

Adriel Giovanella de Souza

**DESENVOLVIMENTO DE ACESSÓRIOS E MELHORIAS
ERGONÔMICAS PARA A LINHA DE SERRARIAS MÓVEIS DA
EMPRESA MÁQUINA FORT**

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

Orientador: Prof. Dr. Ivan Luiz de
Medeiros

Florianópolis
2021

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

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

Adriel Giovanella de Souza

**DESENVOLVIMENTO DE ACESSÓRIOS E MELHORIAS
ERGONÔMICAS PARA A LINHA DE SERRARIAS MÓVEIS DA
EMPRESA MÁQUINA FORT**

Este (a) Dissertação/Tese foi julgado(a) adequado(a) para obtenção do Título de Bacharel em Design de produto, e aprovad(o)a em sua forma final pelo Programa de Graduação em Design de Produto da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 16 de setembro de 2021.

Prof. Ana Verônica Pazmino, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

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

Prof. Cristiano Alves Da Silva, PhD.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Márcio Schneider de Castro, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

José Anderle
MaquinaFort

Este trabalho é dedicado aos meus dois pais, Lins e Jardel, às minhas duas mães Daize e Irani, aos meus irmãos Artur, David, Kauan e Sofia, à minha avó Áurea e ao meu orientador Ivan.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Lins, Irani, Daize e Jardel por todas oportunidades e apoio necessário até então.

Aos meus irmãos Artur, David, Kauan e Sofia por estarem ao meu lado e me ajudarem sempre da melhor forma possível.

À minha avó Áurea que mesmo estando longe sempre demonstrou sua preocupação e apoio na minha caminhada.

Ao meu orientador Ivan, que desde o começo do curso se mostrou além de um ótimo professor, um excelente amigo e profissional.

Ao César por todo conhecimento passado através de suas pesquisas, experimentos e protótipos.

À todos professores que estiveram comigo no decorrer do curso, dividindo seu conhecimento e me instigando a dar o melhor de mim.

À Eduarda por dividir um sonho comigo e me ajudar realizá-lo e me ensinar a ser o melhor que eu puder ser.

Por fim, agradeço a todos aqueles que estiveram do meu lado durante estes quatro anos de curso e que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste PCC.

“O ótimo design não vende um produto ruim, mas faz com que um ótimo produto atinja o seu melhor potencial.” (Thomas J. Watson Jr.).

RESUMO

O presente projeto de conclusão de curso trata do desenvolvimento de acessórios e melhorias ergonômicas na linha de serrarias móveis da empresa MaquinaFort. Tais melhorias têm como objetivo preservar a saúde do operador e minimizar as chances de acidentes envolvendo os equipamentos. Para desenvolvimento do projeto se utiliza, como metodologia de projeto o Design Thinking e diversas ferramentas que possibilitam o conhecimento do público, identificar concorrentes e oportunidades. Como resultado, o projeto apresenta um conjunto de quatro(4) soluções que entregam, melhorias ergonômicas e de usabilidade..

Palavras-chave: Design de produto 1. Ergonomia 2. Serraria móvel 3.

ABSTRACT

This thesis deals with the development of accessories and ergonomic improvements in the portable sawmill line of the company MaquinaFort. Such improvements aim to preserve the operator's health and minimize the chances of accidents involving the equipment. For the development of the project, Design Thinking is used as a project methodology and several tools that enable the public to know, identify competitors and opportunities. As a result, the project presents a set of four (4) solutions that deliver ergonomic and usability improvements

Keywords: Product Design 1. Ergonomic 2. Portable Sawmill 3.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Segmentos da indústria de processamento da madeira.
- Figura 2 – Etapas do Design Thinking.
- Figura 3 – Sede da empresa MaquinaFort.
- Figura 4 – Linha de serraria móveis da empresa MaquinaFort.
- Figura 5 – Delazeri Woods prestando seus serviços.
- Figura 6 – Persona Kauan.
- Figura 7 – Persona David.
- Figura 8 – Persona Artur.
- Figura 9 – Medidas antropométricas das mãos.
- Figura 10 – Valores médios(em graus) de rotação voluntários do corpo.
- Figura 11 – Postura da coluna e distribuição da carga nos discos intervertebrais no levantamento de cargas.
- Figura 12 – Sequência operacional do equipamento.
- Figura 13 – Sequência operacional do equipamento.
- Figura 14 – Sequência operacional do equipamento.
- Figura 15 – Sequência operacional do equipamento.
- Figura 16 – Classificação das posturas no sistema OWAS.
- Figura 17 – Sistema OWAS: Classificação das posturas pela combinação das variáveis.
- Figura 18 – Carregamento manual de toras e análise OWAS.
- Figura 19 – Ajuste de altura de corte através de manivela.
- Figura 20 – O operador realiza o avanço do corte.
- Figura 21 –Momento em que o operador gira a tora para retirada da casca da tora
- Figura 22 – Retirada da tábua do equipamento.
- Figura 23 – Identificação de partes da serraria móvel SMM4.
- Figura 24 – Descrição de componentes na serraria móvel.
- Figura 25 – Análise Serraria Móvel LT70 Super.
- Figura 26 – Análise Serraria Móvel LT15.
- Figura 27 – Análise Serraria Móvel HD38.
- Figura 28 – Análise Serraria Móvel ST800.
- Figura 29 – Painel de conceito.
- Figura 30 – Painel de estilo de vida.
- Figura 31 – Painel de tema visual.
- Figura 32 – Painel de expressão do produto.
- Figura 33 – Geração de alternativas de produtos.
- Figura 34 – Matriz de decisão carregamento de toras.
- Figura 35 – Sketch alternativa final carregamento de toras.
- Figura 36 – Matriz de decisão tampa de proteção frontal.

- Figura 37 – Sketch alternativa final da tampa.
- Figura 38 – Matriz de decisão painel de controle.
- Figura 39 – Sketch alternativa final painel de controle.
- Figura 40 – Matriz de decisão da régua de altura de corte.
- Figura 41 – Sketch alternativa da régua de altura de corte.
- Figura 42 – Renderização final da solução.
- Figura 43 – Solução da proteção frontal.
- Figura 44 – Remoção da proteção frontal.
- Figura 45 – Solução para carregamento de toras.
- Figura 46 – Solução para painel de controle e a régua de altura de corte.
- Figura 47 – Detalhe da solução do painel de controle
- Figura 48 – Régua de corte.
- Figura 49 – Modelagem 3D.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Medidas de antropometria estática de trabalhadores.

Tabela 2 – Requisitos de projeto.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas

ABS – Acrilonitrila butadieno estireno

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

IBA - Instituto Brasileiro de Árvores

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

OWAS – Ovako Working Posture Analysing System

PIB – Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo Geral	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVA	18
1.3 METODOLOGIA PROJETUAL	20
2 IMERSÃO	22
2.1 MAQUINAFORT	22
2.2 SILVICULTURA	25
2.2.1 Silvicultura no Brasil	25
2.3 PESQUISA DO PÚBLICO	26
2.3.1 Entrevistas e conversas	26
2.3.1.1 Entrevistas com vendedores	26
2.3.3.2 Entrevistas com proprietário da empresa	27
2.3.3.3 Entrevistas com clientes Delazeri Woods	28
2.3.2 Personas	29
2.4 ERGONOMIA	32
2.4.1 Ergonomia em serrarias	35
2.4.2 Análise de uso	37
2.4.3 Sistema OWAS	41
2.4.3.1 Carregamento de toras	43
2.4.3.2 Ajuste de altura de corte	44
2.4.3.3 Avanço de corte	45
2.4.3.4 Ajuste da madeira	46
2.4.3.5 Retirada da madeira cortada	47
2.5 ANÁLISE ESTRUTURAL	47
2.6 ANÁLISE SINCRÔNICA	50
2.7 REQUISITOS DE PROJETO	53
3 IDEAÇÃO	55
3.1 DEFINIÇÃO DE PAINÉIS	55
3.1.1 Conceito	55
3.1.2 Estilo de vida	56

3.1.3 Tema visual	57
3.1.4 Expressão do produto	58
3.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	59
3.3 DEFINIÇÃO DA ALTERNATIVA FINAL	60
3.3.1 Sistema de carregamento de toras	61
3.3.2 Tampa de proteção frontal	62
3.3.3 Painel de controle	64
3.3.4 Régua de altura de corte	66
4 PRODUTO FINAL	69
4.1 PROCESSO DE FABRICAÇÃO	75
4.2 MODELAGEM 3D	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE A - Desenho técnico	82
APÊNDICE B - Desenho técnico	83
APÊNDICE C - Desenho técnico	84

INTRODUÇÃO

O território brasileiro se destaca pela sua imensa dimensão territorial e pela quantidade de recursos florestais disponíveis. Esses recursos, além de sua importância ambiental, também se destacam pela importância econômica oriunda de sua exploração.

Conforme Beech *et al* (2017), o Brasil possui a maior diversidade de árvores no mundo com um total de 8715 espécies. Se destaca o uso da araucária e o pinus como as coníferas, e o mogno, cedro e o eucalipto se destacam nas não-coníferas (PEREZ e BACHA, 2006).

Com o passar dos anos, a técnica e a maneira de se trabalhar com a madeira tem evoluído, isso se deve ao avanços tecnológicos, desde etapas de plantio, cuidados, corte e beneficiamento da madeira. A madeira sempre teve uma grande importância para a sociedade, tendo em vista que foi um dos primeiros materiais utilizados pelo homem, para sua defesa, como forma de se aquecer, cozinhar e abrigos (LOURENÇO e BRANCO, 2012).

Segundo Mazzochin e Espíndola (2014), o fato de possuir grandes reservas florestais no Brasil impulsionaram o surgimento das primeiras serrarias, e o desenvolvimento técnico produtivo impulsionou o crescimento e o desenvolvimento. A utilização da madeira serrada pode ser encontrada na indústria moveleira, construção civil, indústrias de embalagem, artefatos de madeira, decoração, artesanato e confecções de pallets (PEREZ e BACHA, 2006).

O trabalho em serrarias, responsáveis pela transformação primária da madeira em tábuas, submete o trabalhador a situações de riscos e agravos à saúde. Os acidentes de trabalho nesse segmento se destacam tanto pela gravidade quanto pela recorrência, Sobieray *et al.* (2007) afirma que o beneficiamento da madeira sujeita o trabalhador a enfrentar agentes agressivos, tais como, altas temperaturas, ruídos, produtos químicos, baixa iluminação, poeiras e outros riscos à saúde.

Conforme Falcão *et al.* (2011), apesar da importância econômica do setor de madeira serrada e das possibilidades de melhorias de desempenho, referente à aplicação de soluções ergonômicas, a aplicação de melhorias deve ser feita de maneira não exagerada e com consciência, de forma que se obtenham os resultados sólidos e coerentes para adaptação do trabalho ao homem.

Como objeto de estudo para o presente trabalho, será utilizado a linha de serrarias móveis da empresa MaquinaFort. Este equipamento é responsável pela transformação de toras de madeiras em tábuas de

diversas espessuras. Essas máquinas substituem o uso de serrarias industriais, podendo o próprio produtor ou outro usuário do equipamento serrar a própria madeira, não precisando deslocar as toras de madeira e serrando no próprio local.

Atualmente, esta linha de produtos representa uma grande parte do faturamento da empresa, indicando assim uma oportunidade, onde melhorias de ergonomia e usabilidade proveniente do design podem resultar em melhorias para o usuário do equipamento, reconhecimento e valorização da marca.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho, foram divididos em Objetivo Geral e Específicos, apresentados a seguir.

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver acessórios e melhorias em equipamentos que permitam a melhoria da ergonomia da linha de serrarias móveis da empresa MaquinaFort.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantar informações sobre a utilização de serrarias móveis da MaquinaFort;
- Identificar o público alvo;
- Levantar as necessidades do público alvo;
- Identificar produtos similares no mercado;
- Estabelecer os requisitos de projeto;
- Gerar alternativas;
- Analisar as alternativas desenvolvidas;
- Detalhar o modelo escolhido;
- Construir um modelo de apresentação.

1.2 JUSTIFICATIVA

As atividades que tem como base o setor florestal no Brasil contribuem de forma expressiva para a economia. O setor é responsável pela geração de empregos, recolhimento de impostos, produtos para exportação e participação no Produto Interno Bruto(PIB). Conforme o IBA(2019), no ano de 2018, o setor madeireiro atingiu uma receita de R\$86,6 bilhões, alcançando um crescimento de 13,1% no PIB, enquanto a economia brasileira, no geral, registrou um aumento de apenas 1,1%.

O setor produtivo com base florestal é caracterizado pela diversidade de operações e produtos, abrangendo atividades que variam desde a produção da madeira até a transformação em produtos finais. Conforme ABRAF(2013) a indústria de processamento da madeira se caracteriza por três segmentos, que são de processamento primário, secundário e terciário, onde a Figura 01 descreve e exemplifica cada um desses segmentos.

Figura 1 – Segmentos da indústria de processamento da madeira.

SEGMENTOS		
INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO PRIMÁRIO	INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO SECUNDÁRIO	INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO TERCIÁRIO
DESCRIÇÃO		
Realiza o beneficiamento e/ou o desdobro das toras de madeira que resultam em produtos primários Exemplos: Madeira serrada, lâminas de madeira, madeira tratada, carvão vegetal, lenha e resíduos de madeira.	Realiza o beneficiamento dos produtos primários e os transformam em bens intermediários necessários para a fabricação de bens de consumo final. Exemplos: Compensados, painéis de madeira industrializados, pallets, etc...	Agrega valor econômico ao produto secundário, e o transforma em um bem de consumo final. Exemplos: Móveis, pisos, assoalhos, janelas, portas, escadas, papéis, produtos químicos, etc...

Fonte: Do autor adaptador de ABRAF (2013).

As serrarias se encontram no segmento de indústria de processamento primário, onde são responsáveis pelo desdobramento das toras em tábuas. As mesmas podem ser classificadas como empresas de grande risco ocupacional aos seus funcionários, devido ao elevado esforço físico necessário para desempenhar suas atividades, áreas de exposição às lâminas de corte, jornadas de trabalho longas e ambientes insalubres.

Fatores que causam desconforto ao trabalhador, segundo Fiedler *et al.* (2006), são grandes responsáveis pelo aumento do risco de acidentes e de provocar danos consideráveis à saúde. Conforme Fiedler *et al.* (2010), o desconforto extremo acaba diminuindo o rendimento e aumentando a fadiga, o que leva, muitas vezes, o trabalhador ao estresse. O grande desafio da ergonomia, nesse caso, é a prevenção e minimização de riscos à saúde do trabalhador, a fim de melhorar as condições de trabalho, deve-se além de disponibilizar os Equipamentos de Proteção Individual(EPI), planejar e avaliar as tarefas necessárias para a realização do trabalho, de modo a torná-las mais seguras e coerentes às necessidades do trabalhador.

O desdobramento de toras em tábuas e outras peças utilizando uma serraria móvel, no local de cultivo da madeira, se torna uma alternativa de agregar valor e aumento de renda dos produtores, onde se estima um acréscimo médio bruto no valor da madeira serrada na ordem de 200% sobre o valor da tora bruta (MAGALHÃES *et al.*,2007).

A utilização de uma serraria móvel para o desdobra das toras de madeira permite que a mesma seja utilizada no próprio local de derrubada, gerando, assim, economia em relação ao frete, pois o transporte de toras de madeira requer caminhões de tipo especial. Já no caso da madeira serrada é dispensado esse tipo de caminhão reduzindo o valor do frete.

Ao comparar o nível de investimento para obtenção de uma serraria móvel ou uma serraria industrial, se destaca a diferença no valor, onde uma estrutura completa de uma serraria, contando com equipamentos, local e funcionários podem ultrapassar o valor de 1 milhão de reais, enquanto pode-se realizar o mesmo trabalho com uma serraria móvel custando 10% do valor de uma industrial.

A relevância deste projeto está em projetar e desenvolver soluções que contribuam para a melhoria da usabilidade e ergonomia da linha de serrarias móveis da MáquinaFort. A realização do estágio obrigatório dentro da empresa permitiu conhecer o equipamento e entender sua importância para a empresa e para os clientes. Sendo assim, através do design podemos obter melhores condições de trabalho

para os operadores que resultam em qualidade, saúde e segurança no serviço.

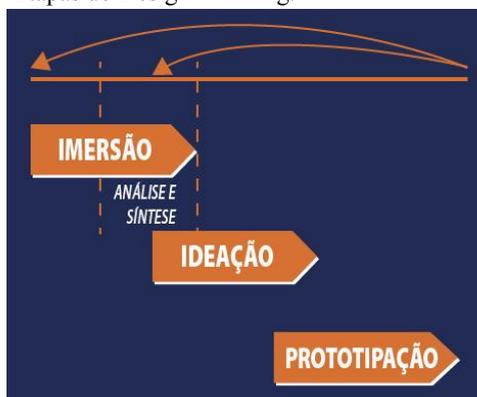
1.3 METODOLOGIA PROJETUAL

Para o desenvolvimento desse projeto, foi escolhido como metodologia, a *Design Thinking* (DT). Este método consiste em utilizar o usuário e suas necessidades como o centro de todo desenvolvimento. Para Pazmino(2019) é um método exploratório, sem um roteiro sequencial de passos, existem apenas pontos de partidas e pontos de referências ao longo do caminho.

Conforme Filatro e Cavalcanti (2017), o DT é uma abordagem que estimula a colaboração, inovação e a busca de solução através da observação, utilizando-se de ferramentas que possibilitam a análise de diferentes realidades e rápida prototipação.

O Design Thinking pode ser resumido em três espaços : Imersão, ideação e prototipação, como mostra a Figura 2. Segundo Brown(2009), a equipe de projetos deve passar através destes três espaços ao longo do projeto: “Inspiração” ou “Imersão”, que é quando o problema ou a oportunidade motiva a busca de soluções, “Idealização” ou “Ideação”, que é o processo de desenvolver e gerar idéias e o espaço de “Implementação” ou “Prototipação”, que é o caminho que vai do designer ou da equipe ao mercado.

Figura 2 - Etapas do Design Thinking.



Fonte: Do autor adaptado de Vianna *et al.* (2012) .

Apesar de ser representada linearmente, esses espaços podem ser trabalhados de formas bastante versáteis e não lineares. Essas fases do projeto podem ser moldadas de tal forma que se adequem à natureza do projeto e ao problema em questão, sendo possível iniciar o projeto pela fase Imersão e realizar ciclos de prototipação ao decorrer de todo ele. As sessões de ideação não precisam ser realizadas em um momento estagnado do processo, mas podem ocorrer do começo ao fim do projeto. (VIANNA *et al*, 2012).

O fato do DT ser um processo iterativo e não linear se deve por ser um processo exploratório, que quando realizado de modo correto, permite descobertas inesperadas, essas descobertas podem motivar a equipe a rever algumas premissas básicas (BROWN, 2009).

Na primeira etapa, chamada de imersão, é feita uma pesquisa dividida em etapas de conhecimento sobre o assunto, do público e da ergonomia. Para etapa de ideação são definidos painéis com base na pesquisa de público e geradas alternativas a fim de, através de uma matriz de decisão, optar pela alternativa que será desenvolvida como solução final do presente trabalho.

2 IMERSÃO

É a partir desta etapa do projeto que se busca aproximar e compreender a problemática ao qual se deseja resolver, é realizada além da observação dos problemas uma pesquisa e levantamento de informações sobre o mesmo. Conforme Vianna *et al*(2012), é a partir da imersão que se tem o entendimento inicial do problema e identificação das necessidades ou oportunidades.

2.1 MAQUINAFORT

A empresa MaquinaFort(Figura 3), foi fundada e sediada no interior de Santa Catarina, na cidade de Taió. Buscando desenvolver soluções mecanizadas que atendessem o homem do campo, a empresa iniciou sua atuação na fabricação de implementos agrícolas para micro-tratores e motocultivadores.

Figura 3 - Sede da empresa MaquinaFort.



Fonte: Do autor (2021).

Conforme a necessidade de agregação de valor aos silvicultores constatadas pela empresa, a MáquinaFort desenvolveu seu projeto de Serraria Móvel, tornando-se pioneira na fabricação da mesma no Brasil. Desenvolvida pensando nos pequenos silvicultores, a Serraria Móvel permitiu ao silvicultor serrar a sua própria tora de madeira, passando a vendê-la serrada e seca, agregando valor ao seu produto.

Atualmente a Serraria Móvel não atende somente o pequeno silvicultor e mas também artesãos, madeireiras, materiais de construção, fábricas de móveis, fazendeiros e muitos outros. As serrarias são responsáveis pelo processo de transformação primário da madeira, onde depois de serem cortadas as toras são transformadas em caibros, tábuas, ripas e mata-juntas.

A empresa possui, em seu portfólio, quatro modelos diferentes de serrarias móveis, como mostradas na Figura 4, que são elas: SMM1 compacta, SMM1, SMM2 e SMM4. São modelos que atendem demandas, desde uso para casual e toras com dimensões menores, até para o uso profissional com toras de grandes dimensões.

Figura 4 - Linha de serraria móveis da empresa MaquinaFort.



Fonte: Do autor (2020).

Atualmente, a empresa tem à sua disposição o total de 35 funcionários, que são responsáveis pelo desenvolvimento, produção, venda e logística dos equipamentos. A MaquinaFort trabalha para ser reconhecida como referência no Brasil no desenvolvimento de soluções inovadoras para a agricultura de pequeno porte, visando satisfazer e superar as expectativas do cliente.

2.2 SILVICULTURA

O termo silvicultura, com origem no latim, significa o cultivo de florestas, e tem como definição o cultivo das florestas através de manejo agrícola. Louman *et al*(2001) considera que a floresta é manejada para atingir o estado necessário e que essas atividades são economicamente rentáveis.

A silvicultura se encontra dividida em dois grupos, silvicultura clássica e silvicultura moderna. De acordo Ribeiro *et al*(2001), a clássica opera de forma quase exclusivamente com florestas naturais, onde seus limites são determinados pela necessidade de não se ameaçar a estabilidade natural, já a silvicultura moderna se dá quase exclusivamente através de florestas plantadas.

Ribeiro *et al* (2001) ainda afirma que, apesar das duas distinções, o silvicultor tem a tarefa de saber quando e como intervir na floresta, de modo que consiga um alto rendimento sem afetar o equilíbrio ecológico.

Atualmente a indústria brasileira de árvores plantadas é referência mundial devido sua atuação com base na competitividade, inovação e sustentabilidade (IBA,2017).

2.2.1 Silvicultura no Brasil

No ano de 1966 se inicia no Brasil um período onde que surgem incentivos fiscais ao reflorestamento, de acordo Antonangelo e Bacha(1998) esses incentivos resultaram num aumento da atividade empresarial na silvicultura, aumento de profissionais vinculados à silvicultura, evolução na ciência florestal e crescimento de área reflorestada no Brasil.

Em 2018, segundo dados do IBGE(2018), decorrente dos processos de exploração de florestas plantadas para fins comerciais (silvicultura), o país teve uma receita total de R\$16,3 bilhões, um aumento de 11,1% em relação ao ano anterior. Esse mesmo levantamento constatou que em 2018 o Brasil tinha cerca de 9,9 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo 76,2% de eucalipto, 20,1% de pinus e 3,7% de outras espécies. Devido principalmente por programas de melhoramento genético, espécies como eucalipto e pinus obtiveram aumentos em volume de madeiras alcançadas(Robert *et al*,2011).

Conforme IBA(2017) dos 7,84 milhões de hectares de florestas plantadas no ano de 2016, 34% pertencem às empresas do segmento de celulose e papel. Com 29%, encontram-se proprietários independentes e

pequenos e médios produtores, que investem em plantios florestais para comercialização da madeira in natura. E na terceira posição, se encontra o segmento de siderurgia a carvão vegetal, representando 14% do uso das florestas plantadas.

Estes dados e pesquisas comprovam o potencial econômico e de desenvolvimento do segmento no Brasil, fortalecendo assim um mercado da silvicultura e seus derivados.

2.3 PESQUISA DO PÚBLICO

No *Design Thinking*, o público alvo é quem determina o andamento do projeto, já que todas as etapas do projeto se baseiam em suas necessidades. Para o presente projeto é definido, como público alvo, o usuário final do produto, aquele que irá possuir o equipamento para sua utilização. Neste momento, é realizada uma aproximação com o cliente/usuário final do produto, para assim poder observá-lo, interagir e assim identificar seus pontos de vista, entender suas necessidades e obter seus feedbacks quanto ao produto.

2.3.1 Entrevistas e conversas

Neste momento, foram realizadas entrevistas com clientes e vendedores da linha de serraria móveis. A escolha por entrevista se dá pelo objetivo de estimular o entrevistado a explicar o porquê de suas respostas, e assim, entender o real significado daquilo que está sendo dito. Conforme Vianna *et al*(2012), através das entrevistas, é possível expandir o entendimento dos comportamentos sociais, revelar exceções à regra, mapear casos extremos, suas origens e consequências.

O conhecimento e entendimento sobre o público é primordial para que o projeto o atenda da melhor forma possível, para isto foram definidas entrevistas com perguntas pré-definidas que desencadearam em outras perguntas seguindo o rumo de uma conversa informal sobre a utilização das serrarias móveis da empresa MaquinaFort. Para isso foram selecionados para as entrevistas o proprietário da empresa, vendedores e clientes que utilizam o equipamento.

2.3.1.1 Entrevistas com vendedores

Ao entrevistar três vendedores responsáveis pela linha de serraria móveis, alguns questionamentos foram abordados e suas respostas tiveram um destaque e relevância para o desenvolvimento do

projeto. Quando questionados sobre o perfil de clientes que consomem este tipo de equipamento as respostas foram unânimes, com destaque para três tipos de consumidores sendo eles, o cliente que vê uma oportunidade de agregar valor ao seu reflorestamento, o que enxerga uma oportunidade de mercado como prestador de serviços e serrar a madeira de terceiros e o cliente que consome o equipamento para sua própria produção de madeira e utilização em sua propriedade.

Estes perfis de consumidores destacados na entrevista, têm um papel importante para o desenvolvimento do projeto, segmentando assim, os tipos de públicos que compram e utilizam-se do equipamento.

Ao serem abordados sobre eventuais queixas recebidas sobre os equipamentos, os vendedores, a princípio, declararam não receber queixas, porém ao conversar um pouco mais sobre o assunto, foi revelado que eles recebem algumas queixas sim, sendo principalmente sobre que o equipamento não alcançou a expectativa de produção esperada, e a justificativa para este problema eram os erros de utilização do produto.

2.3.3.2 Entrevistas com proprietário da empresa

A entrevista com o proprietário da empresa, José Anderle, seguiu a mesma base de entrevista com os vendedores e foram levantados mais alguns questionamentos referentes à história da empresa e da linha de serraria móveis. Quando questionado sobre o perfil dos consumidores José reforçou a mesma resposta dada pelos vendedores, e o mesmo enfatizou o aumento do lucro que a máquina pode gerar ao produtor, que segundo ele o acréscimo de serrar a madeira pode chegar a 200% a mais do que o valor da da tora da madeira.

Outro ponto de destaque na entrevista com José foi a explicação de fatores que influenciam positivamente para que as pessoas adquiram alguma de suas serrarias móveis. Conforme sua explicação, o investimento para uma serraria convencional pode chegar a custar dez vezes do valor de custo de uma serraria móvel, outro ponto positivo é o fato de que a madeira serrada possui um custo mais barato para transporte, pois a madeira em toras necessita de transporte especial.

Quando questionado sobre eventuais reclamações sobre a linha de serraria móvel mais uma vez a resposta foi um reforço daquilo que os vendedores já haviam dito, segundo José algumas reclamações surgem às vezes, porém essas reclamações surgem por problemas de mau uso vindo do operador do equipamento.

2.3.3.3 Entrevistas com clientes Delazeri Woods

A empresa Delazeri Woods, localizada em Caibi, no oeste de Santa Catarina, é responsável por prestar serviços de desdobro de madeira na propriedade do cliente. Possuem duas serrarias móveis de modelo SMM4 (Figura 5) para realizar tal serviço, sendo a primeira comprada à 8 anos atrás, após conhecer o equipamento em uma feira do setor madeireiro. Os entrevistados são irmãos e os proprietários da empresa, apesar de nunca terem atuado na área anteriormente identificaram uma oportunidade e um futuro promissor nesse mercado.

Figura 5 - Delazeri Woods prestando seus serviços.



Fonte: Delazeri Woods (2020).

O entrevistado contou que apesar de atenderem apenas sua região de 4 municípios nunca lhe faltou trabalho, possuem até uma lista de espera para prestarem seus serviços. Ao ser abordado sobre o equipamento, o entrevistado explicou que, no começo, houve um pouco de dificuldade por nunca terem trabalhado com desdobro de madeira e que, apesar disso, o equipamento era de fácil manipulação.

Quando questionados sobre o esforço físico necessário para a utilização do equipamento, foi relatado que o trabalho é realizado todo em pé e que ao final do dia sente muita dor nos braços e nas costas. Também foi exposto que já tiveram funcionários afastados com hérnia de disco devido ao trabalho.

Os entrevistados listaram alguns pontos que eles creem que poderiam ser melhorados na linha de serraria móveis, entre esses itens estão problemas com a regulagem de altura que toma muito tempo e por muitas vezes se torna impreciso. Sugerem também uns acessórios que possam ser comprados separados para melhorar o equipamento como o caso de um guincho para manuseio da tora.

2.3.2 Personas

Persona é a representação fictícia do público-alvo, onde ela passa a ter um nome e personalidade, assim como o um ser real. Essa técnica se baseia nos dados reais sobre o comportamento e características dos clientes para o desenvolvimento de produtos centrados no usuário.

Segundo Stickdorn e Schneider (2014), os personas realistas são capazes de tirarem o foco em dados demográficos abstratos, criando destaque para as vontades e necessidades de pessoas reais. Eles permitem uma geração de soluções e alternativas condizentes com as necessidades e características do usuário.

As informações obtidas através de toda pesquisa até então resultaram na elaboração de três personas, os quais iremos chamar de Kauan o Oportunista(Figura 6), David o agregador de valor (Figura 7) e Artur o “faz tudo”(Figura 8).

Figura 6 - Persona Kauan.



KAUAN, O OPORTUNISTA

IDADE: 35 ANOS

Atualmente morando na cidade de Lages/SC, formado em Engenharia Florestal, teve diversas experiências profissionais em sua vida, porém sempre teve um sonho de ter seu próprio negócio. Após conhecer o equipamento de serraria móvel através das redes sociais Kauan se interessou e identificou no equipamento uma oportunidade de negócio.

Através de uma pesquisa Kauan observou que com uma serraria móvel poderia oferecer o serviço de desdobro de madeira na propriedade do produtor. Isso permite uma redução de custos para o produtor e consequentemente um aumento de lucratividade e ao Kauan uma oportunidade de prestar um serviço que até então dependia de serrarias industriais.

Atualmente Kauan oferece esse serviço na região de Lages e conta com ajuda de um auxiliar para a realização de desdobro da madeira.

Fonte: Do autor (2021).

Figura 7 - Persona David.



DAVID, O AGREGADOR DE VALOR

IDADE: 41 ANOS

Residente de Rio do Sul/SC e eletricitista residencial como profissão. Possui uma propriedade rural onde tem uma pequena área de reflorestamento, após realizar a colheita de uma parte deste reflorestamento David observou que os seus ganhos ao vender as toras de eucalipto estavam abaixo do esperado.

Ao pesquisar como poderia aumentar seus lucros David percebeu que ao vender a madeira serrada ele poderia agregar valor à sua madeira, então ele opta por comprar uma serraria móvel para poder serrar sua própria madeira em sua propriedade.

Mesmo não tendo experiência de trabalho em serrarias David acredita que pela facilidade do equipamento e com um ajudante ele possa dar conta do serviço.

Fonte: Do autor (2021).

Figura 8 - Persona Artur.



Fonte: Do autor (2021).

A utilização de personas possibilitou identificar de maneira clara e objetiva as características e informações do público, o conhecimento do mesmo permite que o projeto seja coerente e validado conforme as necessidades do usuário. As informações levantadas até então guiarão o desenvolvimento do projeto até a solução final.

2.4 ERGONOMIA

Neste projeto de conclusão de curso, os estudos de Ergonomia procuraram construir uma base teórica sólida de conhecimento a ser aplicado tanto na análise do equipamento como também sistematização de informações a serem aplicadas no novo design da linha de serraria móveis da empresa MaquinaFort.

Iida(2005) afirma que ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem, onde o trabalho é definido como aqueles executados com máquinas e equipamentos, e também por toda situação que envolva

a relação do homem com uma atividade produtiva. Através do seu estudo é possível compreender e modificar fatores que interferem e influenciam no processo produtivo, com objetivo de reduzir acidentes, erros e a fadiga.

Ergonomistas definem a ergonomia em três domínios com características distintas e específicas de cada uma, são eles: ergonomia física, ergonomia cognitiva e ergonomia organizacional. A ergonomia física é voltada para aspectos físicos, que incluem anatomia, antropometria, fisiologia e biomecânica, posturas funcionais, manipulação de materiais, movimentos repetitivos, postos de trabalho, segurança e saúde do trabalhador.

No desenvolvimento de serrarias móveis, é necessário o conhecimento antropométrico que será responsável pelo que o produto tenha as dimensões corretas adequadas com o consumidor. As informações de antropometria referentes às medidas físicas do corpo humano serão destacadas por meio de uma tabela (Tabela 01).

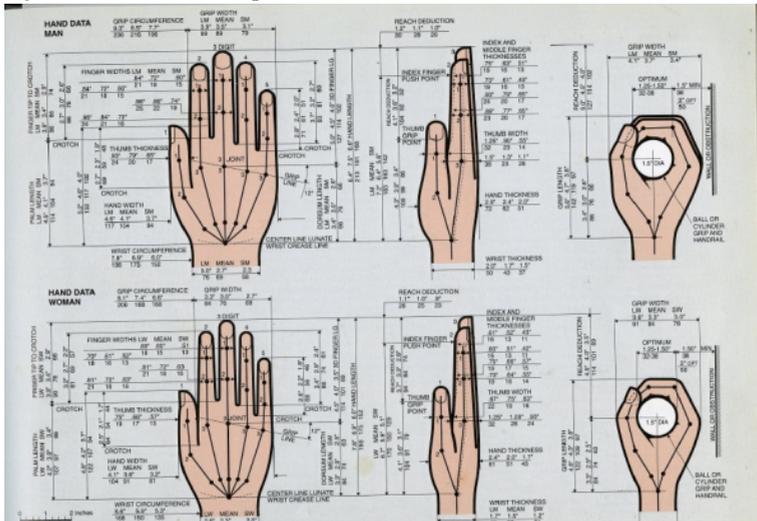
Tabela 1 - Medidas de antropometria estática de trabalhadores.

<i>C</i>	Medidas antropométricas estática(cm)	HOMENS			MULHERES		
		5%	50%	95%	5%	50%	95%
<i>o</i>	Estatura, corpo ereto	162,9	173,3	184,1	151	161,9	172,5
<i>r</i> <i>p</i>	Altura dos olhos, em pé, ereto	150,9	161,3	172,1	140,2	150,2	159,6
<i>o</i>	Altura dos ombros, em pé, ereto	134,9	144,5	154,2	123,4	133,9	143,6
<i>e</i> <i>m</i>	Altura do cotovelo, em pé, ereto	102,1	109,6	117,9	95,7	103	110
<i>p</i> <i>é</i>	Compr. do braço na horizontal, até a ponta dos dedos	66,2	72,2	78,7	61,6	69	76,2
	Largura dos quadris, em pé	31	34,4	36,8	31,4	35,8	40,5

Fonte: Do autor adaptado de Iida (2005).

A fim de atender o maior número de pessoas possível, para o desenvolvimento do projeto será utilizado o percentil de 95% masculino para acionamentos mais baixos, para encaixes e tamanho de mão, para acionamentos altos será utilizado o percentil de 5% feminino.

Figura 9 - Medidas antropométricas das mãos.

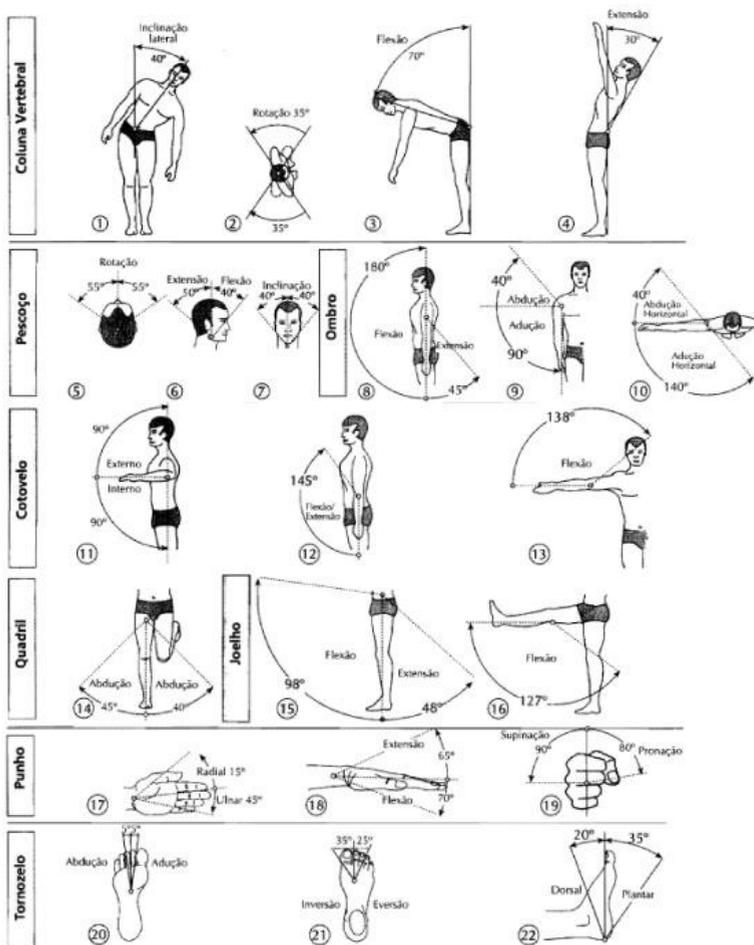


Fonte: Tilley e Dreyfuss (2005).

O conhecimento dos dados antropométricos funcionais permite estabelecer a relação de movimentos e medidas que o corpo executa na realização do trabalho. Iida (2005) afirma que nesses casos os valores obtidos através da antropometria funcional podem apresentar medidas diferentes em relação à antropometria dinâmica, pois a dinâmica considera cada movimento de forma isolada. Considerando a prática os movimentos não são realizados de forma individuais, e sim conjugados, pois um movimento de corpo para ser realizado não depende apenas do movimento de um membro para sua realização.

Dentro da fisiologia humana existem termos que se referem aos movimentos musculares, estes movimentos de membros que se afastam do corpo ou de suas posições naturais de descanso são chamados de abdução, já o oposto, o movimento de aproximação é nomeado de adução. A Figura 10 demonstra valores medianos dos movimentos voluntários que podem ser exercidos de forma natural pelo próprio indivíduo.

Figura 10 - Valores médios(em graus) de rotação voluntários do corpo.



Fonte: Iida (2005).

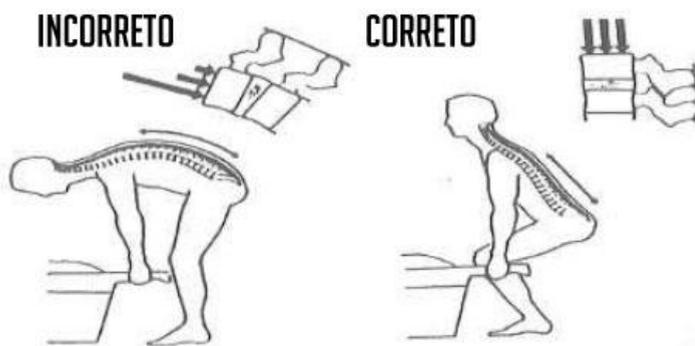
2.4.1 Ergonomia em serrarias

A atividade de serraria, em sua grande maioria é exercida em condições desfavoráveis para a integridade física e mental do operador, realizada em ambientes insalubres, sob condições climáticas adversas,

níveis elevados de ruídos, problemas de iluminação, posturas inadequadas e manuseio de cargas.

Kroemer e Grandjean(2005) ressaltam que um trabalho que envolva manuseio de cargas pode ser considerado um trabalho pesado devido ao desgaste dos discos intervertebrais(Figura 11). Iida (2005) expõe que cargas podem provocar dois tipos de reações no corpo humano, sendo elas a sobrecarga fisiológica nos músculos da coluna e dos membros inferiores, além do estresse postural.

Figura 11 - Postura da coluna e distribuição da carga nos discos invertebrais no levantamento de cargas.



Fonte: Do autor adaptado de Kroemer e Grandjean (2004).

A postura é o posicionamento das partes do corpo, para que o trabalho seja realizado de forma que não haja desconforto, dores e estresse, uma boa postura é necessária. O mau dimensionamento dos equipamentos se torna, por vezes, o grande responsável por posturas inadequadas tomadas pelos usuários. Segundo Iida (2005), são três situações principais em que má posturas podem trazer danos para o operador, são elas: trabalhos estáticos que envolvem uma postura parada por longos períodos; trabalhos que exigem muita força; e trabalhos que exigem posturas desfavoráveis, como o tronco inclinado e torcido.

O trabalho descrito neste presente trabalho é realizado de forma que o operador permanece em pé, operações que exigem rotações do corpo, braços esticados e utilização do punho, são os principais motivos pelas posturas inadequadas no serviço. As mesmas são responsáveis por dores nas pernas, nos punhos e na coluna.

Quando um trabalho é realizado em áreas externas, o trabalhador está sujeito às adversidades do clima. Conforme Monteiro

(2004), o clima é um dos agentes físicos que interferem na atividade de trabalho, sendo determinantes para causas de fadiga, a qual pode ser proveniente de longas horas trabalhadas, da demanda do trabalho, do aquecimento e da umidade relativa do ar. Araújo (2000) cita a irradiação solar como fator de risco para doenças, como tumores malignos de pele e danos oculares, tais como catarata.

2.4.2 Análise de uso

O conhecimento da sequência de operação do produto, se dá necessário para que o mesmo tenha sua utilização de forma correta. Desta forma, o procedimento de operação é demonstrado a seguir, através de fotos tiradas da utilização do equipamento. Para esta etapa foi utilizado o equipamento serraria móvel de modelo SMM2, um modelo manual e de motor a gasolina.

Na Figura 12 a seguir podemos ver a colocação da madeira sob o trilho do equipamento, o ajuste de altura de corte e o momento que o operador liga o motor responsável pela rotação da lâmina. Devido a serraria móvel da MáquinaFort não possuir um sistema de carregamento de toras, conforme o tamanho da madeira a ser colocada sob o equipamento é necessário a ajuda de algum tipo de maquinário devido ao seu peso e tamanho.

Figura 12 - Sequência operacional do equipamento.



Fonte: Do autor.(2021)

Após essas primeiras etapas de operação se inicia o corte da madeira (Figura 13), onde o operador através do avanço manual empurra o equipamento através da extensão da madeira até cortá-la completamente. Nesta primeira etapa são cortadas as cascas externas presentes na tora, então ao fim deste corte a madeira é retirada dos trilhos e a tora de madeira é virada e fixada nos trilhos.

Figura 13 - Sequência operacional do equipamento.



Fonte: Do autor (2021).

Neste momento ocorre a fixação da tora no trilho, o motivo da fixação nesta etapa é para que a madeira não vire durante o seu corte. A fixação das toras ocorre através de pinos distribuídos de forma uniforme ao longo do trilho. Após sua fixação a regulagem de altura é feita novamente, caso necessário, para então o corte ser retomado. Este processo pode ser verificado na Figura 14.

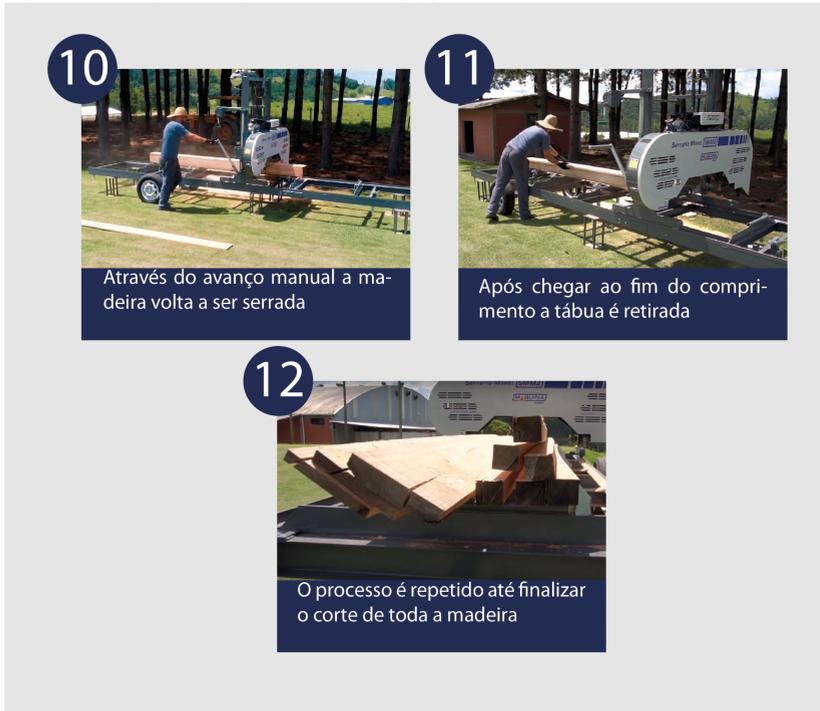
Figura 14 - Sequência operacional do equipamento.



Fonte: Do autor.(2021)

O desdobro da madeira é retomado a partir do avanço manual (Figura 15), o mesmo processo de corte se repete até que toda a madeira esteja cortada. Após ser cortada, o equipamento é desligado através da mesma chave que foi usada para o motor no começo do procedimento.

Figura 15 - Sequência operacional do equipamento.



Fonte: Do autor.(2021)

Por ser um processo exaustivo e repetitivo, que pode se prolongar por horas, o esforço excessivo, somado a posturas erradas, se tornam um risco à saúde do operador. Bahia *et al*(2010) reforça que os principais problemas do setor estão relacionados à perda auditiva, doenças respiratórias, dermatoses e dermatites de contato, lombalgias e problemas posturais. Esses riscos determinam o setor madeireiro como grau de risco 4, conforme a classificação nacional de atividades econômicas (CNAE) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

2.4.3 Sistema OWAS

O método OWAS (Ovako Working Analysing System) é um sistema de análise ergonômica desenvolvido por três pesquisadores finlandeses. Segundo Iida (2005) os pesquisadores iniciaram, através de análises fotográficas das principais posturas encontradas tipicamente na

indústria pesada, a análise de 72 posturas típicas resultaram em combinações diferentes de posições do dorso, braços e pernas. Para auxiliar a avaliação, uma classificação de posturas é utilizada, apresentada por meio da Figura 16.

Figura 16 - Classificação das posturas no sistema OWAS.

DORSO	 1 Reto	 2 Inclinado	 3 Reto e torcido	 4 Inclinado e torcido
BRAÇOS	 1 Dois braços para baixo	 2 Um braço para cima	 3 Dois Braços para cima	EXEMPLO  Codigo: 215
PERNAS	 1 Duas pernas retas	 2 Uma perna reta	 3 Duas pernas flexionadas	DORSO Inclinado 2 BRAÇOS Dois para baixo 1 PERNAS Uma perna ajoelhada 5
	 4 Uma perna flexionada	 5 Uma perna ajoelhada	 6 Deslocamento com pernas	 7 Duas pernas suspensas

Fonte: Iida(2005).

As avaliações permitiram classificar as posturas da seguinte forma conforme suas características:

- Classe 1: postura normal, sem necessidade de medidas corretivas (salvo de exceções)
- Classe 2: postura deve ser verificada na próxima observação de rotina das formas de trabalho;
- Classe 3: postura que requer a atenção a curto prazo;
- Classe 4: postura que exige atenção imediata.

Cada etapa da atividade deve classificar as posturas de 1 à 4, estes valores devem ser tabelados, gerando uma combinação das quatro variáveis (dorso, braços, pernas e cargas) que indicam o nível de risco que a atividade representa. Esta combinação é apresentada a seguir através da Figura 17.

Figura 17 - Sistema OWAS: Classificação das posturas pela combinação das variáveis.

Dorso	Braços	1			2			3			4			5			6			7			Pernas	Cargas
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1		2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4		4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1		
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1		
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1		
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		

Fonte: Iida (2005).

Para a análise das posturas de trabalho e análise, conforme o método OWAS, foram utilizados vídeos de clientes da MaquinaFort, que se utilizam da serraria móvel, para a atividade de desdobro da madeira. Para isso, separamos a atividade em quatro etapas, sendo elas: (1) carregamento, (2) ajuste de altura de corte, (3) avanço de corte, (4) ajuste da madeira e (5) retirada da madeira cortada.

2.4.3.1 Carregamento de toras

A primeira tarefa é chamada de carregamento, onde o operador coloca a tora sob o equipamento de forma manual, tem como resultado de sua análise de postura através do OWAS apresentados na Figura 18 a seguir.

Figura 18 - Carregamento manual de toras e análise OWAS.



Fonte: Do autor (2021).

Neste momento, o operador pode depender de auxílio de outras pessoas para fazer o carregamento da tora, dependendo o peso da madeira em questão, é uma tarefa que exige muito esforço físico para ser realizada. Conforme análise, as posturas adotadas estão classificadas na classe 3, requerendo uma atenção e correção a curto prazo.

2.4.3.2 Ajuste de altura de corte

Em sequência, temos o ajuste manual de altura de corte da madeira, onde a altura da lâmina é ajustada através da rotação da manivela.

Figura 19 - Ajuste de altura de corte através de manivela



Fonte: Do autor (2021).

A Figura 19 apresenta a tarefa de ajuste de altura, que apesar de não exigir esforço físico, a mesma é repetida várias vezes durante o corte e sua velocidade é lenta. Conforme análise, as posturas adotadas estão classificadas na classe 1, o que a define como uma postura normal sem necessidade de medidas corretivas.

2.4.3.3 Avanço de corte

O avanço do corte (Figura 20), realizado através da pega, é um movimento em que o operador empurra a lâmina pela extensão da madeira a ser cortada. Esta tarefa pode repetir-se por várias vezes durante o dia, até o fim de toda operação de corte.

Figura 20 - O operador realiza o avanço do corte.



Fonte: Do autor (2021).

Conforme análise, as posturas adotadas estão classificadas na classe 1, o que a define como uma postura normal, sem necessidade de medidas corretivas.

2.4.3.4 Ajuste da madeira

A madeira é ajustada diversas vezes durante o processo de corte. Esta tarefa exige do operador a utilização de força física para girar e ajustar a tora no trilho (Figura 21).

Figura 21 - Momento em que o operador gira a tora para retirada da casca da tora



Fonte: Do autor (2021).

Conforme análise, as posturas adotadas estão classificadas na classe 3, requerendo uma atenção e correção a curto prazo.

2.4.3.5 Retirada da madeira cortada

Cada vez que a lâmina percorrer a extensão toda da madeira, é necessário retirar a tábua cortada, assim como demonstrado na figura 22, para que, assim, a lâmina possa retornar ao ponto inicial de corte e dar continuidade ao trabalho.

Figura 22 - Retirada da tábua do equipamento.



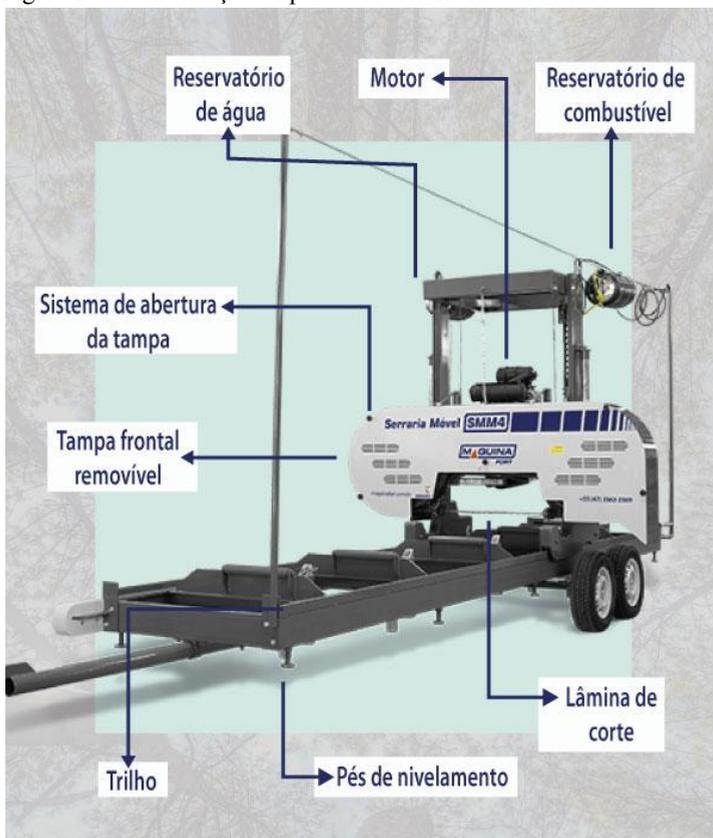
Fonte: Do autor (2021).

Conforme análise, as posturas adotadas estão classificadas na classe 1, o que a define como uma postura normal sem necessidade de medidas corretivas.

2.5 ANÁLISE ESTRUTURAL

O conhecimento sobre o equipamento se dá além de entender sua utilização, e sim também conhecer a série de componentes que o compõem e como se relacionam com a operação. O equipamento é composto por uma parte fixa chamada de cama ou base, onde contém o trilho, os pés e engates, a segunda parte é a parte móvel do equipamento onde ficam partes como a lâmina de corte, motor e reservatórios. A Figura 23 a seguir apresenta, de forma breve, as principais partes da serraria móvel de modelo SMM4.

Figura 23 - Identificação de partes da serraria móvel SMM4.



Fonte: Do autor (2021).

Cada parte do equipamento apresenta materiais, modos de uso e informações diferentes, tal qual o conhecimento aprofundado dessas partes permite a identificação de problemas e a possibilidade de corrigi-los de forma a melhorar a usabilidade e ergonomia do equipamento. Para isto, a Figura 24 abaixo demonstra alguns destes componentes e os descreve de forma breve.

Figura 24 - Descrição de componentes na serraria móvel.



Fonte: Do autor (2021).

A pesquisa, juntamente com as análises realizadas até então, destacam algumas partes que devem ter uma atenção especial, isso se dá devido a importância destas partes na operação de serrar a madeira e pelo fato de que sua utilização requer do operador atenção, esforço físico e cuidados com a segurança. Destas partes podemos destacar a tampa frontal, que protege os volantes e a lâmina, a régua de tamanho de corte, as pegas do avanço manual ou automático e a regulagem de altura de corte.

A parte frontal é uma peça inteira removível, com travas laterais ou manípulos com rosca para a fixação da mesma ao

equipamento. É uma parte de grande importância da máquina pois protege os volantes e é por onde a lâmina tem sua rotação. Qualquer tipo de manutenção, seja em quaisquer um desses componentes exige que a tampa deve ser removida, e para isso demanda do operador muito esforço físico e trabalho para a remoção.

A régua para visualização de tamanho de corte de madeira pode parecer confusa, e seu indicador de tamanho atual pode gerar confusão por erro de paralaxe, que é quando um erro que ocorre pela observação errada na escala de graduação devido ao ângulo do observador. As pegas para o avanço da máquina tanto na versão manual como na automática e do sistema de regulagem de altura possuem falhas ergonômicas, que resultam num momento de operação da máquina de desgaste físico e de desconforto.

2.6 ANÁLISE SINCRÔNICA

A análise sincrônica é utilizada para identificar e reconhecer o universo do produto em questão e evitar que existam reinvenções. Para serem comparados e analisados os itens devem ter critérios levantados em comum. Desse modo, as Figuras 25, 26, 27 e 28, a seguir se encontram as análises referentes a quatro serrarias móveis encontradas no mercado.

Figura 25 - Análise Serraria Móvel LT70 Super.

SERRARIA MÓVEL LT70 SUPER

LOCALIZAÇÃO: INDIANA / EUA

LARGURA MÁXIMA DE CORTE: 28 "

FABRICANTE: *Wood-Mizer*

- RECURSOS:**
- Controles através de joystick
 - Estabilizadores para permitir nivelamento no terreno
 - Carregamento de toras com braços hidráulicos
 - Sistema de lubrificação de lâminas
 - Descascador e removedor de sujeira



Equipamento mais completo do mercado atualmente, projetado para trabalhar em alta produção. O controle do equipamento se dá através de joystick e as informações são passadas ao operador através de uma tela. Sua operação é facilitada e exigem menos esforços físicos devido aos seus comandos hidráulicos que permitem a tora ser carregada, movimentada e rotacionada sem exigir esforço do operador.



PONTOS POSITIVOS

- Sistema de baixo esforço físico
- Processo automatizado
- Alta produtividade
- Linha de acessórios



PONTOS NEGATIVOS

- Produto de valor muito alto
- Produto não está disponível no Brasil
- Design

Fonte: Do autor (2021).

Figura 26 - Análise Serraria Móvel LT15.

SERRARIA MÓVEL LT15

LOCALIZAÇÃO: INDIANA / EUA

LARGURA MÁXIMA DE CORTE: 28 "(711 mm)

FABRICANTE: *Wood-Mizer*

- RECURSOS:**
- Serraria a gasolina, diesel ou elétrica
 - Pés de nivelamento
 - Suportes laterais de tora
 - Braço guia para lâmina
 - Manivela para ajuste de altura de corte
 - Sistema de lubrificação de lâminas



Equipamento de porte médio da empresa Woodmizer, possui um sistema de braço de guia que reduz e ajusta o curso da lâmina. Seu sistema de avanço é manual e se dá através de uma manivela que permite o equipamento cortar a madeira por toda sua extensão



PONTOS POSITIVOS

- Equipamento com três tipos de alimentação distintas.
- Manivela reguladora de tamanho de corte com fácil operação



PONTOS NEGATIVOS

- Equipamento que exige alto esforço físico
- Muita operação manual
- Design

Fonte: Do autor (2021).

Figura 27 - Análise Serraria Móvel HD38.

SERRARIA MÓVEL HD38

LOCALIZAÇÃO: EUA

LARGURA MÁXIMA DE CORTE: 35"/89cm

FABRICANTE:  NORWOOD

RECURSOS:

- Possui versão hidráulica ou manual
- Guia de ajuste de lâmina
- Altura de corte manual e verificado através de uma escala no equipamento
- Sistema de lubrificação de lâminas

Equipamento muito robusto, sua robustez se dá necessário pelo fato do equipamento serrar madeiras muito grandes, sua medida de corte é acima do normal de outras serrarias móveis. Tem como opção ser manual ou também automatizada com um sistema hidráulico.



PONTOS POSITIVOS

- Opção manual ou automatizada
- Design diferenciado



PONTOS NEGATIVOS

- Produto de valor muito alto
- Produto não está disponível no Brasil

Fonte: Do autor (2021).

Figura 28 - Análise Serraria Móvel ST800.

SERRARIA MÓVEL ST800

LOCALIZAÇÃO: Brasil

LARGURA MÁXIMA DE CORTE: 90cm

FABRICANTE:  SERRATORA

RECURSOS:

- Sistema de lubrificação de lâminas
- Operação automatizada
- Sistema hidráulico de carregamento de tora
- Homologada pelos órgãos de trânsito para circular em estradas.

Equipamento brasileiro automatizado, comando de operações eletro-eletrônicos. Possui um sistema de carregamento de toras hidráulico que permite carregar toras de até 4 toneladas. A serraria é movida a gasolina e conta com um reservatório de 28lts e consumindo a aproximadamente a média de 6,76 litros por hora.



PONTOS POSITIVOS

- Homologado para circular em estradas
- A automatização permite a máquina seja operada com menos esforço físico



PONTOS NEGATIVOS

- Falta de clareza de informações nas operações

Fonte: Do autor (2021).

Através dessas análises, foi possível observar que a opção de automatizar o processo resulta em menos esforço físico do operador para a realização do trabalho, mas ao mesmo tempo, afeta diretamente no valor do produto. Os equipamentos em geral apresentam em comum os mesmos problemas na falta de clareza para operação do equipamento, problemas de visibilidade, pegadas inadequadas para a função e exposição do operador à ambiente hostil.

2.7 REQUISITOS DE PROJETO

Para a etapa de Ideação do projeto é necessário estabelecer diretrizes, estas que irão orientar o processo e permitirão que as metas estabelecidas sejam alcançadas. Estas diretrizes são chamadas de requisitos de projeto, elas guiarão o processo criativo para que o produto satisfaça o usuário.

Os requisitos de projeto foram definidos a partir de toda pesquisa realizada até então. Na tabela 2, os requisitos estão dispostos de forma que estão classificados como desejáveis ou obrigatórios, além de seu objetivo e sua origem.

Tabela 2 - Requisitos de projeto

ORIGEM	REQUISITO	OBJETIVO	CLASSIFICAÇÃO
Análise de uso; OWAS	Sistema de carregamento	Facilitar o sistema de carregamento para que não necessite tanto esforço físico	Obrigatório
Análise de uso; OWAS	Ajuste da madeira	Facilitar o sistema de carregamento para que não necessite tanto esforço físico	Obrigatório
Análise estrutural	Remoção da tampa frontal	Facilitar a remoção da tampa para manutenção e retirada da lâmina	Obrigatório
Análise estrutural	Ajuste de altura de corte	Facilitar a visualização da altura de corte	Obrigatório
Entrevistas	Custos	Não aumentar muito o custo de produção	Obrigatório
Entrevistas, pesquisa inicial, ergonomia	Intuitivo	Facilitar o uso do equipamento impossibilitando o máximo de erros	Obrigatório
Entrevistas, pesquisa inicial, ergonomia	Manutenção	Facilitar a manutenção	Obrigatório
Insight do autor	Apelo estético	Melhorias estéticas no equipamento	Desejável
Entrevista, Análise estrutural	Materiais	Materiais leves	Desejável

Fonte: Do autor (2021).

Com os requisitos de projetos definidos na próxima etapa se dá o início da fase criativa de Ideação. É onde serão geradas alternativas e soluções para as necessidades encontradas até então.

3 IDEACÃO

Após concluir a fase de Imersão e tendo definido os requisitos de projetos, se inicia a fase de Ideação, esta etapa tem como objetivo gerar alternativas e desenvolver soluções. Para que isso aconteça são utilizadas ferramentas que permitem estimular a criatividade e gerar soluções inovadoras.

A fase de imersão possibilitou que fossem definidos pontos específicos do equipamento a serem trabalhados, que são os seguintes itens: 1) Sistema de carregamento de toras; 2) Painel de controle; 3) Tampa de proteção frontal; 4) Régua de tamanho de corte. Estes itens foram desenvolvidos no presente trabalho a fim de melhorias ergonômicas e estéticas, utilizando como base o modelo SMM4 de serraria móvel e poderá ser adaptado aos outros modelos de serrarias.

A fim de validar as alternativas geradas a equipe de engenharia da empresa MaquinaFort é consultada e sua experiência e opinião é levada em conta para que as idéias sejam levadas adiante.

3.1 DEFINIÇÃO DE PAINÉIS

Como forma de transformar detalhes e pontos importantes da pesquisa em algo mais visual, que inspire a criatividade são criados os painéis semânticos. Para isso foram criados quatro painéis: (1) conceito (2) estilo de vida, (3) tema visual e (4) expressão do produto.

3.1.1 Conceito

O painel de conceito (Figura 29) é responsável por representar através de imagens aquilo que o produto deseja caracterizar. Juntamente com as imagens, um texto auxiliar é elaborado para melhor expressar o conceito.

Figura 29 - Painel de conceito.



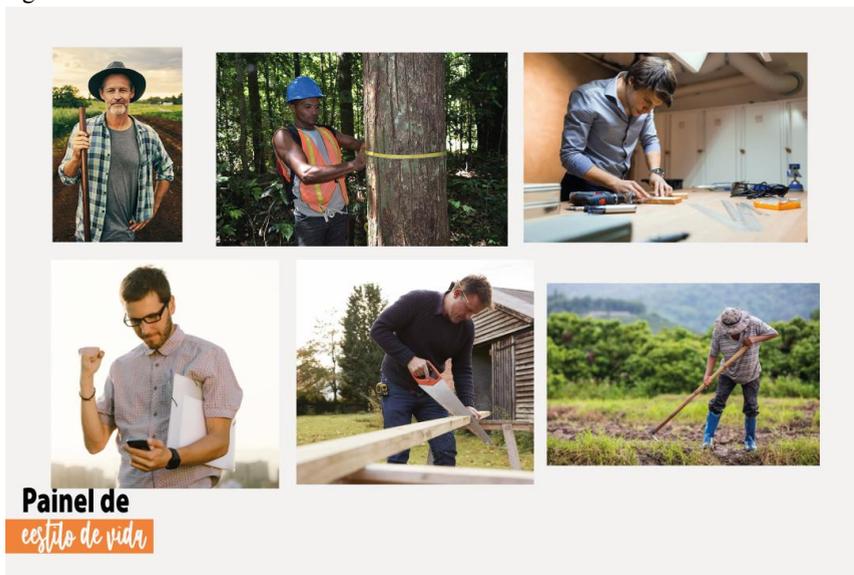
Fonte: Do autor (2021).

O conceito foi criado a partir da entrevista com o proprietário da empresa, onde foi expressado seu sentimento e sua visão em frente a empresa, com relação ao futuro, idéias e posicionamento de mercado. O painel de imagens juntamente com o texto auxiliar, reforça o desejo e intenção da empresa de atingir um nível de excelência e referência no mercado.

3.1.2 Estilo de vida

Este tipo de painel (Figura 30) serve para demonstrar os valores pessoais, sociais e tipo de vida dos usuários do produto. Para a montagem deste painel foram utilizadas informações levantadas em toda pesquisa de público e personas.

Figura 30 - Painel de estilo de vida.



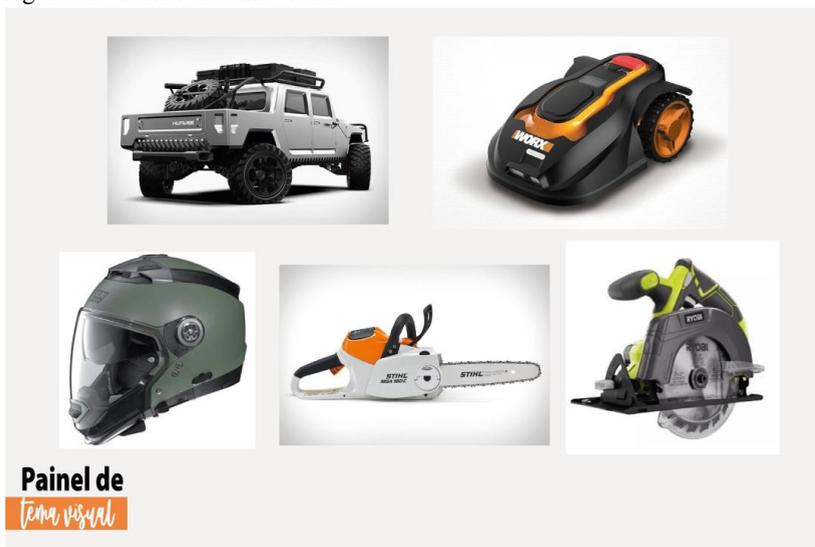
Fonte: Do autor (2021).

Este painel retrata através de imagens, a personalidade dos clientes e usuários do equipamento. Observa-se que o público do produto é do sexo masculino, porém, de personalidades, vivências e estilos de vida diferentes.

3.1.3 Tema visual

Através deste painel (Figura 31), são selecionados produtos de categorias diferentes, que expressam aspectos e características visuais a serem desenvolvidos nos produtos pretendidos.

Figura 31 - Painel de tema visual.



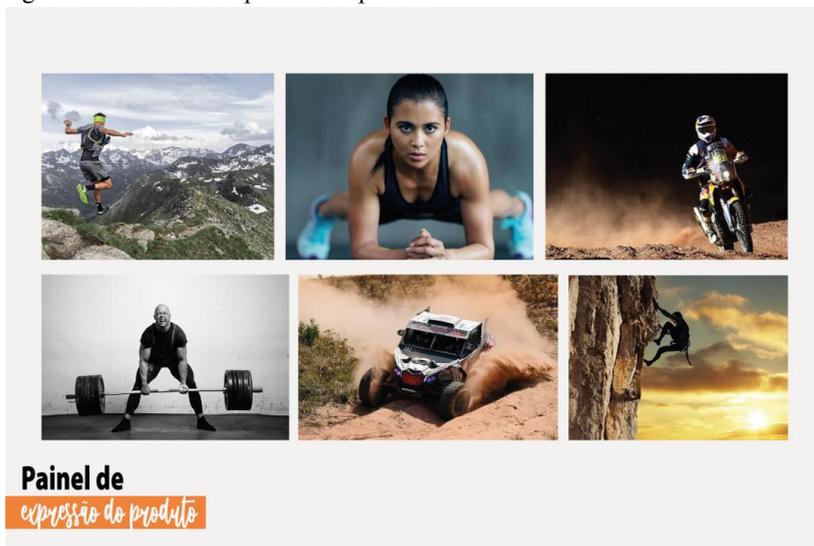
Fonte: Do autor (2021).

O painel do tema visual, permite que uma unidade visual seja definida, tal unidade e padronização de formas, são assimiladas e levadas para o desenvolvimento dos produtos pretendidos

3.1.4 Expressão do produto

O objetivo deste painel é representar, através das imagens, a expressão que o produto pretende demonstrar, sendo ela uma síntese do estilo de vida e transmite a emoção que o produto transmite.

Figura 32 - Painel de expressão do produto



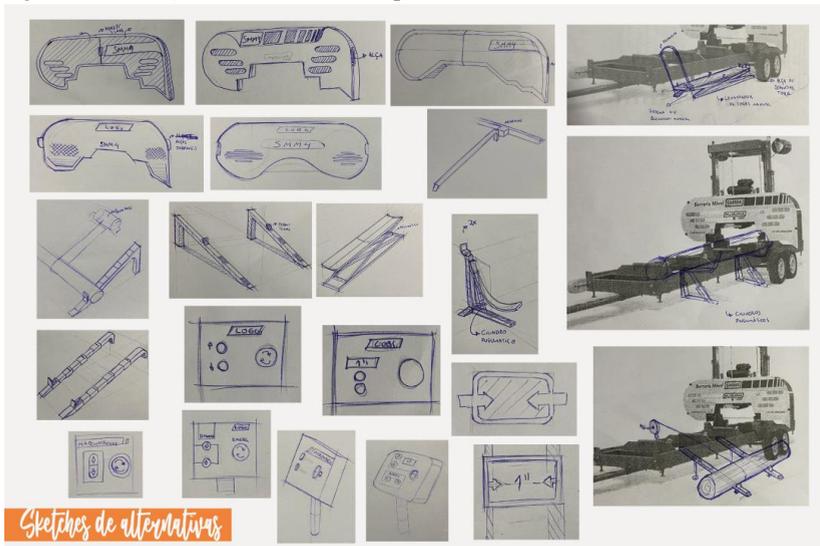
Fonte: Do autor (2021).

Para o painel de expressão do produto, foram escolhidas imagens que possam representar a força, resistência e capacidade de trabalho em condições adversas. Essas imagens são a expressão que o produto a ser desenvolvido deve demonstrar.

3.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

A geração de alternativas permite transformar as ideias concebidas a partir de toda pesquisa até então em desenhos, esses desenhos são o primeiro momento de transformação de uma ideia, um conceito em algo material. As alternativas foram geradas através de desenhos rápidos em folhas de papel, onde não precisam contar com uma grande qualidade gráfica, apenas o necessário para entendimento da alternativa para depois passar por um refinamento.

Figura 33 - Geração de alternativas de produtos.



Fonte: Do autor (2021).

A figura 33 demonstra 22 das alternativas principais geradas como solução, delas foram pelo autor 3 alternativas de cada produto para então serem trabalhadas como alternativa final.

3.3 DEFINIÇÃO DA ALTERNATIVA FINAL

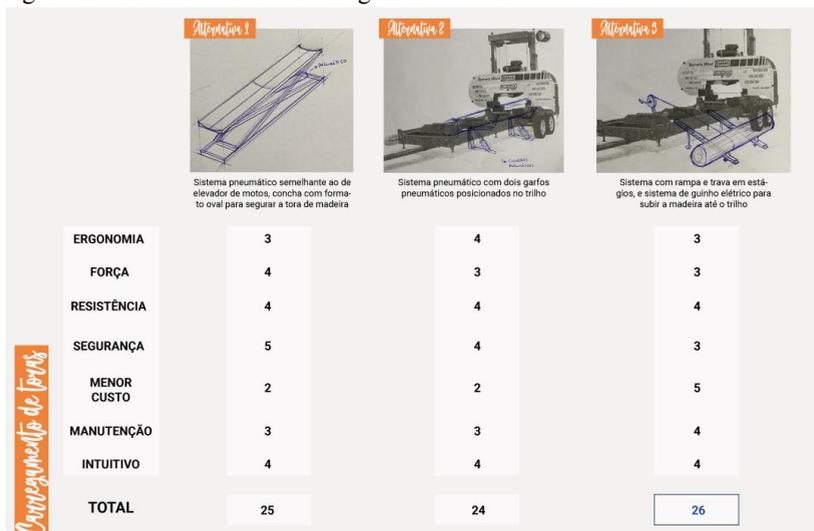
Para selecionar a alternativa que será trabalhada e desenvolvida como solução final do produto, foram utilizadas matrizes de decisões, essas matrizes têm como função pontuar cada alternativa conforme critérios, a pontuação varia de 1 à 5, onde 1 é a menor pontuação possível e significa que não atende os critérios e 5 como maior pontuação, e que a solução atende por completo o critério.

Todas alternativas selecionadas passaram por uma seleção que levou em consideração pontos, questionamentos e idéias do departamento de engenharia da MaquinaFort.

3.3.1 Sistema de carregamento de toras

As três alternativas selecionadas para a matriz de decisão foram selecionadas de acordo com os pontos levantados através de toda a pesquisa e a opinião dos engenheiros da empresa.

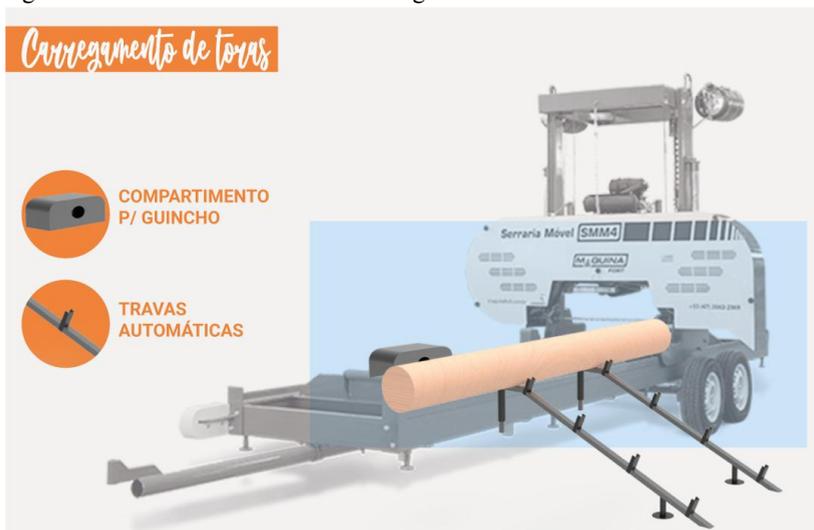
Figura 34 - Matriz de decisão carregamento de toras



Fonte: Do autor (2021).

A alternativa escolhida (Figura 35) consiste em um sistema de basicamente dois componentes sendo eles: 1) guincho; 2) rampa com travas. A presente alternativa tem seu funcionamento através de uma rampa com travas em estágios, onde a tora de madeira percorre a rampa ativando as travas impossibilitando a mesma de cair. Para puxar a tora até o trilho o guincho com um cabo de aço é acionado e realiza trabalho.

Figura 35 - Sketch alternativa final carregamento de toras.

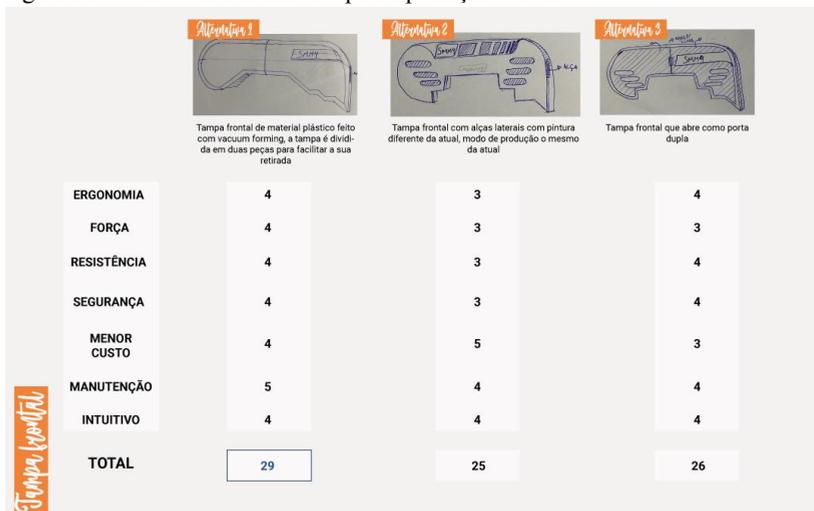


Fonte: Do autor (2021).

3.3.2 Tapa de proteção frontal

Em conversa com o departamento de engenharia, foi definido como preferência a forma parecida com a máquina atual, já que a mudança de formato implicaria em alterações de dimensionamento e posicionamento de outros componentes.

Figura 36 - Matriz de decisão tampa de proteção frontal



Fonte: Do autor (2021).

Para o desenvolvimento da tampa, foi escolhida a alternativa 1 (Figura 37). Esta solução consiste em uma tampa feita de polímeros através do processo de termoformagem. Esta tampa é dividida em duas partes e pode ser retirada do equipamento, através de pegas.

Figura 37 - Sketch da alternativa final da tampa.

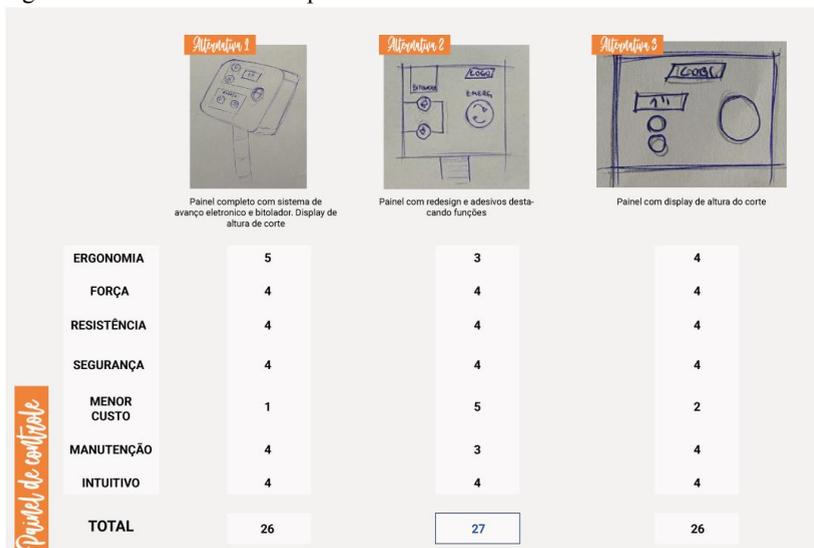


Fonte: Do autor (2021).

3.3.3 Painel de controle

Para o painel de controle, as alternativas selecionadas para a matriz apresentam características funcionais distintas entre si, onde temos um modelo mais simples com botão de emergência e regulagem da altura do bitolador até um sistema mais completo, que trabalha com o avanço da máquina e sensores digitais.

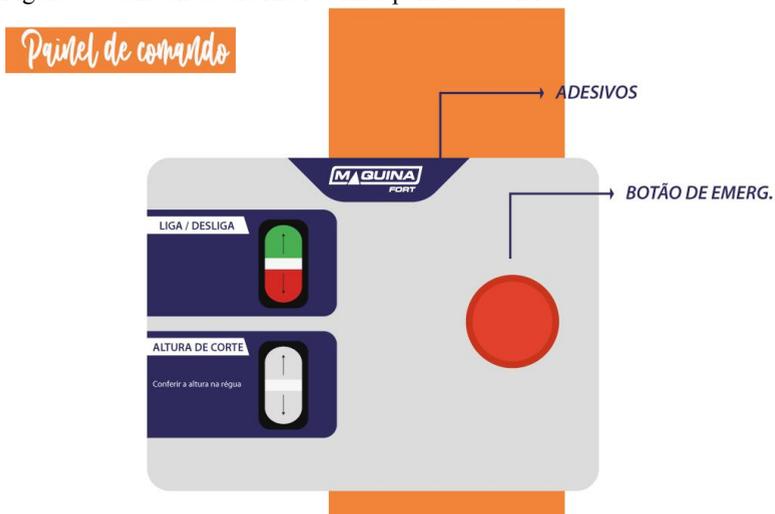
Figura 38 - Matriz de decisão painel de controle.



Fonte: Do autor (2021).

Neste caso, a alternativa escolhida (Figura 39) foi a mais simples devido principalmente ao seu custo. O painel contará com quatro botões sendo eles: 1) Liga/Desliga; 2) Sobe bitolador; 3) Desce bitolador; 4) Botão de emergência.

Figura 39 - Sketch da alternativa final painel de controle.

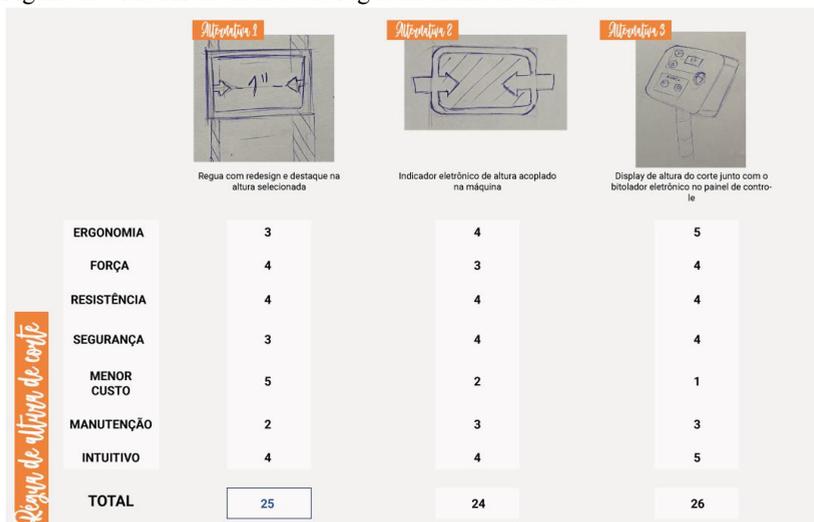


Fonte: Do autor (2021).

3.3.4 Régua de altura de corte

Para as alternativas (Figura 40) da régua de altura de corte, foram selecionadas duas opções digitais, com utilização de sensores e visor eletrônico, a opção restante foi um redesign da régua atual com o objetivo de facilitar a visualização.

Figura 40 - Matriz de decisão da régua de altura de corte.

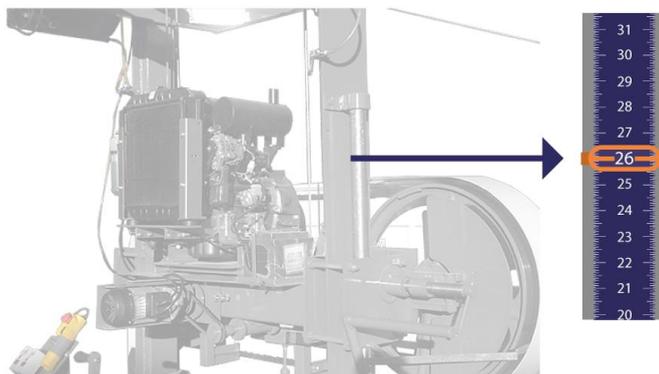


Fonte: Do autor (2021).

Apesar da alternativa 3 ter uma pontuação mais alta do que a alternativa escolhida (Figura 41), ela foi descartada por a opção de uma solução com utilização de tecnologia iria resultar em custos elevados de aplicação. A solução encontrada foi utilizar um redesign da régua e um acessório para destacar a altura selecionada.

Figura 41 - Sketch alternativa da régua de altura de corte.

Panel de comando

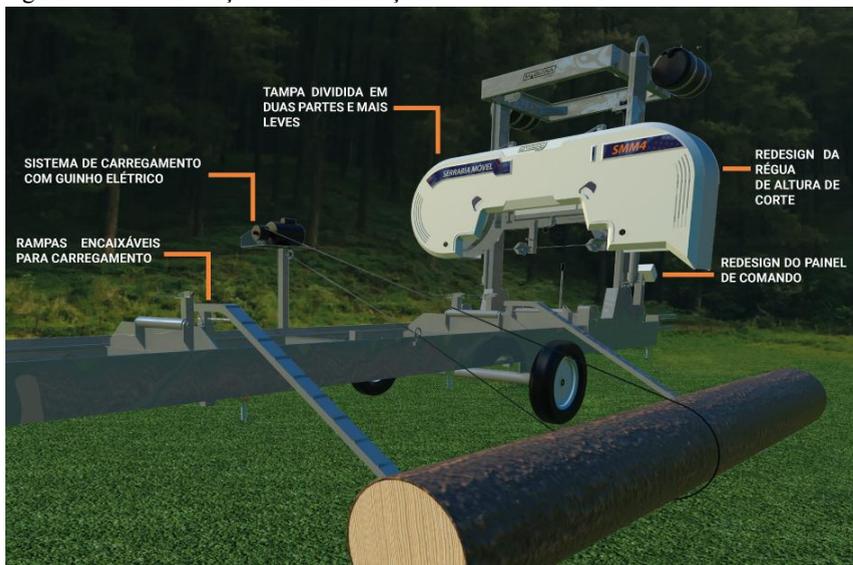


Fonte: Do autor (2021).

4 PRODUTO FINAL

A solução final (Figura 42) é focada em quatro partes distintas de utilização do equipamento, onde cada solução desenvolvida oferece ao operador menor esforço físico de trabalho, diminuição, prevenção de erros e acidentes.

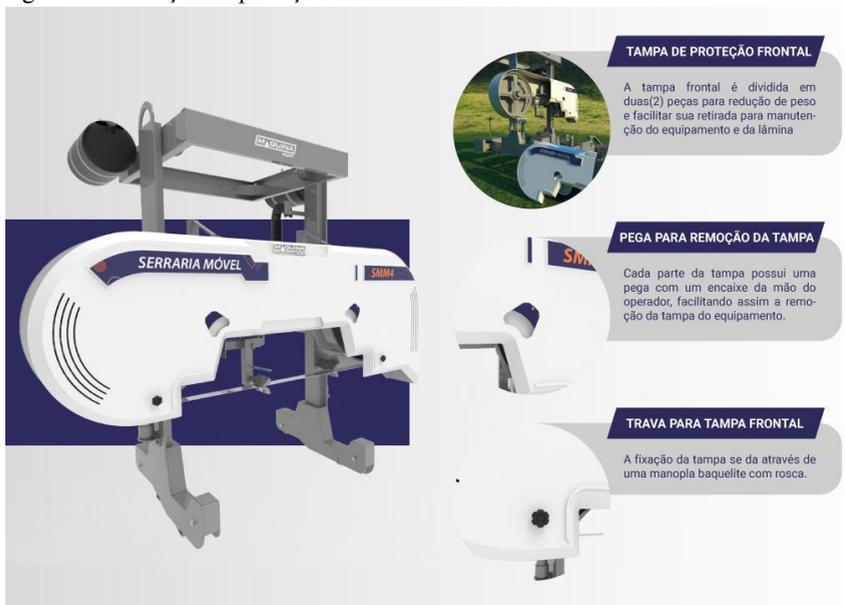
Figura 42 - Renderização final da solução.



Fonte: Do autor (2021).

A tampa de proteção frontal é uma parte do equipamento que por muitas vezes é removida, seja por manutenção preventiva, corretiva ou a troca da lâmina. Como solução(Figura 43) é desenvolvida uma tampa que é dividida em duas partes, são acrescentadas pegas para a sua remoção e é feita uma troca de material do aço por um termoplástico.

Figura 43 - Solução da proteção frontal.



Fonte: Do autor (2021).

Essas alterações permitem que a tampa fique mais leve, com um tamanho adequado e com pegas que facilitam sua remoção(Figura 44). A tampa pode ser recolocada no equipamento com facilidade através de travas com manopla rotativa e rosqueadas.

Figura 44 - Remoção da proteção frontal.



Fonte: Do autor (2021).

Novos adesivos foram desenvolvidos para compor o *design* da tampa frontal, as cores escolhidas se referem a identidade visual da marca MaquinaFort. A cor escolhida para a tampa é um tom de branco para dar contraste junto ao adesivo e ambiente de trabalho, destacando ainda mais o equipamento.

O carregamento da madeira no trilho, quando feito de forma manual, é o momento de maior esforço físico para o operador. Para facilitar esta etapa de operação foram elaboradas duas rampas de aço (Figura 45) que são encaixadas no trilho, ao longo das rampas existem travas que ajudam a madeira a não deslizar para o chão durante o trabalho de carregamento. Para levar a tora até o trilho, um guincho é acionado realizando o trabalho pesado.

A solução é desenvolvida para ser utilizada apenas no carregamento da tora, sendo desmontada e guardada após a utilização e assim podendo iniciar o corte da madeira.

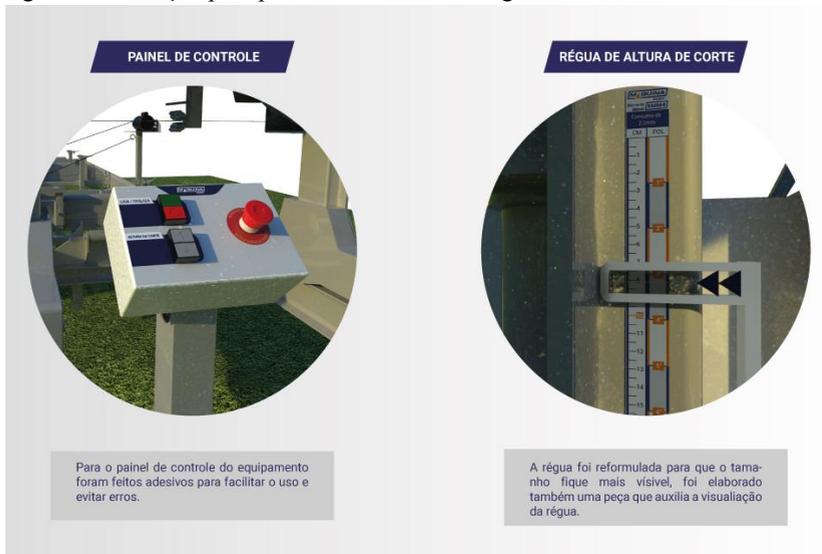
Figura 45 - Solução para carregamento de toras



Fonte: Do autor (2021).

As duas soluções restantes (Figura 46) são o painel de controle e a régua de altura de corte. O painel (Figura 47) é composto por três botões sendo eles: botão de emergência, botão liga/desliga e botão sobe/desce. A fim de melhorar sua usabilidade, ele passou por uma nova disposição dos botões no painel e colocação de adesivos que facilitem o entendimento de sua usabilidade.

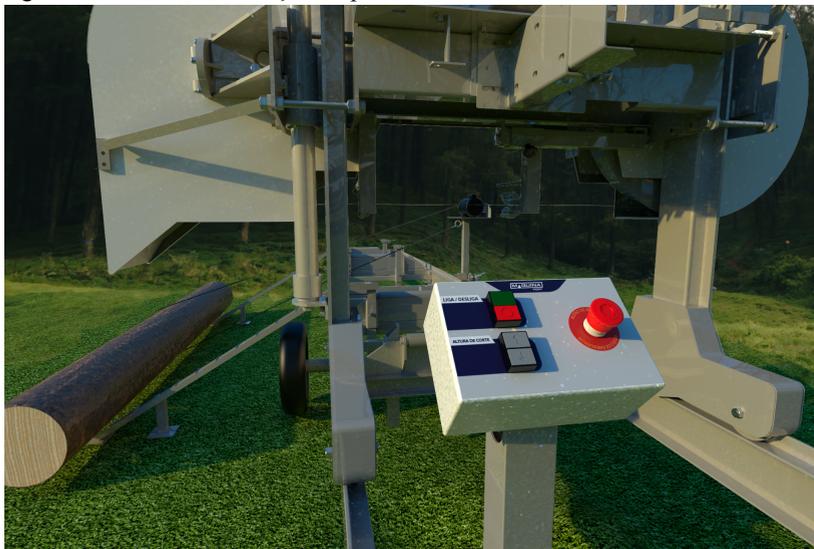
Figura 46 - Solução para painel de controle e a régua de altura de corte.



Fonte: Do autor (2021).

As cores escolhidas para o painel e régua são as mesmas utilizadas nos outros adesivos desenvolvidos para a tampa frontal, seguindo assim uma uniformidade e padrão conforme a identidade visual da MaquinaFort.

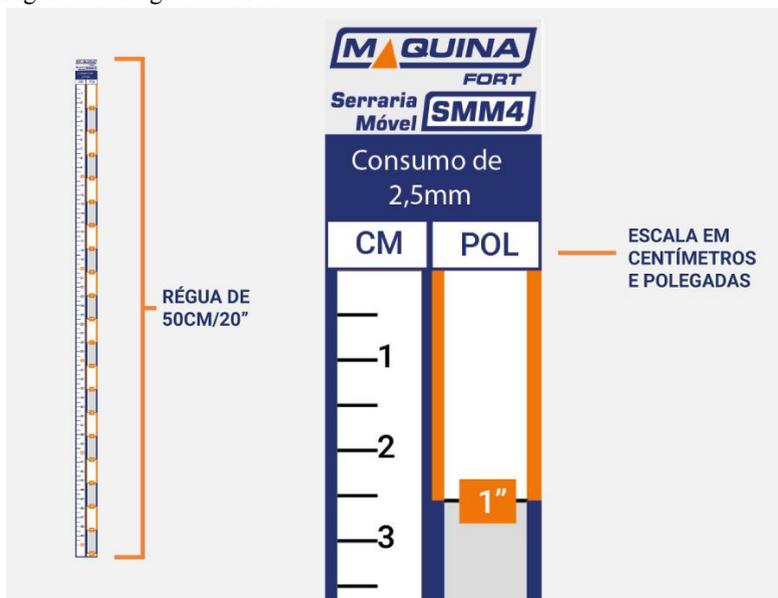
Figura 47 - Detalhe da solução do painel de controle



Fonte: Do autor (2021).

A régua (Figura 48) é utilizada como um gabarito para o tamanho de corte da madeira, para ele foram feitos um novo *design* facilitando seu entendimento e um acessório que facilita a visualização dos números. O acessório consiste em uma chapa metálica com uma chapa de policarbonato ao centro, assim o número presente na régua fica destacado aos demais.

Figura 48 - Régua de corte.



Fonte: Do autor (2021).

A forma de utilização da régua é de um gabarito, que serve apenas para orientação e padronização de tamanho do corte das tábuas, para isso foi definido um tamanho máximo da régua de 50 centímetros. Sua fixação no equipamento é através de imã, o mesmo sistema encontrado atualmente no equipamento.

4.1 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

A fabricação da tampa frontal é feita através do processo de termoformagem a vácuo, o que consiste em moldar as chapas dando forma ao contorno através do calor, pressão e vácuo. Conforme Serta e Rocha (2012) a termoformagem permite a utilização de equipamentos de menor custo, chapas de espessura reduzidas e a possibilidade de moldar superfícies maiores.

O polímero escolhido é o ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), segundo Leme *et al.* (2019) o ABS é um termoplástico constantemente utilizado nas indústrias, economicamente viável, leve e flexível, porém muito resistente e pode receber qualquer tipo de cor em sua pigmentação.

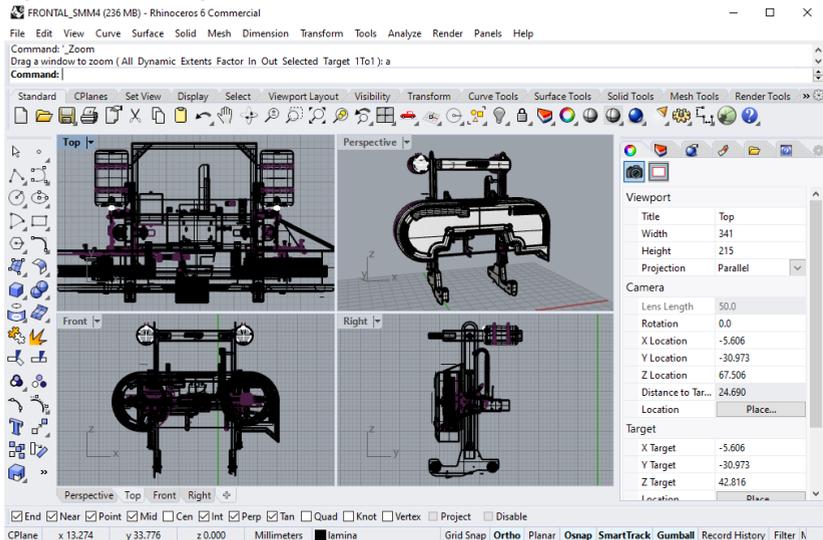
Para produção das rampas de carregamento será utilizado o aço SAE 1020 já que o mesmo é indicado para soldas das travas nas rampas. A chapa da rampa é uma viga “U” cortada e dobrada, processos que já são de conhecimento e utilização para a fabricação de seus equipamentos atualmente na MaquinaFort.

Os desenhos técnicos dos equipamentos desenvolvidos, podem ser encontrados nos apêndices do presente trabalho.

4.2 MODELAGEM 3D

Os itens desenvolvidos para o presente trabalho foram modelados em 3D através do software Rhinoceros 6 (Figura 49) e sua renderização em imagens realísticas no KeyShot 8.

Figura 49 - Modelagem 3D



Fonte: Do autor (2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o potencial do setor madeireiro no Brasil observa-se a oportunidade e potencial de mercado para sua exploração, pequenos e médios silvicultores procuram através de melhoramento genético, otimização de recursos, estratégias de plantio e de equipamentos para melhorar sua produtividade e rentabilidade.

A empresa MaquinaFort, ao perceber essa oportunidade desenvolveu uma linha de serraria móveis, produto que atrai o público do setor florestal devido à obtenção de retorno financeiro e à oportunidade de desdobrar a sua própria madeira de maneira fácil.

Para um equipamento se tornar preferência e referência aos olhos do consumidor, ele precisa entregar o máximo de benefícios possível, tendo em vista o trabalho da empresa, para tornar o equipamento sempre melhor, se observa a oportunidade de melhorias ergonômicas e de usabilidade do mesmo.

Tendo em vista os problemas identificados de saúde, devido a trabalho em posturas inadequadas e acidentes em serrarias, esse tipo de melhoria resulta em qualidade de vida e segurança para o operador. Um trabalhador com melhores condições de trabalho automaticamente é um trabalhador com maior rendimento.

Associando o conhecimento adquirido até então, com a experiência de ter realizado o estágio na empresa MaquinaFort é desenvolvido um conjunto de soluções, que entregam melhorias ergonômicas e de usabilidade, de forma que o custo de implementação não seja alto, possibilitando, assim, para a empresa agregar valor e qualidade aos seus equipamentos.

A solução proposta atende etapas diferentes da utilização do equipamento, que são: sua alimentação com a tora de madeira, regulação da altura e remoção da proteção frontal para devidos afazeres. Cada solução, para ser desenvolvida, contou com o conhecimento adquirido em toda pesquisa, conhecimento do público e da equipe de engenharia da empresa.

Observa-se como um ponto de interesse para aperfeiçoamento em outros trabalhos, e como continuação, a opção de se trabalhar o desenvolvimento de uma solução automatizada de carregamento e de operação da máquina, centralizando, assim, grandes partes do comando em um painel de comando podendo, assim, melhorar mais ainda a usabilidade do equipamento.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Carlos Dacio Pereira de. **Saúde, ambiente e território: distrito do Pântano do Sul, em Florianópolis, Santa Catarina.** 2000. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/78925>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2012.** 2013. Disponível em <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3887>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

BAHIA, Silvia Helena Arias; DINIZ, Carlos Teixeira; SOUZA, Marco Tulio de Souza; XAVIER, Stanley Soares. **Estudo epidemiológico do setor madeireiro atendido em uma unidade técnica de reabilitação profissional.** 2010. Disponível em <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-588492>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

BROWN, Tim. **Design Thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas idéias.** 1º edição. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2009. 249 p.

BEECH, Emily; RIVERS, M.; OLDFIELD, S; SMITH, P. P. **GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions.** 2017. Disponível em <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10549811.2017.1310049>>. Acesso em: 06 mar. 2021.

FALCÃO, Aline; DIAS; Adriana; SALDANHA, Mariana Fachin; FRANZ, Luis Antonio dos Santos. **Análise ergonômica do trabalho: o caso de uma serraria na metade sul do Rio Grande do Sul.** 2011. Disponível em <<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/download/920/442>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

FIEDLER, Nilton Cesar; GUIMARÃES, Pompeu Paes; ALVES, Rafael Tonetto; WANDERLEY, Fernando Bonelli . **Avaliação ergonômica do ambiente de trabalho em marcenarias no sul do Espírito Santo.** 2010. Disponível em

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622010000500016&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 16 mar. 2021.

FIEDLER, Nilton Cesar; RODRIGUES, Thiago Oliveira; MEDEIROS, Marcelo Brillhante de. **Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do DF.** 2006. Disponível em <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622006000100008&script=sci_arttext>. Acesso em: 16 mar. 2021.

FILATRO, Andrea; CAVALCANTI, Carolina Costa. **Design Thinking: na educação presencial, à distância e corporativa.** 1ª edição. Editora Saraiva, 2017. 272 p. ISBN 8547215786.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção.** 2ª Ed. São Paulo: Blucher, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS.** 2018. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?edicao=25472&t=sobre>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2019.** 2019. Disponível em <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2017.** 2017. Disponível em <<https://iba.org/eng/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorio-anual2017.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

KROEMER, Karl H. E. ; GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem.** 5ª edição. Bookman Editora, 2004. 328 p. ISBN 8536304375.

LEME, Pedro Henrique Gavioli; PARAÊNCIO, Luís Gustavo de Mello; PEREIRA, Jonathan Henkemeier; CAMARGO, Kaique de; JUNIOR, Paulo Sergio dos Santos; DA SILVA, Ruan Vitor De Souza Soares. **Projeto e estudo de um dispositivo de valorização de resíduo do polímero ABS.** 2019. Disponível em <<https://revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/view/13724>> Acesso em: 01 de set. 2021.

LOUMAN, Bastiaan; QUIRÓS, David; NILSSON, Margarita. **Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central.** 2001. Disponível em <<http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3971>>. Acesso em: 16 mar. 2021.

LOURENÇO, Paulo B.; BRANCO, Jorge M. **Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI 2001.** Disponível em <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/26503>>. Acesso em: 04 mar. 2021.

MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves ; DERETI, Rogério Morcelles ; WILCHES, Chang. das Estrela. **Primeiro protótipo da serraria móvel construído por meio da parceria Embrapa/Finep/Funpar/Gil: tecnologia em processo de validação.** 2007. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/314057/1/Circular145.pdf> > . Acesso em: 10 mar. 2021.

MAZZOCHIN, Marinez da Silva; ESPÍNDOLA, Carlos José. **O setor agroflorestal: dinâmica geoeconômica da produção madeireira no sul do Brasil.** 2014. Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1403868011_ARQUIVO_TrabalhoCompleto_Marinez_Mazzochin.pdf> . Acesso em: 10 mar. 2021.

MONTEIRO, Janne Cavalcante. **O processo de trabalho e o desencadeamento dos agravos à saúde dos trabalhadores rurais: um estudo ergonômico na agricultura familiar em Santa Catarina.** 2004. Disponível em: <

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88152>> . Acesso em: 12 abr. 2021.

PEREZ, Patrícia Lombardi; BACHA, Carlos José Caetano. **Mercado da madeira serrada**. 2006. Disponível em:<<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/download/35630/34431>> . Acesso em: 08 mar. 2021.

RIBEIRO, Natasha; SITO E, Almeida A.; GUEDES, Benard S. **MANUAL DE SILVICULTURA TROPICAL**. 2001. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/265221892_MANUAL_DE_SILVICULTURA_TROPICAL_MANUAL_DE_SILVICULTURA_TROPICAL> . Acesso em: 10 mar. 2021.

SERTA, Gabriel Villela; ROCHA, Juliano dos Santos. **Termoformadora a vácuo automatizada**. 2012. Disponível em:<<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/936>> Acesso em: 01 set. 2021

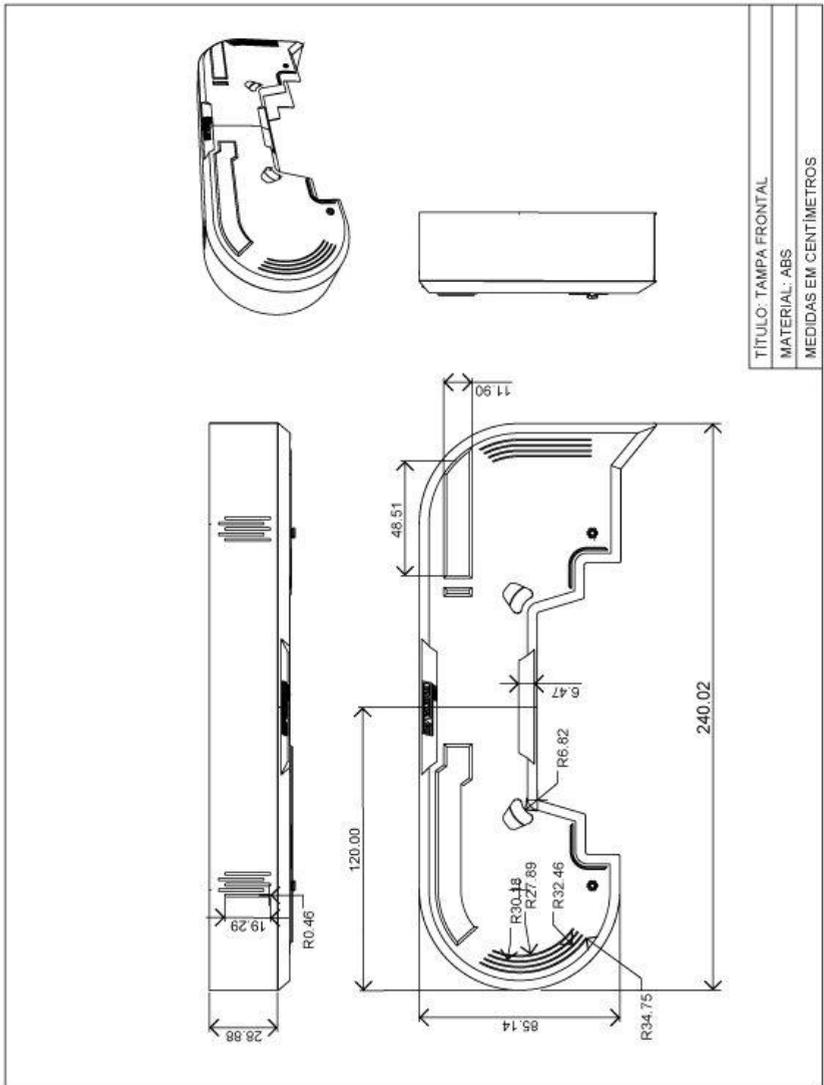
SOBIERAY, Theophilo N. C.; NOGUEIRA, Marta Cristina de Jesus Albuquerque; DURANTE, Luciane Cleonice; LAMBERT, José Antonio. **Um estudo sobre o uso de equipamentos de proteção coletiva como prevenção de acidentes em indústrias madeireiras de Mato Grosso**. Disponível em <<https://seer.furg.br/remea/article/view/3553>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

STICKDORN, Marc; SCHNEIDER, Jakob. **Isto é Design Thinking de Serviços: Fundamentos, Ferramentas, Casos**. 2014. Bookman, 380 p.

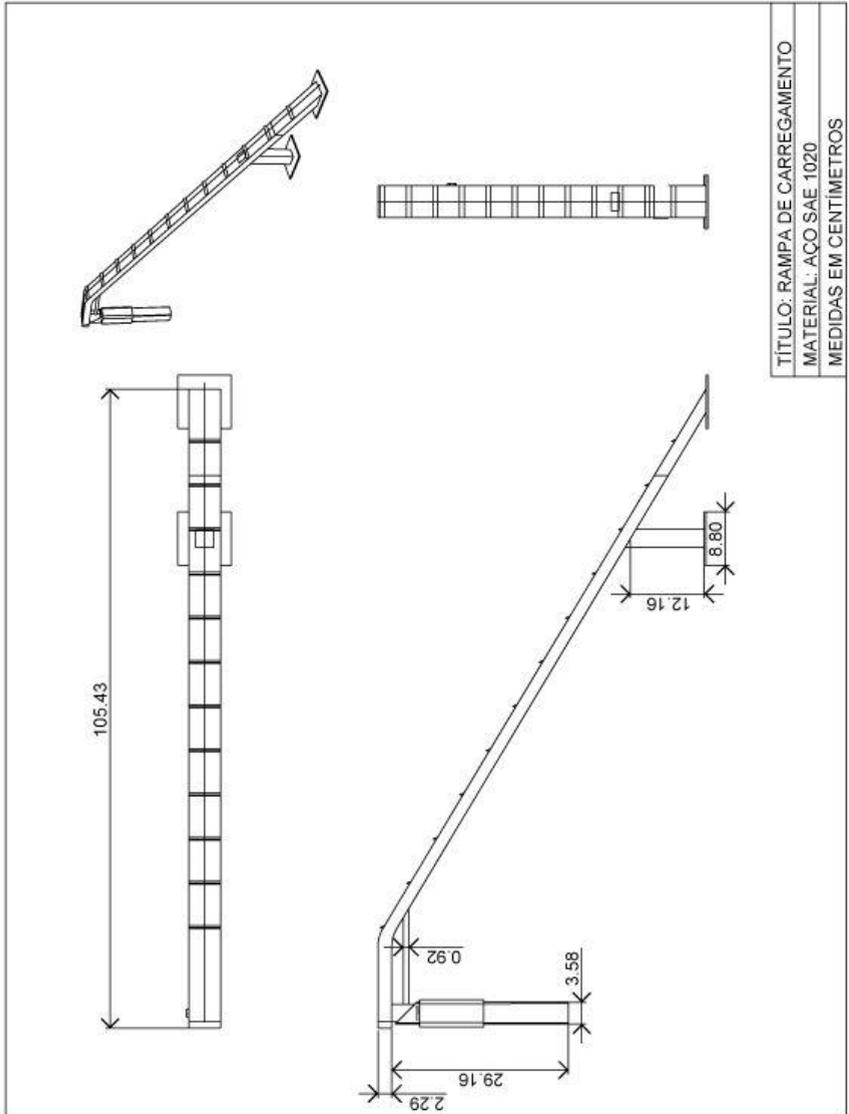
TILLEY, Alvin R.; DREYFUSS, Henry. **The Measure of Man and Woman: Human Factors in Design**. 2001. John Wiley & Sons. 98 p.

VIANNA, Maurício; VIANNA, Ysmar; ADLER, Isabel K.; LUCENA, Brenda; RUSSO, Beatriz. **Design Thinking: Inovações em Negócios**. Rio de Janeiro: Mjp Press, 2012. 162 p.

APÊNDICE A - Desenho técnico



APÊNDICE B - Desenho técnico



APÊNDICE C - Desenho técnico

