, 1999.

SOFTER BRASIL. Linha de Softer de TPEs: Elastômeros Termoplásticos. Disponível em: <<http://www.softerbra.com.br/arquivos/downloads/0349e4049a29f5.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2013

SOUZA, Rafael B. de. **Estudo de propriedades acústicas e aplicações de materiais poliméricos**. 2012. 41. TCC. FATEC Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, Sorocaba, 2012.

Sonelux. Iluminação a LED. Disponível em: <<http://www.solelux.com.br>>. Acesso em: 25/03/2013

TEIXEIRA, Joselena de Almeida. **Design e materiais**. Curitiba: CEFET-PR, 1999.

TEIXEIRA, Fabricio. **Redesenhando equipamentos médicos para que não assustem mais as crianças**. Brasil, 2012. Disponível em <<http://www.updateordie.com/2012/05/22/redesenhando-equipamentos-medicos-para-que-nao-assustem-mais-as-criancas/>> Acesso em: 11/05/2013

TUOTO, Elvio. A. **Gesso em Ortopedia: Os Pioneiros**. Brasil, 2007. Disponível em: <<http://historyofmedicine.blogspot.com/2007/05/gesso-em-ortopedia-os-pioneiros-plaster.html>> Acesso em: 16/09/2011

VENDA, Fernando. **Remoção de aparelhos gessados**. Blog Enfermeiro de sala de gesso. Disponível em: <<http://enfermeirodesaladegessos.blogspot.com/2008/05/remoo-de-aparelhos-gessados.html>> Acesso em: 10/09/2011

WILSON, J. N. (ed.). Watson-Jones: **Fraturas-Traumatismos das Articulações**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1978.

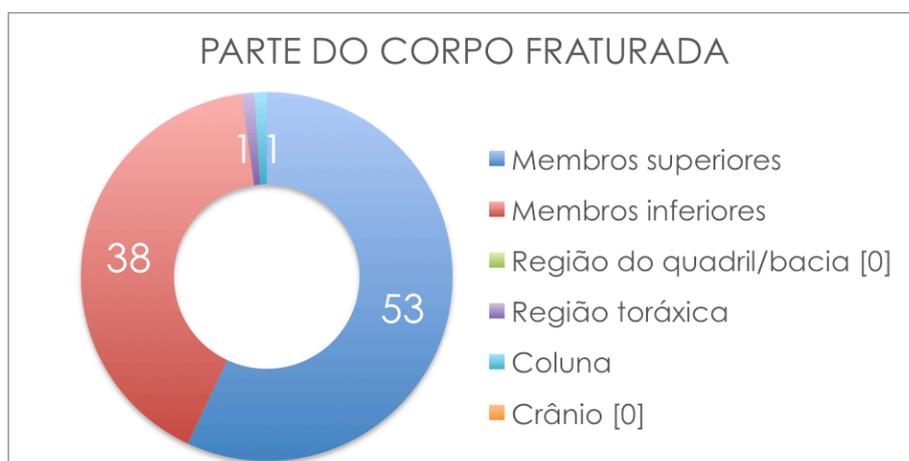
GLOSSÁRIO

Online: Com ligação direta ou remota a um computador ou a uma rede de computadores, como a Internet.

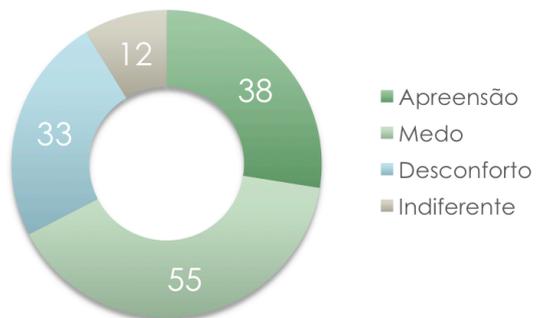
Briefing: conjunto de informações, uma coleta de dados para o desenvolvimento de um trabalho. O briefing cria um roteiro de ação para criar a solução que o cliente procura, é um mapeamento do problema com o objetivo de após ter idéias para criar soluções

Feedback: Refere-se ao retorno de informações a respeito de que ação foi feita e do que foi realizado, permitindo à pessoa continuar a atividade. Vários tipos de feedback estão disponíveis para o design de interação – áudio, tátil, verbal, visual e combinações do mesmo. Utilizar o feedback da maneira certa pode proporcionar a visibilidade necessária para a interação do usuário.

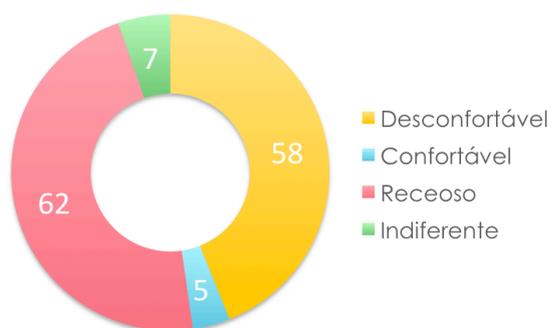
Mock up: é um modelo em tamanho real mas sem a utilização dos materiais originais.

ANEXO A – Resultado da aplicação do questionário *online*

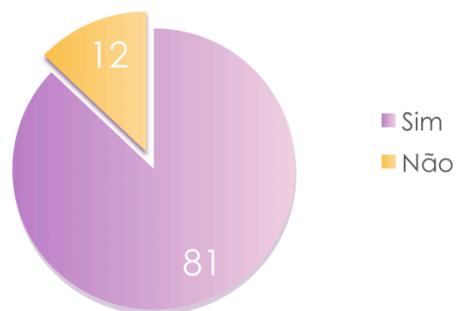
SENTIMENTO QUANDO VIU A SERRA DE GESSO



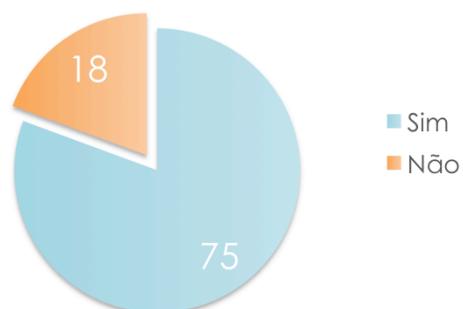
SENTIMENTO DURANTE A RETIRADA DE GESSO



O RUÍDO CONTRIBUIU PARA ESSE SENTIMENTO?



A SERRA EXPOSTA CONTRIBUIU PARA ESSE SENTIMENTO?



ANEXO B – Parecer da ASTEGO**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS TÉCNICOS
EM IMOBILIZAÇÕES ORTOPÉDICAS-RS**

À Srta. Loara Feix
Bacharelado em Design – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Conforme solicitado, a ASTEGO-RS encaminha parecer referente ao processo de retirada de aparelho gessado através da ferramenta (serra de gesso) existente nos hospitais e clínicas de Traumatologia e Ortopedia.

Para compreendermos, o uso do aparelho gessado como recurso ortopédico se dá pela maleabilidade que este possui e que se faz necessária no envolvimento da anatomia durante o procedimento, pois permite fazer os contornos das proeminências ósseas e musculares exigidos no tratamento, conforme prescrição médica. Há diversos imobilizadores e órteses, mas o gesso que conhecemos ou o sintético, quando usados, necessitam do uso da “temida serra de gesso” para retirada, ao final do tratamento. Conforme se observa nos ambulatórios e relato dos profissionais, a maioria dos pacientes tem medo deste equipamento, pois o tamanho e o barulho (similar à um liquidificador) causam receio ao paciente. Somente após o Médico ou o Técnico de Imobilização Ortopédica explicar e mostrar o funcionamento ao paciente (que o equipamento não circula, apenas vibra) é que diminui um pouco o medo. Se o profissional, ao usar o equipamento, não tiver habilidade e for inseguro no seu manuseio, poderá acarretar algum ferimento no paciente.

Como pode ser constatado, o equipamento é pesado (trazendo para alguns profissionais, problemas como tendinites e epicondilites), barulhento, anti-anatômico, e causa insegurança evidente nos pacientes em geral, principalmente nas crianças.

Sendo assim, a ASTEGO-RS, traz sua humilde opinião e contribuição para o trabalho de Design e, que sejam alcançados os objetivos de um bom equipamento para esta finalidade, considerando mobilidade, leveza, ruído menos desagradável e aspectos que e não assustem o paciente. Sucesso!

Atenciosamente
José A. VARGAS
Presidente ASTEGO-RS

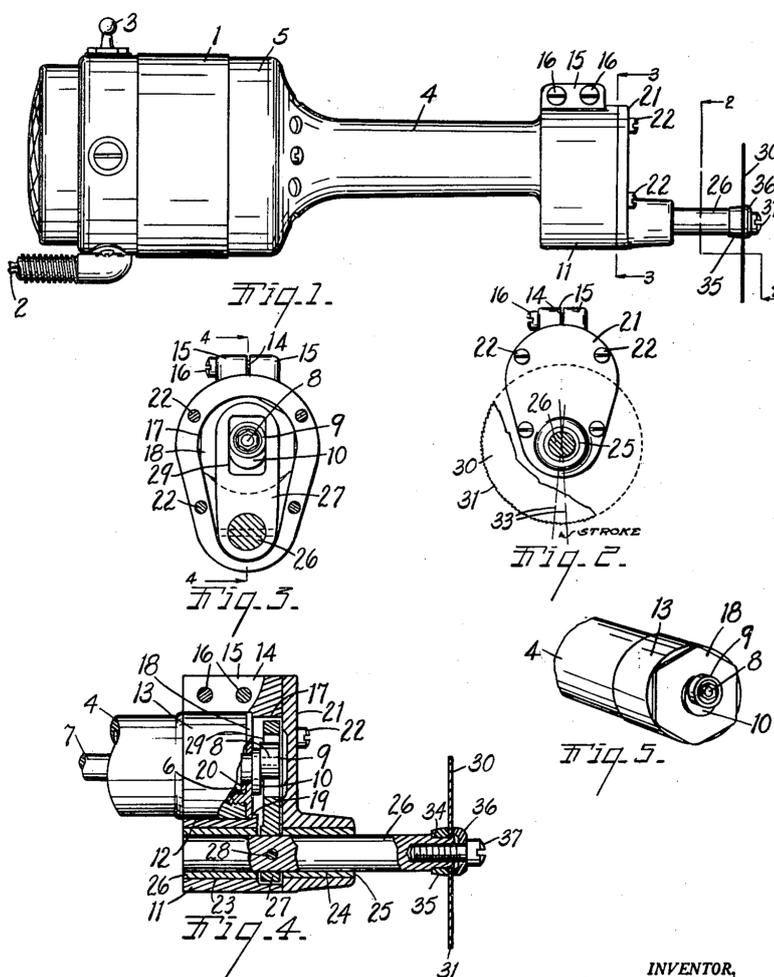
ASTEGO -RS Associação Brasileira dos Técnicos em Imobilizações Ortopédicas.RS
Rua Padre Chagas,310 - CEP 90.570-080 – Moinhos de Vento – Porto Alegre.RS
Telefones: (051) 9349.4052/92720303/3222.7854

ANEXO C – Patente da serra de gesso de Homer Stryker

Sept. 16, 1947.

H. H. STRYKER
PLASTER CAST CUTTER
Filed April 2, 1945

2.427,580



INVENTOR,
Homer H. Stryker
BY
Earl T. Chaffel
ATTORNEYS.

Patented Sept. 16, 1947

2,427,580

UNITED STATES PATENT OFFICE

2,427,580

PLASTER CAST CUTTER

Homer H. Stryker, Kalamazoo, Mich.

Application April 2, 1945, Serial No. 586,129

9 Claims. (Cl. 30-166)

1
This invention relates to improvements in plaster cast cutter.

The main objects of this invention are:

First, to provide a cutting implement which is highly efficient for cutting casts and the like and at the same time is not likely to injure a patient or the user or garments or fabric with which it may come in contact.

Second, to provide a cutting implement which has a wide range of uses and which is very convenient to use and is compact and durable.

Objects relating to details and economies of the invention will appear from the description to follow. The invention is defined and pointed out in the claims.

A preferred embodiment of the invention is illustrated in the accompanying drawing, in which:

Fig. 1 is a side elevation of an implement embodying my invention in a desirable form.

Fig. 2 is a fragmentary view in section on line 2-2 of Fig. 1, the cutter being partially broken away and partially shown by dotted lines.

Fig. 3 is a sectional view on line 3-3 of Fig. 1.

Fig. 4 is a fragmentary view mainly in longitudinal section on line 4-4 of Fig. 3.

Fig. 5 is a fragmentary perspective view with the cutter head removed.

In the embodiment of my invention illustrated in the accompanying drawing, 1 represents the motor casing, 2 the circuit connection thereto and 3 a control switch. The motor casing is provided with a tubular end extension 4 constituting part of one end member of the motor housing 5, this extension being adapted as a hand-hold or grip. At its outer end the extension is provided with a bearing 6 for the motor shaft 7.

The motor shaft is provided with a crank pin or eccentric pin 8 having an anti-friction roller 9 mounted thereon. The shaft is preferably provided with a counter-weight 10 for the crank pin and its roller, the purpose being to minimize vibration by counterbalancing the offset or eccentrically disposed crank pin element.

The cutter head 11 is provided with a bore 12 receiving the end 13 of the extension 4, this end being somewhat enlarged in the embodiment illustrated. The head member has a longitudinal slot 14 providing a pair of ears 15 receiving the clamping screws 16 so that the cutter head is detachably secured upon the housing extension 4. The cutter head is chambered at 17 to receive the crank pin and counterweight, a closure 18 being provided for the end of the housing extension, this closure being polygonal in shape and fitting

2
within a recess 19 provided therefor, a sealing disk 20 being arranged on the inner side of this closure member.

The head member is provided with a face plate 21 secured by screws 22. The body of the cutter head and the face plate have aligned bearings 23 and 24 provided with bushings 25 for the cutter shaft 26. This cutter shaft is provided with an arm 27 secured to the shaft by the pin 28 and having a longitudinal slot 29 engaged by the crank pin roller 9. This slot is of such dimensions as to slidably embrace the crank pin roller and fits the same relatively closely so that there is no lost motion and noise resulting from operation.

The cutter 30 is preferably in the form of a disk having a saw-tooth edge 31, the teeth being preferably relatively fine as shown in Fig. 2.

The throw or eccentricity of the crank pin is such that the stroke of the cutter is relatively short. The implement shown in Fig. 1 is a full-size commercial implement and has a stroke of approximately one-eighth of an inch. This is indicated by the lines 33 in Fig. 2.

The end of the cutter shaft is reduced at 34 to receive the clamping sleeve 35, the cutter being arranged at the outside of this sleeve and clamped against it by means of the clamp member 36 and the screw 37 tapped into the end of the shaft.

My improved implement is highly efficient in the cutting of casts or other hard substances but yielding surfaces or materials are not cut or injured thereby in the event the cutter should accidentally contact the skin of a person and it does not cut fabrics or other objects unless they are supported by a fairly rigid backing.

My improved implement has, however, a wide range of uses such for example as cutting bone, plastics, wood and even metal.

I have illustrated and described my invention in a very practical embodiment thereof. I have not attempted to illustrate or describe other embodiments or adaptations as it is believed that this disclosure will enable those skilled in the art to embody or adapt my invention as may be desired.

Having thus described my invention, what I claim as new and desire to secure by Letters Patent, is:

1. An implement for cutting casts and the like comprising a motor provided with a casing having a forwardly projecting tubular end extension adapted as a shaft housing and as a grip and

2,427,580

3 provided with a motor shaft bearing at its outer end, a motor shaft disposed within said housing and supported at its outer end in said bearing, an eccentric pin on the end of said shaft provided with an anti-friction roller, said shaft being provided with a counterbalance for said pin and roller, a closure for the outer end of said housing extension disposed on the inner side of said counterbalance and roller, a chambered cutter head mounted on the end of said housing extension, said cutter head being provided with a bearing disposed below said housing extension, a cutter shaft disposed in said bearing in said head and provided with an arm slotted to receive said roller on said pin, a face plate for said cutter head provided with a bearing supporting the cutter shaft at the outer side of said arm, and a toothed cutter secured to the end of said shaft.

2. An implement for cutting casts and the like comprising a motor provided with a casing having a forwardly projecting tubular end extension adapted as a shaft housing and as a grip and provided with a motor shaft bearing at its outer end, a motor shaft disposed within said housing and supported at its outer end in said bearing, an eccentric pin on the end of said shaft provided with an anti-friction roller, said shaft being provided with a counterbalance for said pin and roller, a chambered cutter head mounted on the end of said housing extension, said cutter head being provided with a bearing disposed below said housing extension, a cutter shaft disposed in said bearing in said head and provided with an arm slotted to receive said roller on said pin, a face plate for said cutter head provided with a bearing supporting the cutter shaft at the outer side of said arm, and a toothed cutter secured to the end of said shaft.

3. An implement for cutting casts and the like comprising a motor provided with a casing having a forwardly projecting tubular end extension adapted as a shaft housing and as a grip and provided with a motor shaft bearing at its outer end, a motor shaft disposed within said housing and supported at its outer end in said bearing, an eccentric pin on the end of said shaft provided with an anti-friction roller, a chambered cutter head mounted on the end of said housing extension, said cutter head being provided with a bearing disposed below said housing extension, a cutter shaft disposed in said bearing in said head and provided with an arm slotted to receive said roller on said pin, a face plate for said cutter head provided with a bearing supporting the cutter shaft at the outer side of said arm, and a toothed cutter secured to the end of said shaft.

4. An implement for cutting casts and the like comprising a motor provided with a casing having a forwardly projecting tubular end extension adapted as a shaft housing and as a grip and provided with a motor shaft bearing at its outer end, a motor shaft disposed within said housing and supported at its outer end in said bearing, an eccentric pin on the end of said shaft provided with an anti-friction roller, a chambered cutter head having a bore receiving the end of said housing extension, said head being split at one side of said bore and provided with clamping screws whereby it is clamped upon said extension, said cutter head being provided with a bearing disposed below said housing extension, a cutter shaft disposed in said bearing in said head and provided with an arm slotted to receive said roller on said pin, a face plate for said cutter head pro-

4 vided with a bearing supporting the cutter shaft at the outer side of said arm, and a toothed cutter secured to the end of said shaft.

5. An implement for cutting casts and the like comprising a motor provided with a casing having a forwardly projecting tubular end extension adapted as a shaft housing and as a grip and provided with a motor shaft bearing at its outer end, a motor shaft disposed within said housing and supported at its outer end in said bearing, an eccentric pin on the end of said shaft provided with an anti-friction roller, said shaft being provided with a counterbalance for said pin and roller, a chambered cutter head mounted on the end of said housing extension and provided with a cutter shaft bearing, an oscillating cutter shaft disposed in said bearing and provided with an arm slotted to receive said roller on said pin, the width of the slot being such as to provide a relatively close fit for said roller while permitting free rotation thereof and free movement longitudinally of the slot, and a toothed cutter on and oscillated by said shaft, the eccentricity of said crank pin being such that the cutter is actuated with a relatively short oscillating stroke.

6. An implement for cutting casts and the like comprising a motor provided with a casing having a forwardly projecting tubular end extension adapted as a shaft housing and as a grip and provided with a motor shaft bearing at its outer end, a motor shaft disposed within said housing and supported at its outer end in said bearing, an eccentric pin on the end of said shaft provided with an anti-friction roller, said shaft being provided with a counterbalance for said pin and roller, a chambered cutter head mounted on the end of said housing extension and provided with a cutter shaft bearing, an oscillating cutter shaft disposed in said bearing and provided with an arm slotted to receive said roller on said pin, and a toothed cutter on and oscillated by said shaft.

7. An implement for cutting casts and the like comprising a motor provided with a casing having a forwardly projecting tubular end extension adapted as a shaft housing and as a grip and provided with a motor shaft bearing at its outer end, a motor shaft disposed within said housing and supported at its outer end in said bearing, an oscillating crank pin on the end of said shaft, a chambered cutter head on the end of said housing extension provided with a bearing disposed below said housing extension, a cutter shaft disposed in said bearing in said head and provided with an arm coacting with said pin, and a toothed cutter on and oscillated by said shaft, the eccentricity of said crank pin being such that the cutter is actuated with a relatively short oscillating stroke of the order of one-eighth of an inch.

8. An implement for cutting casts and the like comprising a motor provided with a casing having a forwardly projecting tubular end extension adapted as a shaft housing and as a grip and provided with a motor shaft bearing at its outer end, a motor shaft disposed within said housing and supported at its outer end in said bearing, a crank pin on the end of said shaft, a chambered cutter head on the end of said housing extension provided with a bearing disposed below said housing extension, an oscillating cutter shaft disposed in said bearing in said head and provided with an arm coacting with said pin, and a toothed cutter on and oscillated by said shaft, the eccentricity of said crank pin being such that the cut-

2,427,580

5 ter is actuated with a relatively short oscillating stroke.

9. An implement for cutting casts and the like comprising an elongated casing constituting a housing and hand grip, a rotary actuating shaft disposed longitudinally of said casing, a rockshaft disposed parallel to said rotary shaft and having a bearing at one end thereof fixedly associated relative to said casing and having the opposite end free projecting substantially beyond one end of said casing, means connected to said rotary shaft for oscillating said rockshaft, a cutter fixedly connected to the free end of said rockshaft, said cutter having cutter teeth disposed in an arcuate path about said rockshaft and in a

6 plane substantially at right angles to said rotary and rockshafts.

HOMER H. STRYKER.

REFERENCES CITED

The following references are of record in the file of this patent:

UNITED STATES PATENTS

Number	Name	Date
436,804	Roberts	Sept. 23, 1890
1,951,880	Niederhofer	Mar. 20, 1934
2,163,018	Bernier	June 20, 1939
1,763,730	Von Lackum	June 17, 1930

APÊNDICE A – Questionário de pesquisa com os médicos por meio *online*

1. Nome:

2. CRM:

3. Quanto tempo dura o processo de retirada de gesso?

- De 1 a 3 minutos
- De 3 a 6 minutos
- De 7 a 10 minutos
- Mais que 10 minutos
-

4. Quantas retiradas de gesso são feitas por semana?

- Menos que 10
- 10 a 20
- 20 a 30
- 30 a 50
- Mais que 50

5. Quanto a pega:

- Ruim
- Média
- Boa

6. Pontos Positivos

7. Pontos negativos

8. A vibração do motor interfere na firmeza da mão?

9. Já houve casos de pacientes feridos? Se sim, como aconteceu?

10. É comum os pacientes se queixarem durante o procedimento? Se sim, por qual motivo?

- Não
- Ruído
- Vibração
- Aparência da máquina (serra exposta)
- Medo do procedimento

11. A aparência da máquina, na sua opinião, interfere no procedimento?

12. O que acha que poderia ser modificado?

- Nada
- Formato - Aparência – Tamanho
- Peso
- Barulho
- Mobilidade

APÊNDICE B – Questionário de pesquisa com os pacientes por meio *online*

1. Sexo:

2. Idade:

3. Em qual parte do corpo foi a fratura? Se teve mais de uma região fraturada ao longo da vida e, conseqüentemente experiências diferentes, pode responder a pesquisa mais de uma vez.

- Membros superiores
- Membros inferiores
- Região do quadril/bacia
- Região torácica
- Coluna
- Crânio

4. Por qual método foi feita a retirada do gesso?

- Serra de gesso
- Imersão em água
- Outro

5. Como você se sentiu durante o procedimento?

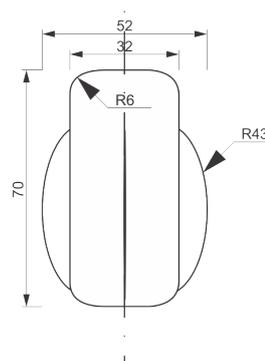
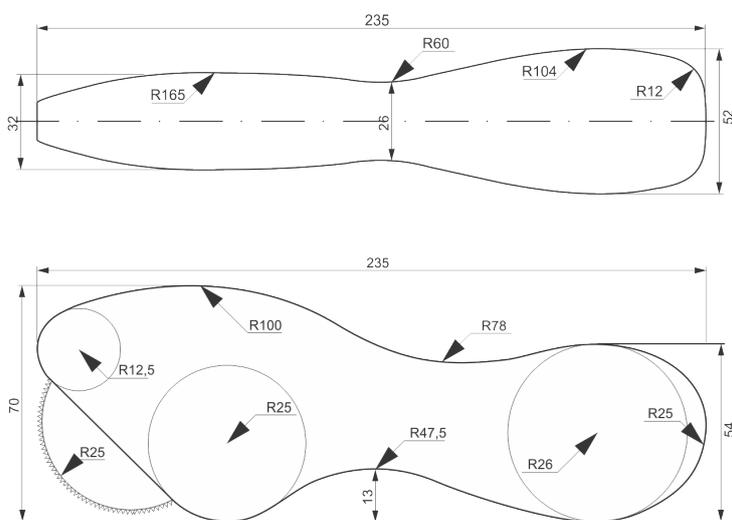
- Confortável
- Desconfortável
- Receoso
- Indiferente

6. Qual das palavras a seguir define o que você sentiu no momento em que viu a ferramenta (serra de gesso) ?

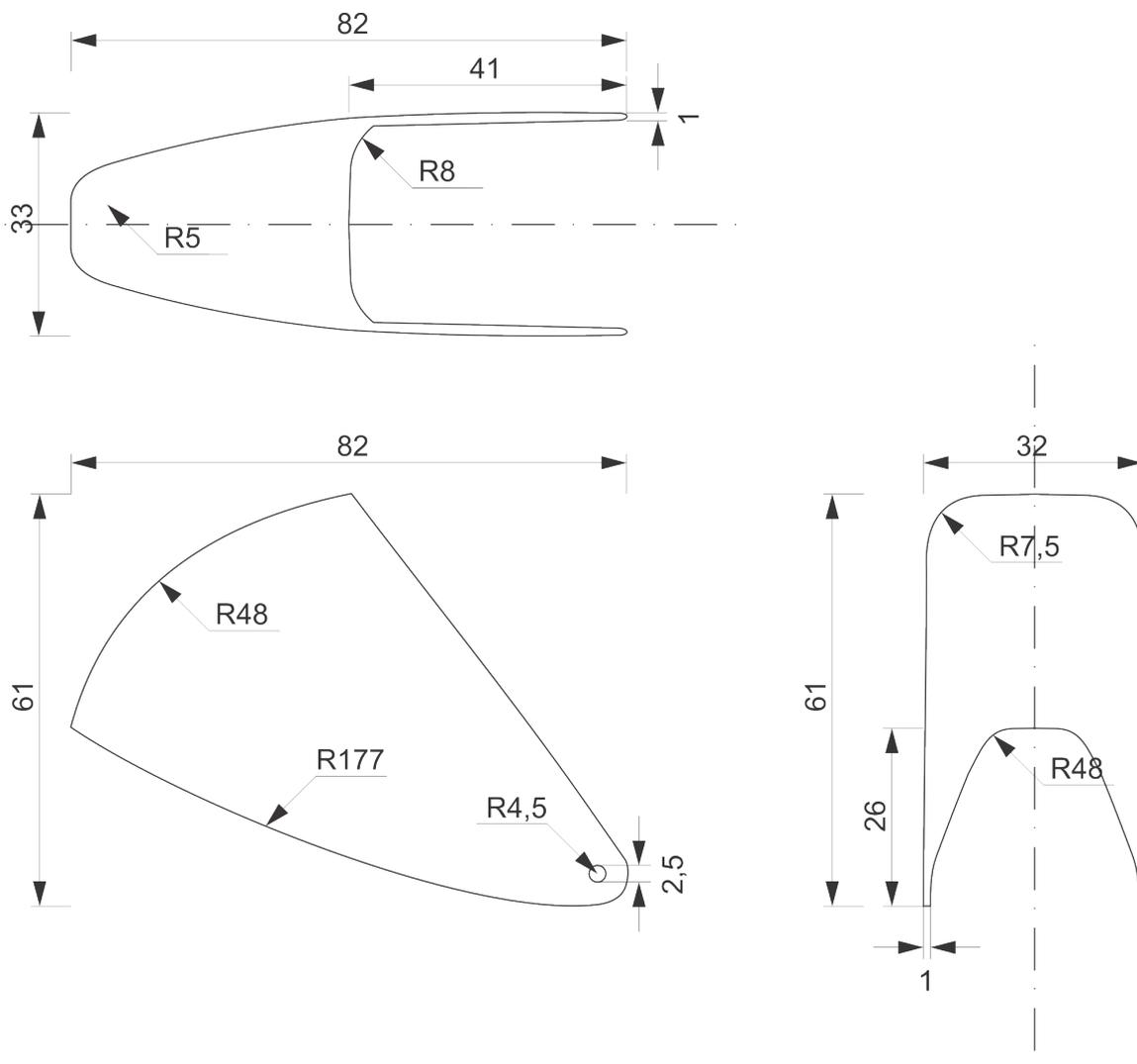
- Apreensão
- Medo
- Desconforto
- Indiferente

7. O fato da ferramenta apresentar uma serra circular contribuiu para esse sentimento?
8. O fato da ferramenta emitir um forte ruído quando ligada contribuiu para esse sentimento?
9. O médico que realizou o procedimento demonstrou que a serra não é giratória e funciona apenas por meio de vibração?
10. Se sim, a demonstração o deixou mais tranquilo durante a retirada do gesso?
11. Sentiu dor ou sensibilidade na área engessada durante o procedimento?
 - Nenhuma
 - Pouca
 - Tolerável
 - Muita
12. Ficou incomodado com a poeira gerada pela serra em contato com o gesso?
13. Tem alguma sugestão para melhoria do produto e, conseqüentemente, do procedimento?

APÊNDICE C – Desenho técnico do pré-projeto



1	Carcaça	01	Policarbonato	Desenho de Pré projeto	
PÇA. N°	DESCRIMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			UNIDADE	mm	DATA
			ALUNO	Giovanna Imaguire e Loara Feix	
	BACHARELADO EM DESIGN		PROF.	Renato Bordenowsky	
			ESCALA	APROVADO	
	Trabalho de Conclusão de Curso - Ferramenta de retirada de gesso ortopédico		1:2		



2	Viseira de proteção da lâmina	01	Policarbonato	Desenho de Pré projeto	
PÇA. N°	DESCRIMINAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÃO	
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ			UNIDADE	mm	DATA
					DES. N°
	BACHARELADO EM DESIGN		ALUNO	Giovanna Imaguire e Loara Feix	
			PROF.	Renato Bordenowsky	
	Trabalho de Conclusão de Curso - Ferramenta de retirada de gesso ortopédico	ESCALA	1:1	APROVADO	