

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA - CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - RAU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA

RAFAEL DE SOUZA

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO MECÂNICO DE MOVIMENTAÇÃO E
INSERÇÃO DE DUTOS DE BARRAS EM QUADROS ELÉTRICOS.

JARAGUÁ DO SUL
JUNHO DE 2022

RAFAEL DE SOUZA

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO MECÂNICO DE MOVIMENTAÇÃO E
INSERÇÃO DE DUTOS DE BARRAS EM QUADROS ELÉTRICOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do Campus Jaraguá do Sul – Rau, do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Fabricação Mecânica.

Orientador: Profº Gil Magno Portal Chagas, Dr.

JARAGUÁ DO SUL
JUNHO DE 2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
por meio do programa de geração automática do Câmpus Rau, do IFSC

Souza, Rafael de
**Desenvolvimento de um dispositivo de movimentação
e inserção de dutos de barras em quadros elétricos / Rafael
de Souza ; orientação de Gil Magno Portal Chagas.**
Jaraguá do Sul, SC, 2022.
55 p.

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul -
Rau. Tecnologia em Fabricação Mecânica. .
Inclui Referências.**

**1. Desenvolvimento de Produto. 2. Duto. 3. Montagem.
4. Ergonomia. I. Magno Portal Chagas, Gil. II. Instituto
Federal de Santa Catarina. . III. Título.**

RAFAEL DE SOUZA

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO MECÂNICO DE MOVIMENTAÇÃO E
INSERÇÃO DE DUTOS DE BARRAS EM QUADROS ELÉTRICOS.

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em
Fabricação Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo
indicada.


Jaraguá do Sul, 22 de junho de 2022.



Prof. Gil Magno Portal Chagas, Dr.
Orientador
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Edson Sidnei Maciel Teixeira, Dr.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Profa. Lidiane Gonçalves de Oliveira, Me.
IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU

A minha filha e esposa que sempre me apoiaram nesta caminhada, que tanto se orgulham de mim por mais esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradecer aos professores e meu orientador que foram fundamentais neste período de aprendizado, juntamente com os colaboradores da seção Montagem Mecânica e seção de Projetos BT e Naval que dispuseram de seu tempo e ideias para auxiliar no trabalho.

A persistência é muito importante. Você não deve desistir,
a menos que seja forçado a renunciar.

(Elon Musk, 2019)

RESUMO

Atualmente, com a busca de melhores condições de trabalho para os colaboradores e a adequação de processos para apresentar maior ergonomia e segurança, para os colaboradores envolvidos. O trabalho em questão possui o objetivo de utilizar a metodologia de desenvolvimento de produto para desenvolver um dispositivo que seja capaz de melhorar o processo de montagem de dutos de barras em quadros elétricos CCM em uma empresa do norte de Santa Catarina. A metodologia foi aplicada para obter dados e informações necessários onde foi possível identificar os requisitos de cliente e de projeto e com isso atender as expectativas do cliente quanto a solução do problema. Para realizar a modelagem do dispositivo, foi utilizado o software *SolidWorks* o qual foi disponibilizado pela empresa, auxiliando no desenvolvimento do trabalho. Através da aplicação da metodologia de desenvolvimento de produto o estudo mostra de forma clara e objetiva que conseguiu-se chegar ao final do trabalho com um produto satisfatório. Com isso, os resultados obtidos pelo trabalho atenderam às expectativas da empresa e solucionou o problema pela falta de um dispositivo adequado ao processo de montagem.

Palavras-Chave: Desenvolvimento de Produto. Duto. Dispositivo. Montagem. Ergonomia.

ABSTRACT

Currently, with the search for better working conditions for employees and the adequacy of processes to present greater ergonomics and safety, for the employees involved. The work in question has the objective of using the product development methodology to develop a device that is capable of improving the process of assembly of bar ducts in CCM electrical panels in a company in the north of Santa Catarina. The methodology was applied to obtain data and information needed where it was possible to identify the customer and project requirements and thereby meet the customer's expectations regarding the solution of the problem. To perform the modeling of the device, the SolidWorks software was used, which was made available by the company, assisting in the development of the work. Through the application of the product development methodology, the study clearly and objectively shows that it was possible to reach the end of the work with a satisfactory product. With this, the results obtained by the work met the company's expectations and solved the problem by the lack of a device suitable for the assembly process.

Keywords: Product Development. Duct. Device. Mounting. Ergonomics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases do processo de desenvolvimento.....	17
Figura 2: Movimento Corporal.....	22
Figura 3: Quadro elétrico CCM.....	24
Figura 4: Duto de barras montado.....	25
Figura 5: Layout da parcial da seção.....	25
Figura 6: Procedimento de inserção de dutos atual.....	26
Figura 7: Matriz de Qualidade QFD.....	31
Figura 8: Fluxograma Função Global.....	34
Figura 9: Conceito Dispositivo no SolidWorks.	38
Figura 10: Produto final.....	39
Figura 11: Estrutura Principal.	40
Figura 12: Suporte Central de Regulagem Horizontal.....	40
Figura 13: Sistema de engate do duto no dispositivo.....	41
Figura 14: Sistema central do Dispositivo.....	42
Figura 15: Simulação de montagem.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Requisitos do Cliente.....	28
Tabela 2: Requisitos do Projeto.....	29
Tabela 3: Diagrama de Mudge.....	29
Tabela 4: Hierarquia de Requisitos.....	30
Tabela 5: Especificações de Projeto.....	32
Tabela 6: Matriz Morfológica.....	35
Tabela 7: Concepções.....	36
Tabela 8: Matriz de Decisão.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCM – Centro de controle de motores

QFD – (Quality Function Deployment) Implantação da função de qualidade

QVT - Qualidade de vida no trabalho

CAD – “Computer Aided Design” Desenho Assistido por Computador

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral.....	15
1.1.2 Objetivo específico	15
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 Desenvolvimento de Produto	16
2.1.1 Planejamento do Projeto	18
2.1.2 Projetação	18
2.1.3 Implementação	20
2.2 Ergonomia	21
2.3 Norma Regulamentadora 17 (NR-17)	22
3. DESENVOLVIMENTO	24
3.1 Atividade	24
3.2 Declaração e definição do Escopo do Projeto.....	27
3.3 Análise de riscos	27
3.4 Projeto informacional.....	27
3.4.1 Requisitos do cliente.....	27
3.4.2 Requisitos de Projeto.....	28
3.4.3 Diagrama de Mudge, hierarquia de requisitos	29
3.4.5 Matriz de qualidade ou QFD	30
3.4.6 Especificações de projeto.....	31
3.5 Projeto Conceitual.....	33
3.5.1 Estrutura funcional.....	33
3.5.2 Fluxograma Função Global	34
3.5.3 Matriz Morfológica	34
3.5.4 Concepções.....	36
3.5.5 Matriz de decisão.....	37
3.6 Projeto detalhado	38
3.6.1 Produto final	38
3.6.2 Estrutura Principal	39
3.6.3 Suporte central para regulagem horizontal.....	40
3.6.4 Sistema para engate do duto no dispositivo	41
3.6.5 Sistema central do dispositivo.	42
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	43

5 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46
APÊNDICE A – Dispositivo de inserção de dutos.....	48
APÊNDICE B – Dispositivo de inserção de dutos.....	49
APÊNDICE C – Estrutura principal.	50
APÊNDICE D – Dispositivo central de fixação.....	51
APÊNDICE E – Suporte central de para regulação horizontal.	52
APÊNDICE F – Sistema para engate do duto no dispositivo.....	53
ANEXO – Solicitação de Autorização para Pesquisa.	54

1 INTRODUÇÃO

Para Rozenfeld et al. (2006) o desenvolvimento de produto consiste no conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades do cliente e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, se chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo.

O desenvolvimento de produto envolve muitas atividades a serem executadas por diversos profissionais de diferentes áreas da empresa tais como Marketing, Pesquisa & Desenvolvimento, Engenharia do Produto, Suprimentos, Manufatura e Distribuição, cada uma vendo o produto por uma perspectiva diferente, mas que são complementares. Essa particularidade exige que essas atividades, e suas decisões relacionadas, sejam realizadas em conjunto e de forma integrada, evidenciando a necessidade de se estruturar um processo específico que reúna esse conjunto de atividades a serem planejadas e gerenciadas de forma dedicada. O processo de pesquisa e desenvolvimento normalmente realiza atividades de pesquisa voltadas para o desenvolvimento ou domínio das tecnologias, ou seja, soluções baseadas em fenômenos físicos e químicos voltadas para a solução de problemas bastante específicos. O resultado deste processo é o domínio da tecnologia, isto é, conhecimentos e soluções tecnológicas que serão utilizadas para o atendimento do cliente final (ROZENFELD et al. 2006).

Em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, as atividades de desenvolvimento de produto tradicionalmente se concentram em grande parte nas adaptações e melhorias de produtos existentes. Onde a busca por melhores condições de trabalho e ergonomia entram em conjunto com a busca pelo aumento da capacidade produtiva e a melhoria das condições de trabalho dos colaboradores envolvidos no processo (ROZENFELD et al. 2006).

O principal foco da ergonomia é trazer, de maneira eficaz, técnicas adaptativas para facilitar as atividades diárias dos trabalhadores, trazendo maior qualidade de vida, buscando prevenir patologias que podem surgir por esforço repetitivo, melhorando o rendimento dos colaboradores junto às empresas, através do desenvolvimento de ações que trarão benefícios para os mesmos (MELATTI, 2014).

Dentro desse cenário, foi notada uma necessidade ergonômica na montagem

dos dutos de barras no momento da inserção na estrutura do quadro elétrico, e desta forma foram avaliados os aspectos, como peso de 40 Kg, dimensão de dois metros que dificultam esta operação na linha de montagem de quadros elétricos tipo CCM, com objetivo de propor uma solução coerente para melhorar a qualidade de vida e da atividade laboral a ser desenvolvida pelo colaborador.

Considerando estes aspectos se fez necessário o desenvolvimento de um dispositivo utilizando a metodologia de desenvolvimento de produto que seja capaz de movimentar e inserir o duto em uma única operação substituindo o trabalho braçal, exigindo menos esforço físico e reduzindo os tempos de deslocamento e montagem. Atualmente este processo demanda dois operadores e muito esforço físico, que podem gerar lesões, comprometendo a integridade dos mesmos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo desenvolver o conceito detalhado utilizando ferramentas de desenvolvimento de produto e ferramentas CAD, a fim de obter um dispositivo que seja capaz de auxiliar o processo de montagem de duto de barras, montados em quadros elétricos produzidos pela empresa, melhorando a ergonomia e segurança dos operadores.

1.1.2 Objetivo específico

Para alcançar o objetivo geral do trabalho foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma avaliação da linha de montagem para definir as características e dimensões do dispositivo juntamente com a equipe de montagem formada pelos operadores e preparadores;
- Realizar uma avaliação detalhada das peças a serem transportadas e montadas a fim de obter os parâmetros para desenvolver o conceito do dispositivo;
- Realizar um projeto conceitual e detalhado com a criação de um protótipo virtual 3D.

2 REVISÃO DA LITERATURA

De modo geral, desenvolver produto consiste no conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, se chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo. É necessário acompanhar o produto após o lançamento para se realizar as eventuais mudanças necessárias nessas especificações, planejar a descontinuidade do produto no mercado e incorporar, no processo de desenvolvimento, as lições aprendidas ao longo do ciclo de vida do produto (ROZENFELD et al., 2006).

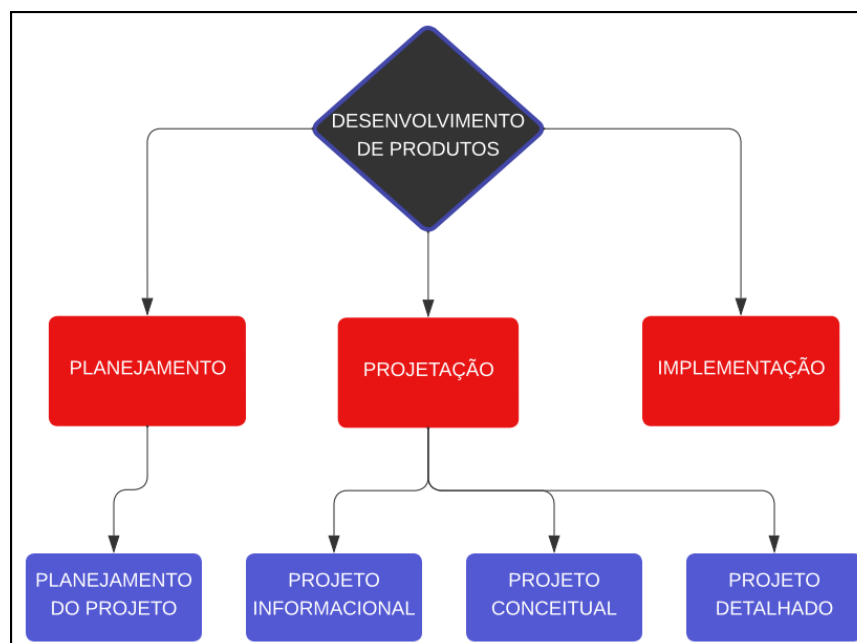
2.1 Desenvolvimento de Produto

Para Rozenfeld et al. (2006), o processo de desenvolver um produto é um conjunto de atividades por meio das quais se busca chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção.

O sucesso de um projeto depende muito da forma e sistemas utilizados para desempenhar cada passo, tendo em vista que o profissional aplique seus conhecimentos para a solução de problemas técnicos e, posteriormente, aperfeiçoar estas soluções.

Segundo Romano (2003), no processo de desenvolvimento de produto existe uma variedade de atividades e torna necessário à sua subdivisão para ser melhor compreendido, caracterizado e controlado dentro do processo. Desta maneira, entende-se que a subdivisão das macrofases de elaboração dos projetos do produto de manufatura em quatro fases é bastante adequada.

Figura 1: Fases do processo de desenvolvimento.



Fonte: Adaptado de Romano (2003).

A figura 1 apresenta as etapas do processo de desenvolvimento de produto, segundo Romano (2003), que envolve o planejamento, projeção e implementação.

O planejamento deve ser o ponto inicial de um projeto que deseja ser elaborado. É o momento em que são elaboradas as diretrizes importantes para que o andamento do projeto tenha sucesso.

A projeção contém três fases, que são o projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado.

A fase do projeto informacional, que possui como objetivo estabelecer as especificações de projeto do produto, onde se inicia com a pesquisa de informações sobre o tema do projeto e encerra com o estabelecimento das especificações de projeto do produto.

A fase seguinte, o projeto conceitual, tem como objetivo estabelecer a concepção que satisfaz as especificações solicitadas para o projeto. Devendo iniciar com a verificação do problema e encerrar com a avaliação e seleção das concepções que se demonstrem mais eficientes.

A terceira fase é o projeto detalhado, onde são obtidas as concepções do produto, nesta fase estão envolvidas a elaboração preliminar de desenhos de formas, seleção de materiais e de processos de fabricação e também leiautes necessários.

A macrofase de implementação é onde acontece a execução do plano de produção do produto já visando a finalização do projeto. Nesta macrofase o resultado

da Projeção é executado, ou seja, a produção para um cliente específico ou lançamento do novo produto no mercado. Esta macrofase não será realizada neste trabalho.

2.1.1 Planejamento do Projeto

Os membros da equipe envolvidos no planejamento devem possuir a visão das estratégias adotadas pela empresa ou responsáveis, para que venham a entender que o comprometimento com os recursos designados para os projetos que serão desenvolvidos é extremamente importante (BACK et al., 2008).

Conforme Rozenfeld et al. (2006), o planejamento de um projeto é a tarefa onde são definidas características e funções do produto baseando-se nos princípios básicos de aplicação ao qual o produto será empregado, deixando-se compreensível o que será entregue ao cliente.

2.1.2 Projeção

Para Romano (2003), a projeção envolve a elaboração do projeto do produto e de um plano de manufatura, se decompõe em três fases sendo estas Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado.

Para Rozenfeld et al. (2006), após concluído o planejamento do produto, as informações obtidas e diretrizes do projeto permitem que se tenha uma visão de viabilidade econômica e técnica para as próximas etapas. Mediante o conhecimento dessas informações, a equipe de projeto dá início ao projeto informacional. Para Romano (2003), esta fase inicia-se com a definição das especificações do projeto do equipamento, onde acontecem reuniões ou encontros para apresentação do plano para o projeto a ser desenvolvido.

Para estabelecer as especificações de projeto são identificadas, primeiramente, as necessidades dos clientes e/ou usuários, sendo estas desdobradas em requisitos dos clientes. A partir dos requisitos dos clientes são definidos os requisitos de projeto, considerando diferentes atributos como: funcionais, ergonômicos, de segurança, de confiabilidade, de modularidade, estéticos, legais, entre outros (ROMANO, 2003).

Dos requisitos de projeto derivam as especificações de projeto, ou seja, os objetivos a que o dispositivo a ser projetado deve atender. De posse das

especificações de projeto, são definidos: os fatores de influência no plano de manufatura, a estratégia para o envolvimento de fornecedores de componentes e as informações sobre o custo meta da máquina. Antes da aprovação das especificações de projeto, as mesmas são avaliadas quanto ao atendimento ao escopo do projeto (ROMANO, 2003).

Para Rozenfeld et al. (2006), diferentemente da fase de projeto informacional, que trata basicamente da aquisição e transformação de informações, na fase de projeto conceitual as atividades da equipe de projeto relacionam-se com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto.

Dentre as ferramentas utilizadas no projeto informacional o QFD é originário do Japão que tem a finalidade de satisfazer as necessidades dos clientes a partir de suas próprias percepções, com foco na qualidade exigida pelo cliente (MELO FILHO et al., 2007).

Outra ferramenta é diagrama de Mudge, que permite a comparação dos requisitos do cliente em função de duas em duas, buscando ordená-las por sua relevância, através da hierarquia de requisitos. (ROCCO et al., 2007).

A busca por soluções já existentes pode ser feita pela observação de produtos concorrentes ou similares descritos em livros, artigos, catálogos e bases de dados de patentes. O processo de criação de soluções é livre de restrições, porém direcionado pelas necessidades, requisitos e especificações de projeto do produto e auxiliado por métodos de criatividade. A representação das soluções pode ser feita por meio de esquemas, croquis e desenhos que podem ser manuais ou computacionais, e é muitas vezes realizada em conjunto com a criação. A seleção de soluções é feita com base em métodos apropriados que se apoiam nas necessidades ou requisitos previamente definidos (ROZENFELD et al., 2006).

Segundo Romano (2003), para atingir o propósito da fase de projeto conceitual, são realizadas diversas tarefas que buscam estabelecer a estrutura funcional, que consiste na formulação do problema ainda realizada de maneira abstrata, através das funções que o produto terá que realizar, independentemente de qualquer particularidade, podendo ser gerando um fluxograma para melhor visualização e entendimento da estrutura funcional, com a estrutura funcional selecionada, inicia-se o desenvolvimento de concepções alternativas.

A matriz morfológica é uma das ferramentas mais adequadas para que se realize a combinação dos princípios de solução, colocando-se na primeira coluna,

cada uma das funções da estrutura funcional e, nas colunas ao lado, procura-se criar o as possíveis soluções para cada função, o que posteriormente, forma-se os princípios de solução totais. Esses são representados de maneira genérica, não muito específica e podem ser apresentados de diferentes formas, sendo elas: descrições textuais, croquis, diagramas de bloco, entre tantas outras maneiras existentes (ROZENFELD et al., 2006).

As concepções são alternativas que possibilite a pré-seleção das mais promissoras. Sobre estas são desenvolvidos modelos do produto (físicos ou virtuais) que atendem às especificações de projeto. Para a elaboração dos princípios de solução pode-se empregar diversos métodos como auxílio ao desenvolvimento criativo de novas concepções (ROMANO, 2003).

Para realizar a avaliação das diversas alternativas de concepções, a matriz de decisão é a mais utilizada. Permite que as alternativas e os critérios de avaliação sejam adicionados, respectivamente, na primeira linha e na primeira coluna. Esses critérios podem ser todas ou apenas algumas das especificações (ROZENFELD et al., 2006).

A última fase do processo de projeção é o projeto detalhado. Segundo Rozenfeld et al. (2006), o projeto detalhado dá prosseguimento à fase anterior, e tem como objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, para então serem encaminhados à manufatura e às outras fases do desenvolvimento. Nesta fase se busca melhores processos para transformar o leiaute definitivo do produto em informações que caracterizam detalhadamente as soluções desenvolvidas e que possibilitam a sua realização física e resolução do problema.

A partir do detalhamento do projeto pode ser feita a construção e a montagem do protótipo ou até mesmo o produto final, dependendo da necessidade. Nesta fase é obtido os desenhos dos componentes e conjuntos finais e a documentação para que seja possível realizar a fabricação do produto (ROZENFELD et al., 2006).

2.1.3 Implementação

A macrofase de Implementação é responsável pela execução do plano de produção do produto e o encerramento do projeto. É neste momento que o resultado da Projeção é executado por meio de providências tangíveis, no caso a produção e posteriormente lançamento do novo produto no mercado.

2.2 Ergonomia

Chiavenato (2004) registra que a qualidade de vida dos colaboradores é diretamente afetada pelas condições de trabalho que lhes são impostas diariamente. Um posto de trabalho adequado às atividades e a boa postura não só ajudam na produtividade como auxiliam na prevenção de eventuais acidentes e patologias que venham surgir ao longo do tempo.

O estudo da adaptação do ambiente de trabalho ao homem, conhecido como ergonomia, intensificou-se no século XX, após a Segunda Guerra Mundial. A ergonomia é responsável por preparar, monitorar e corrigir o trabalho para o colaborador, evitando possíveis falhas após a realização de suas atribuições

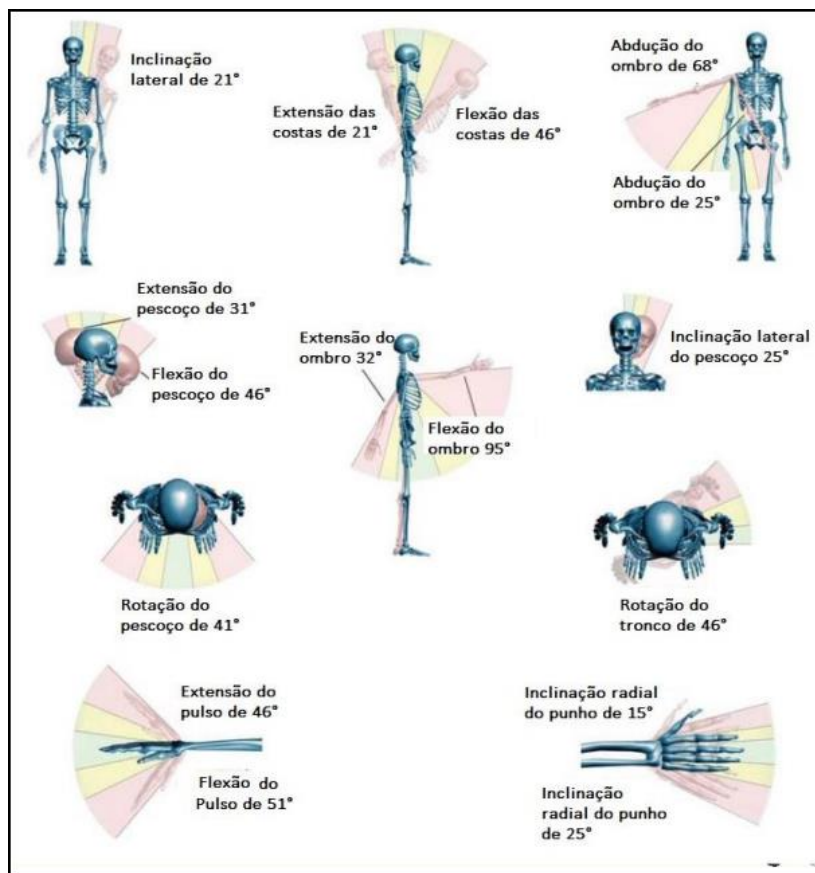
A ergonomia deve estar alinhada diretamente com os processos produtivos e de desenvolvimento de toda a empresa. Desde o desenvolvimento dos dispositivos e postos de trabalho de maneira a se obter a melhor produtividade, até a busca por conforto para o operador.

Para Deves (2019), por meio da ergonomia consegue-se diminuir os efeitos causados pela fadiga, evitar esforços desnecessários e movimentos repetitivos aos quais os trabalhadores estão expostos dia a dia em seus postos de trabalho, além de minimizar os riscos de doenças ocupacionais.

Para Weschenfelder (2016), o corpo humano tem uma taxa natural de movimento. Movimentos estes que promovem uma melhor circulação sanguínea e flexibilidade, as quais promovem mais conforto e maior produtividade. Apesar da necessidade de movimentação corporal, os trabalhadores devem evitar os trabalhos repetitivos em excesso e também evitar excederem as zonas de movimentos do corpo humano, ilustradas pela Figura 2.

Considerando a taxa natural de movimento e os trabalhos repetitivos, os processos devem ser desenhados para que os operadores possam aperfeiçoar sua força de trabalho evitando a fadiga e problemas musculares (WESCHENFELDER, 2016).

Figura 2: Movimento Corporal



Fonte: Weschenfelder (2016).

Entre as trinta e seis normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho, ergonomia é contemplada por uma específica, a Norma Regulamentadora 17, popularmente conhecida como NR-17.

2.3 Norma Regulamentadora 17 (NR-17)

A NR-17 traz os regimentos que guiam a Ergonomia no ambiente de trabalho, promovendo a total integração e diminuição de riscos ao colaborador no exercício de suas atribuições, seja ela qual for, conforme elucida o tópico 17.1 da NR-17 (SCHMITT 2019). A NR-17 especifica o transporte manual de cargas, mobiliário de escritórios, luminosidade do ambiente, nível de ruídos, climatização, capacitação de funcionários, especificações para pessoas com deficiência e demais considerações gerais. Aliadas às normas regulamentadoras, as leis trabalhistas visam à consolidação das relações entre empregado e empregador.

A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) foi criada 1º de maio de 1943, no governo de presidente Getúlio Vargas, através do Decreto-Lei nº 5.452. Entre os

principais assuntos tratados pela CLT, constam a medicina do trabalho, regidas pelas NR's, também especifica o período de descanso do trabalhador, que possuem relação direta com a NR-17.

A fiscalização dessas normas é dever da Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho (SSST), pertencente ao Ministério do Trabalho, que além de fiscalizar, aplicar as punições convenientes a cada situação, e também deve estabelecer prazos para a resolução dos problemas que venham a ser encontrados nas empresas.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Atividade

Este projeto foi desenvolvido na seção de montagem de quadros elétricos do tipo CCM (centro de controle de motores), que são utilizados em indústrias de médio e grande porte, para acionamento e controle de motores industriais. Estes quadros são montados em uma linha de montagem onde os operadores realizam a montagem mecânica das estruturas, que consiste na montagem de componentes mecânicos que são responsáveis pela sustentação, proteção e fixação dos componentes elétricos que são montados posteriormente em outra área da empresa. A Figura 3 apresenta um modelo de quadro elétrico CCM utilizado pela indústria.

Figura 3: Quadro elétrico CCM.



Fonte: weg.net (2022).

Estes quadros podem conter no interior de sua estrutura dutos de barras que são componentes formados por barramentos de cobre montados na vertical, com finalidade de coletar a corrente elétrica da fonte e distribuí-la aos componentes montados dentro da estrutura, os dutos montados pela empresa possuem dimensão máxima de 2 metros de comprimento e máximo de 40 kg, podendo haver versões projetadas para clientes específicos onde necessitem de dimensões menores, a Figura 4 apresenta a forma de um duto sendo montado na estrutura .

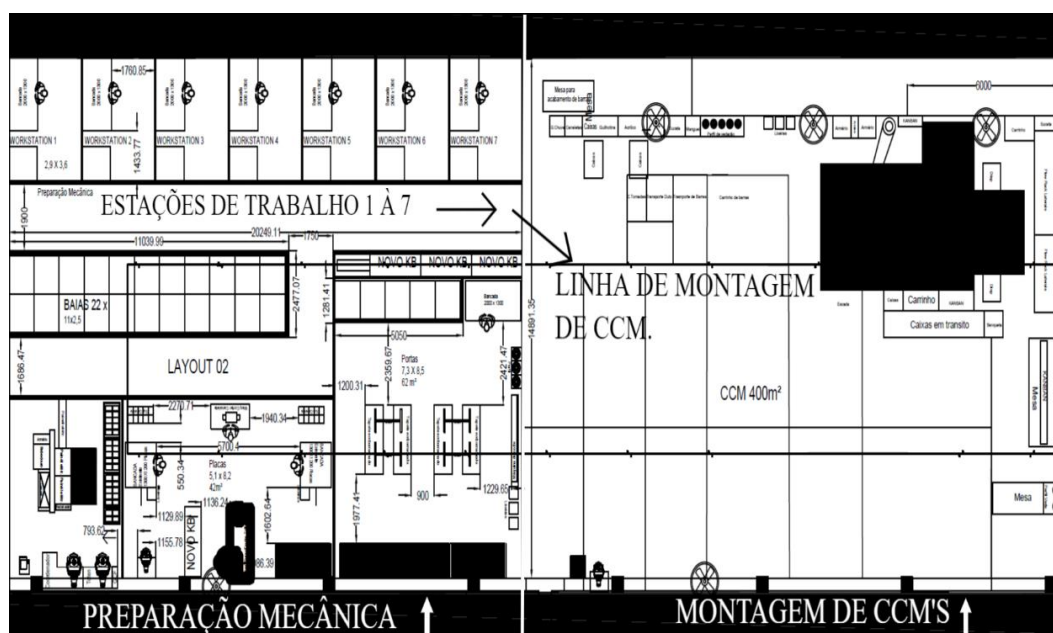
Figura 4: Duto de barras montado.



Fonte: Autor (2022).

A Figura 3 apresenta o leiaute atual e o caminho que o duto precisa percorrer na seção até ser acoplado a coluna do painel. As setas mostram os sentidos em que se realiza o transporte até a coluna que está sendo montada na linha de montagem de CCM. A preparação mecânica pode ser realizada em qualquer uma das sete estações de trabalho (*workstations*) representadas no leiaute e enumeradas de 1 a 7 no sentido da seta.

Figura 5: Layout parcial da seção.



Fonte: Adaptado leiaute da empresa (2022).

A preparação mecânica é uma área que possui 7 estações de trabalho, conforme Figura 5. Esta área é responsável pela montagem e pré-montagem mecânica de conjuntos e componentes que são posteriormente montados pelos montadores dentro das colunas de diversos produtos do portfólio da empresa. No caso do dispositivo desenvolvido por este trabalho, apenas operadores qualificados para a montagem do produto CCM irão utilizar o mesmo durante o trabalho.

No processo atual, conforme pode ser observado nas figuras 4 e 5, os operadores realizam a atividade de montagem de forma manual e necessitam da intervenção de duas pessoas. Esta atividade além de ser pesada e desgastante, pode ocasionar acidentes com quedas que podem atingir principalmente os membros inferiores dos operadores.

Os operadores precisam retirar a peça da estação de trabalho no setor de preparação mecânica e transportar com o auxílio de uma bancada com rodas até a linha de montagem, onde será realizada a inserção e fixação dentro da coluna, conforme Figura 6.

Figura 6: Procedimento de inserção de dutos atual.



Fonte: Autor (2022).

Na Figura 6 é possível verificar a dificuldade dos operadores em realizar a montagem do duto na estrutura, devido ao seu peso e dificuldades de pontos de encontrar pontos para colocar as mãos, outro problema encontrado é que o colaborador precisa exceder as zonas de movimento corporal durante o trabalho de levantar e inserir o duto manualmente.

3.2 Declaração e definição do Escopo do Projeto

O objetivo do projeto é disponibilizar um dispositivo que seja capaz de movimentar e auxiliar na montagem com segurança e dentro normas de ergonomia (NR17), todas as configurações de dutos que são montados na empresa.

O produto será obtido por meio de processos de fabricação conhecidos, como estamparia, soldagem e montagem.

Visando priorizar os materiais disponíveis na empresa, a construção do produto deve ser composta de uma estrutura soldada e um conjunto montado com regulagem, na qual serão instalados rodízios giratórios, de modo a permitir que possa trabalhar em meio a linha de montagem, manobrando entre as colunas de quadros elétricos.

3.3 Análise de riscos

Como todo projeto deve-se avaliar e buscar prever certos riscos que podem ocorrer durante o desenvolvimento do produto.

O principal risco que podemos encontrar é:

- Não atendimento dos requisitos dos clientes do projeto e do produto: o projeto deverá ser revisto, principalmente em sua fase conceitual, a fim de se buscar alternativas para se adequar os requisitos com os resultados obtidos ao final do desenrolamento.

3.4 Projeto informacional

Nesta fase foram levantados os requisitos do cliente e definidos os requisitos do projeto. Também foi criada uma hierarquia de requisitos e elaborado a matriz QFD, que permite estabelecer as especificações de projeto.

3.4.1 Requisitos do cliente

Os requisitos do cliente foram baseados nas especificações da empresa e nas necessidades relatadas pelos operadores. Essas buscam soluções baseadas no processo de montagem realizado atualmente pelos operadores, e que atendam as condições de fabricação interna de componentes do dispositivo.

Também foi observado o processo juntamente com preparadores e operadores da linha de montagem do produto e realizado reuniões para discutir a necessidade

dos mesmo e as características que iriam atender a necessidade de forma a melhorar o processo e a ergonomia dos colaboradores que realizam a atividade.

A partir destas informações foi elaborada a tabela 1 apresentando os requisitos do cliente dentro dos ciclos de vida do produto.

Tabela 1: Requisitos do cliente.

CICLO DE VIDA	REQUISITOS DO CLIENTE
DESENVOLVIMENTO	<ul style="list-style-type: none"> -Projeto detalhado; -Projeto priorizando ergonomia e segurança; -Priorizar utilização de materiais internos da empresa em sua concepção.
FABRICAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> -Priorizar redução de custos; -Priorizar processos de fabricação existente na empresa; -Baixa complexidade na fabricação de componentes.
UTILIZAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> -Inserção em diferentes estruturas; -Inserção em paletes de diferentes dimensões; -Não ocupar muito espaço na seção de trabalho.

Fonte: Autor (2022).

3.4.2 Requisitos de Projeto

Os atributos do projeto foram divididos entre gerais e específicos, onde ocorrem as subdivisões e categorias mais básicas que englobam os materiais.

As necessidades de projeto foram categorizadas na Tabela 2, a fim de melhorar a compreensão, onde foram apresentados em requisitos básicos e específicos do projeto.

Os requisitos apresentados na Tabela 2 foram considerados fundamentais para que o dispositivo a ser projetado possa auxiliar no transporte e inserção dos dutos de barras no interior da estrutura do quadro elétrico, facilitando o processo para os operadores e ser produzido internamente pela empresa reduzindo assim os custos de produção do dispositivo.

Tabela 2: Requisitos de Projeto.

REQUISITOS DE PROJETO	CATEGORIA	PROJETO
Atributos básicos	Funcionamento	Trabalhar em meio a montagem, realizando giros de 360° em meio aos painéis.
		Facilidade em ser acionado, não dependendo de energia elétrica ou mangueira de ar comprimido.
	Economia	Projeto com custo baixo de fabricação de componentes.
	Ergonomia e segurança	Rodízios com travamento e rolamento para giro.
		Altura adequada de trabalho.
		Menor esforço possível.
		Pouco esforço para locomoção, alças e puxadores específicos para facilitar e que somente um operador consiga puxar ou empurrar pelo ambiente de montagem.
Facilidade para empurrar.		
Vida útil longa.		
Atributos específicos	Geometria	Desenvolvimento em software CAD, peças modeladas e detalhadas.
	Materiais	Priorizar desenvolvimento com materiais em estoque e processos de produção existentes na empresa.
Materiais com resistência de trabalho adequada a aplicação para transportar o duto com 40 kg.		

Fonte: Autor (2022).

3.4.3 Diagrama de Mudge, hierarquia de requisitos

Conforme Tabela 3, cada requisito foi apresentado em sua linha e comparado em paralelo, assim conseguimos as informações somando os valores coletados de acordo com a pontuação referente às letras A, B e C, através de uma correlação dos requisitos dos clientes. Desta maneira foi possível elaborar uma classificação com base nos resultados adquiridos, mostrados na Tabela 4.

Tabela 3: Diagrama de Mudge.

REQUISITOS DO CLIENTE	Projeto detalhado e simples.	Projeto priorizando ergonomia e segurança.	Priorizar utilização de materiais internos da empresa em sua concepção.	Priorizar redução de custos.	Priorizar processos de fabricação existente na empresa.	Baixa complexidade na fabricação de componentes.	Inserção em diferentes estruturas.	Inserção em paletes de diferentes dimensões.	Não ocupar muito espaço na seção de trabalho.	PESOS	%	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Projeto detalhado e simples.	1	2A	3B	4A	5B	6B	7A	8A	1B	4	2,13%	
Projeto priorizando ergonomia e segurança.		2	2A	2A	2A	2A	7A	8A	2A	36	19,15%	
Priorizar utilização de materiais internos da empresa.			3	3B	3C	3B	7A	8A	3A	19	10,11%	
Priorizar redução de custos.				4	4C	3C	7A	8A	4A	13	6,91%	
Priorizar processos de fabricação existente na empresa.					5	5B	7A	8A	5A	14	7,45%	
Baixa complexidade na fabricação de componentes.						6	7A	8A	6A	10	5,32%	
Inserção em diferentes estruturas.							7	8A	7A	42	22,34%	
Inserção em paletes de diferentes dimensões.								8	8A	48	25,53%	
Não ocupar muito espaço na seção de trabalho.									9	2	1,06%	
										TOTAL	188	100,00%

A=	6	MUITO IMPORTANTE
B=	4	MÉDIA IMPORTÂNCIA
C=	2	BAIXA IMPORTÂNCIA

Fonte: Autor (2022)

A Tabela 4 apresenta a hierarquia dos requisitos, que foi elaborada através dos resultados do diagrama de Mudge. Por meio de um ranking consegue-se obter qual requisito é mais importante para o cliente.

Tabela 4: Hierarquia dos Requisitos.

RANKING	REQUISITOS	PESO	%
1º	Inserção em paletes de diferentes dimensões.	48	25,8%
2º	Inserção em diferentes estruturas.	42	22,6%
3º	Projeto priorizando ergonomia e segurança.	36	13,4%
4º	Priorizar utilização de materiais internos da empresa.	19	10,2%
5º	Priorizar processos de fabricação existente na empresa.	14	7,5%
6º	Priorizar redução de custos.	13	7,0%
7º	Baixa complexidade na fabricação de componentes.	10	5,4%
8º	Projeto detalhado e simples.	4	2,2%
9º	Não ocupar muito espaço na seção de trabalho.	0	0,0%

Fonte: Autor (2022)

Como pode ser observado, o requisito que obteve maior percentual de importância foi aquele no qual o dispositivo deve ser capaz de realizar a inserção dos dutos nas estruturas de CCM, com paletes de diferentes dimensões, sendo algo de grande importância para o funcionamento do dispositivo.

3.4.5 Matriz de qualidade ou QFD

Após desenvolvida a classificação mostrados na Tabela 5, foi elaborada a matriz de qualidade ou QFD, conforme Figura 7. Esta matriz faz relação entre os requisitos de projeto e cliente, para determinar quais são as necessidades mais relevantes para que o projeto possa ser elaborado, visando maior assertividade nas decisões tomadas.

Figura 7: Matriz de Qualidade QFD

Requisito do Cliente	Correlação entre requisitos de cliente e de produto										Correlação		
	+	++										++	Posit. Forte
Trabalhar em meio a montagem, realizando giros de 360° em meio aos painéis.	+											+	Posit. Fraco
Facilidade em ser acionado, não dependendo de energia elétrica ou													
Projeto com custo baixo de fabricação de componentes.													
Rodízios com travamento e rolamento para giro.	++	+											
Altura adequada de trabalho com menor esforço possível.			++										
Pouco esforço para locomoção, alças e puxadores específicos para facilitar e que somente um operador consiga puxar ou empurrar pelo ambiente de montagem.	+	+				++							
Facilidade para empurrar.	++	++			+								
Vida útil longa.	+	+											
Desenvolvimento em software CAD, peças modeladas e detalhadas.									+				
Priorizar desenvolvimento com materiais em estoque e processos de produção existentes na empresa.						++				+	+		
Materiais com resistência de trabalho adequada a aplicação para transportar o						++				+	+	+	
Direcionador de melhoria >>>	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

Requisito do Produto	Correlação entre requisitos de cliente e de produto										Correlação		
	⊕	○	△										
Forte	3												
Moderado	3												
Fraco	1												
Direcionador de melhoria													
⊕	não importa a variação do valor											Ao calcular mercados dessa cor são calculados automaticamente.	
▲	quanto maior o valor melhor												
▼	quanto menor o valor melhor												

Requisito do Produto	Beckmarin g de Mercado										Peso absoluto	Peso relativo			
	Cliente	Kano (Interno)	Grau de importância (peso)	Nosso Produto	Concorrente X	Concorrente Y	Plano	Índice de melhoria	Argumento de vendas						
Projeto detalhado.	3	2	1				1	1	1	2	6,1				
Projeto priorizando ergonomia e segurança.	3	5	1				1	1	1	5	15				
Priorizar utilização de materiais internos da empresa.	1	5	4	1			1	1	1	4	12				
Priorizar redução de custos.	3	5	5	1			1	1	1	5	15				
Baixa complexidade na fabricação de componentes.	1	5	4	1			1	1	1	4	12				
Inserção em diferentes estruturas.	1	5	5	1			1	1	1	5	15				
dimensões.	1	5	4	1			1	1	1	4	12				
trabalho.	3	4	4	1			1	1	1	4	12				
Grau de importância (req. produto)	196,97	300	433,34	403,03	451,52	348,48485	415	233	227,273	415,15	263,636	0	0	0	3755
Percentual	5	8	13	11	12	3	11	6	6	11	7	0	0	0	100

Fonte: Autor (2022).

3.4.6 Especificações de projeto

O passo seguinte é a determinação das especificações que serão utilizadas no projeto. Essas devem ser quantitativas e possíveis de serem mensuradas de acordo com as funções de cada uma.

Nesta etapa, as especificações devem seguir a ordem de importância estabelecida na matriz QFD, conforme Figura 6, e assim estipular metas para avaliar o desempenho do projeto.

As especificações do projeto podem ser observadas na Tabela 5.

Tabela 5: Especificações do Projeto.

REQUISITOS	META	AVALIAÇÃO	ASPECTOS INDESEJAVEIS
Trabalhar em meio a montagem, realizar giros de 360°.	Fácil movimentação em meio a linha de montagem, podendo realizar giros de 360° para os lados direito e esquerdo.	Análise do projeto	Ocupar muito espaço na fábrica, ângulos de volta inferiores a 180°.
Facilidade em ser acionado, não dependendo de energia elétrica ou ar comprimido.	Facilidade para o operador trabalhar, acionamento manual em qualquer instante ou local	Análise do projeto	Mecanismos complexos de acionamento, dependência de extensões elétricas ou mangueiras de ar comprimido.
Projeto com custo baixo de fabricação de componentes.	Componentes possíveis de serem fabricados com processos internos, dispensando compras externas.	Análise do projeto	Matéria-prima indisponível em estoque e processos que não existam dentro da empresa.
Rodízios com travamento e rolamento para giro.	Segurança e facilidade de trabalho, freios para travamento no momento da fixação do duto.	Análise do projeto	Rodas fixas e riscos de acidente, necessidade de mais um operador para segurar o duto ou apoiar o dispositivo.
Dificuldade para acomodar o duto no dispositivo para transportar.	Projeto ergonômico, que permita facilidade e sistema de fixação rápida do duto.	Análise do projeto	Altura inadequada, esforço do operador, sistema de travamento que não seja rápido e que apresente riscos de acidente.
Reduzir esforço para locomoção, utilizar alças e puxadores específicos para facilitar a puxar o dispositivo.	Acesso simples a coluna e não necessitando de grandes esforços para puxar ou empurrar o dispositivo pela fábrica.	Software CAD.	Não acessar a coluna para inserir o duto, não possuir locais adequados para segurar no momento da locomoção.
Vida útil longa.	Mecanismo de fixação simples e eficaz, peças robustas que dispensem manutenções em espaços inferiores a 1 ano.	Software CAD.	Manutenções frequentes, quebras e consertos.
Desenvolvimento em software CAD, peças modeladas e detalhadas.	Todos os componentes detalhados em PDF e estudo de montagem em Solid Works.	Software CAD.	Peças sem detalhamento.
Priorizar desenvolvimento com materiais em estoque e processos de produção existentes na empresa.	Buscar durante o desenvolvimento pesquisar todos os recursos disponíveis na empresa e adaptar o projeto para minimizar qualquer material ou processo externo.	Análise do projeto.	Comprar materiais e/ou componentes fora da empresa, a
Priorizar utilizar com materiais internos da empresa.	Utilizar somente materiais disponíveis no estoque da empresa.	Análise do projeto.	Comprar materiais externos.
Materiais com resistência de trabalho, transportar o duto com 40 kg.	Materiais de alta robustez.	Análise do projeto.	Fragilidade no conjunto.

Fonte: Autor (2022).

Ao final do trabalho de levantar e hierarquizar os requisitos é realizado o projeto conceitual, pois já foram obtidas as características mais relevantes ao desenvolvimento do produto.

3.5 Projeto Conceitual

O projeto conceitual é composto de três etapas, sendo elas a Estrutura Funcional, que estabelece funções do produto, a Matriz Morfológica, que apresenta soluções para o produto e pôr fim a Síntese de Concepções, que são as combinações destas soluções que podem atender a necessidade do produto.

3.5.1 Estrutura funcional

O objetivo desta etapa é estabelecer as funções que o produto deve desenvolver em sua utilização.

Sendo utilizados os requisitos hierárquicos apresentados na Tabela 4 e listados a seguir:

- Inserção em paletes de diferentes dimensões;
- Inserção em diferentes estruturas;
- Projeto priorizando ergonomia e segurança;
- Priorizar utilização de materiais internos da empresa;
- Priorizar processos de fabricação existente na empresa;
- Priorizar redução de custos;
- Baixa complexidade na fabricação de componentes;
- Projeto detalhado e simples;
- Não ocupar muito espaço na seção de trabalho.

Logo após obter as funções primárias estabelece-se os requisitos diretos do produto, estes que irão auxiliar desenvolver o projeto em questão:

- O dispositivo deve inserir o duto na coluna em diferentes dimensões de paletes e diferentes larguras de estruturas projetadas;
- O dispositivo deve ser ergonômico e possuir facilidade ao operador afim de aumentar sua segurança durante o trabalho;
- O dispositivo deve priorizar em sua concepção matéria prima interna da empresa e utilizar os processos de produção internos afim de reduzir os

custos;

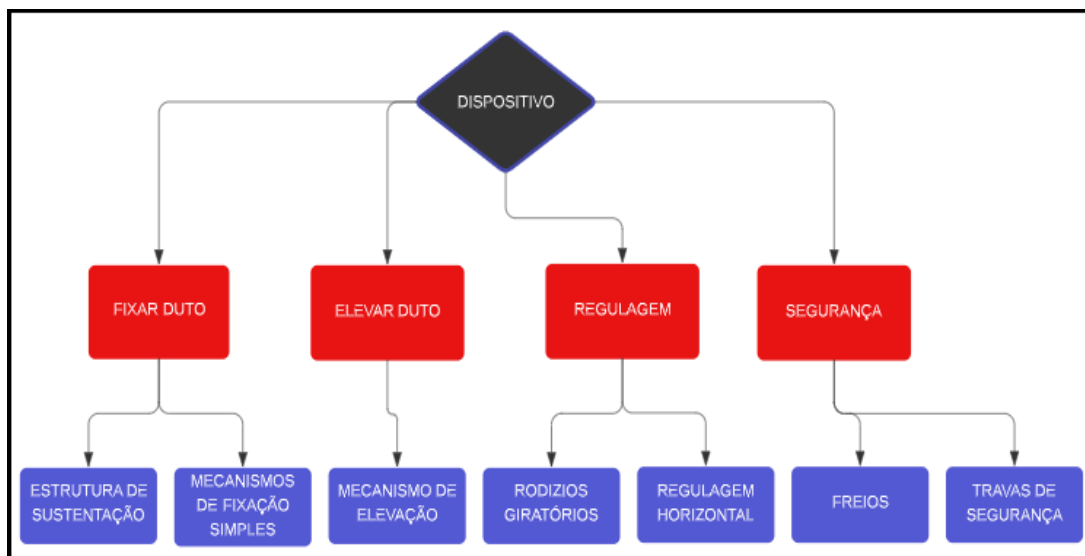
- O dispositivo deve ser o mais compacto possível a fim de ocupar pouco espaço e facilitar sua locomoção em meio a linha de montagem.

Com a elaboração dos requisitos é possível formar a função global do produto figura 7, esta que é capaz de descrever de forma resumida e direta qual a função do produto a ser desenvolvido.

3.5.2 Fluxograma Função Global

Ao fim da elaboração da função global foi elaborado um fluxograma Figura 8 com a finalidade de demonstrar de forma clara o que o cliente deseja encontrar no produto.

Figura 8: Fluxograma Função Global.



Fonte: Autor (2022).

3.5.3 Matriz Morfológica

Ao finalizar a estrutura funcional foi elaborada a matriz morfológica, que busca soluções para as principais características relacionadas ao produto, onde foi levantado mais de uma alternativa para a sua construção. As possíveis soluções para cada função são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6:Matriz Morfológica

FUNÇÃO	MATRIZ MORFOLÓGICA		
	1	2	3
	ESTRUTURA 1	ESTRUTURA 2	ESTRUTURA 3
LEVANTAR DUTO			
	IMÃ	GANCHO	ENGATE
FIXAÇÃO DO DUTO			
	TRILHOS	ROLAMENTOS	GUIA LINEAR
REGULAGEM HORIZONTAL			
	RODIZIO COM FREIOS		
FREIOS PARA A ESTRUTURA.			
	MOTO REDUTOR	PISTÃO HIDRÁULICO	REDUTOR
MECANISMO DE ELEVAÇÃO.			
	RODIZIO ROLAMENTADO.		
MECANISMO DE GIRO.			
	RODA COM MANIVELA	MOTO REDUTOR	MANIVELA
MECANISMO DE ACIONAMENTO.			
	REDUTOR	TRAVA COM PINO	
TRAVA DE SEGURANÇA.			

Fonte: Autor (2022).

3.5.4 Concepções

As concepções são as combinações levantadas que apresentam soluções que podem atender a cada função do produto, após análise de cada concepção foram observadas e realizadas três concepções que poderiam atender a necessidade do produto, que são mostradas na Tabela 7.

Tabela 7:Concepções.

FUNÇÃO	CONCEPÇÕES		
	1	2	3
ESTRUTURA	ESTRUTURA 1	ESTRUTURA 2	ESTRUTURA 3
			
FIXAÇÃO DO DUTO	IMÃ	GANCHO	ENGATE
			
REGULAGEM HORIZONTAL		GUIA LINEAR	ROLAMENTOS
			
FREIOS PARA A ESTRUTURA.	RODÍZIO COM FREIOS	RODÍZIO COM FREIOS	RODÍZIO COM FREIOS
			
MECANISMO DE ELEVÇÃO	PISTÃO HIDRÁULICO	TALHA	REDUTOR
			
MECANISMO DE GIRO	RODIZIO ROLAMENTADO.	RODIZIO ROLAMENTADO.	RODIZIO ROLAMENTADO.
			
MECANISMO DE ACIONAMENTO	VOLANTE COM MANIPULO	MOTOR ELÉTRICO	MANIVELA
	NÃO NECESSITA	NÃO NECESSITA	
TRAVA DE SEGURANÇA	REDUTOR	TRAVA COM PINO	
			

Fonte: Autor (2022).

3.5.5 Matriz de decisão

Após a definição das opções de concepções, deu-se início a etapa final do projeto conceitual, que consiste em decidir qual será a versão final do produto. Desta forma, foi criada uma matriz de decisão Tabela 8, na qual ajudará na escolha da melhor concepção do produto final a ser apresentado.

Tabela 8: Matriz de Decisão.

REQUISITOS DO CLIENTE	IMPORTÂNCIA	CONCEPÇÕES					
		1		2		3	
Projeto detalhado	6	0		+1	6	+1	6
Projeto priorizando ergonomia e segurança	15	-1	-15	-1	-15	+1	15
Priorizar utilização de materiais internos da empresa	12	-1	-12	-1	-12	+1	12
Priorizar redução de custos	15	-1	-15	-1	-15	+1	15
Baixa complexidade na fabricação de componentes	12	-1	-12	0		+1	12
Inserção em diferentes estruturas	15	+1	15	+1	15	+1	15
Inserção em paletes de diferentes dimensões	12	+1	15	+1	12	+1	12
Não ocupar muito espaço na seção de trabalho	12	+1	12	+1	12	+1	12
PESO DAS CONCEPÇÕES		42		45		100	

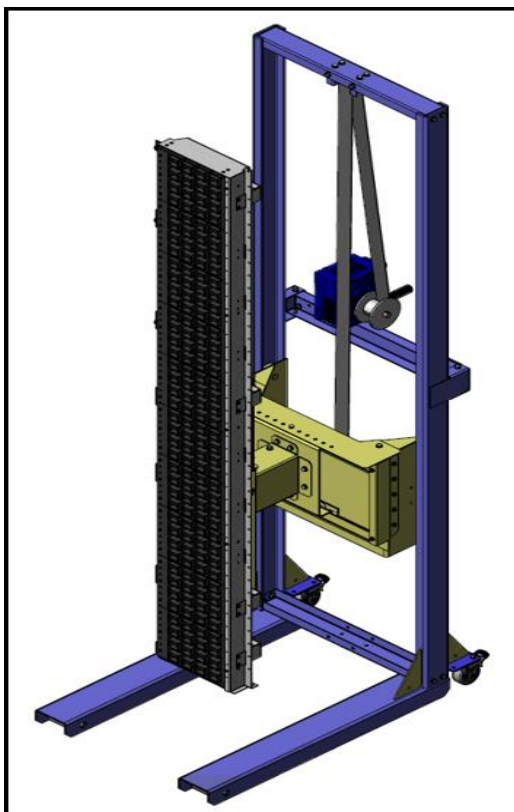
Fonte: Autor (2022).

A Figura 8 demonstra um conceito do produto final que se deseja produzir com base nas etapas anteriores do projeto. Os maiores detalhes e especificações serão mostradas na etapa de detalhamento do projeto.

O duto em questão demonstrado, na Figura 9, tem peso de 40 Kg em sua configuração mais pesada, dependendo da configuração interna de montagem pode ser mais leve, sendo transportado e montado um duto por coluna.

O duto possui apenas versões menores que esta apresentada no trabalho, que foi utilizada para obter a configuração maior em comprimento e mais pesadas de todas.

Figura 9: Conceito do Dispositivo no SolidWorks.



Fonte: Autor (2022).

3.6 Projeto detalhado

Nesta fase o projeto começa a ser detalhado em software CAD com base em todas as informações levantadas até o momento.

Todas as peças são detalhadas individualmente e posteriormente realizada uma montagem 3D para análise do desempenho pois o projeto não poderá ser analisado em campo finalizado, será avaliado através de simulação no SolidWorks em uma montagem com uma estrutura de CCM.

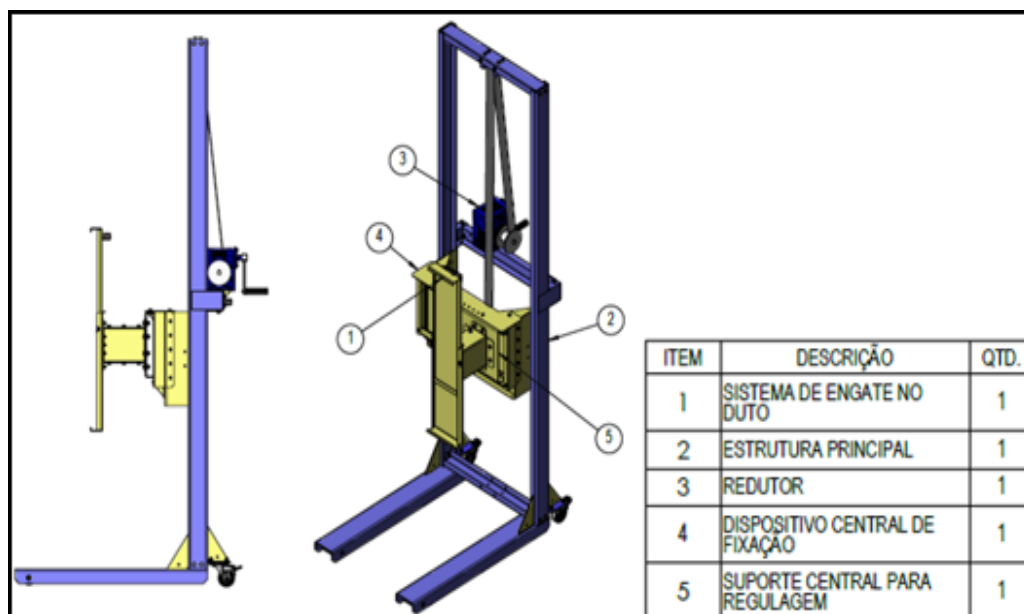
Após finalizadas as etapas de desenvolvimento e a concepção final do produto que atenda as especificações que foram impostas durante o projeto, realiza-se o detalhamento de cada componente e sistema do projeto. A seguir será apresentado os conjuntos do dispositivo e seus componentes. Os desenhos para produção estão apresentados em anexo.

3.6.1 Produto final

A Figura 10 apresenta a montagem do produto final, em modelo 3D, criado a partir do software Solid Works, onde estão representados os conjuntos mostrados nas

figuras 11, 12, 13 e 14.

Figura 10: Produto final



Fonte: Autor (2022).

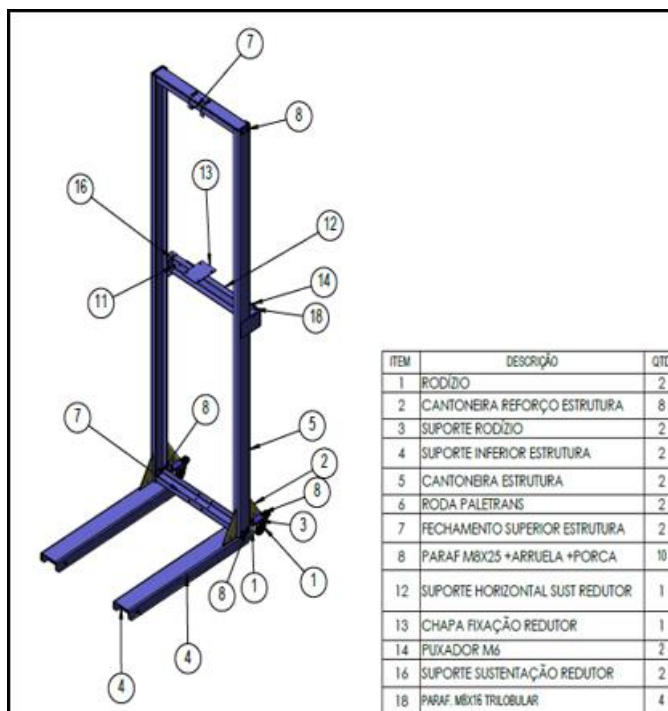
3.6.2 Estrutura Principal

A estrutura principal composta por dezoito itens Figura 11 é responsável por dar sustentação a todo o dispositivo. Essa estrutura é composta por perfil "U" que possui a função de sustentar o peso e também servir de trilho para que possa subir e descer o duto para alinhar na coluna no momento da montagem.

Para facilitar a soldagem e também a pintura os itens 7, 12 e 18 não serão soldados na estrutura e sim aparafusados, pois desta forma a estrutura principal terá duas partes, diminuindo o peso para a fabricação dos componentes e para a linha de pintura que é automática e possui limitação de peso e largura da peça a ser pintada.

A estrutura principal também recebe o local de instalação do redutor de engrenagem item 13 que será responsável por realizar a subida e a descida do dispositivo quando em atividade.

Figura 11: Estrutura principal.

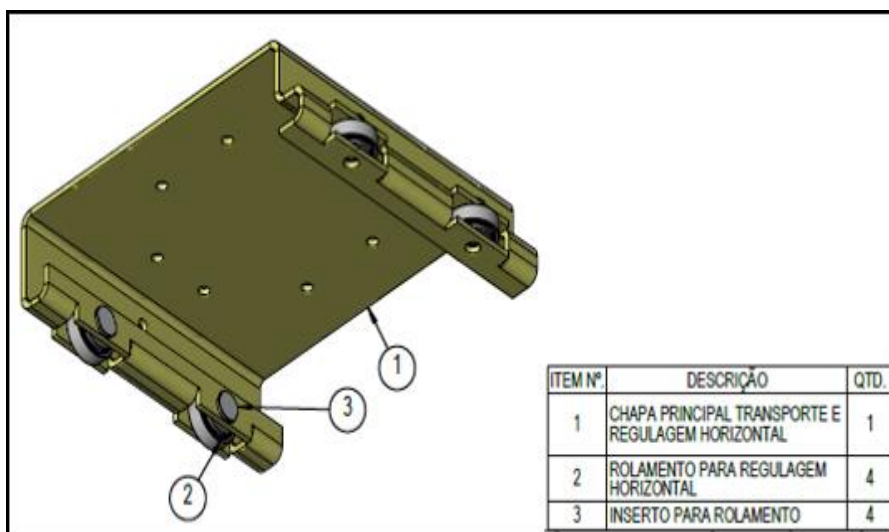


Fonte: Autor (2022).

3.6.3 Suporte central para regulagem horizontal

Para que possamos deslocar o duto no sentido horizontal no momento da inserção na coluna, foi desenvolvido este sistema com rolamentos Figura 12, que fazem com que tenhamos um deslocamento de 300 mm para a direita e para a esquerda.

Figura 12: Suporte central de regulagem horizontal.



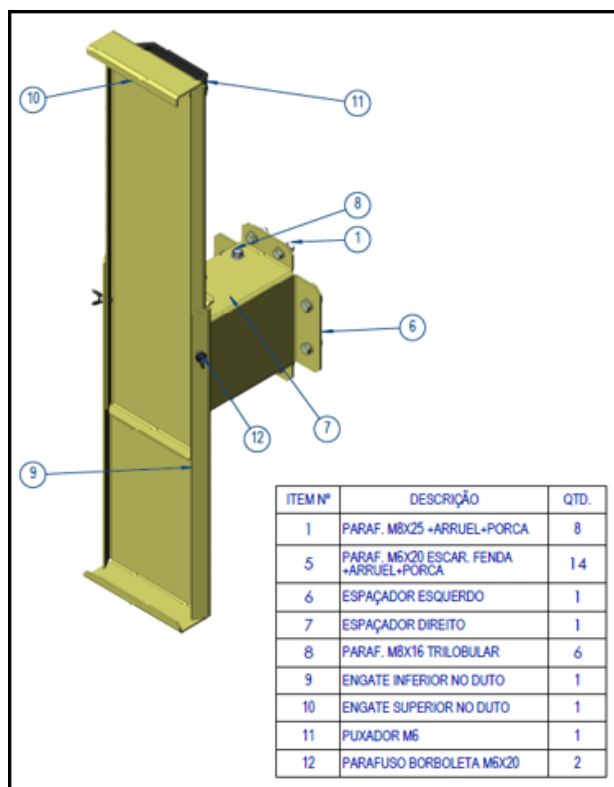
Fonte: Autor (2022).

Foi optado por utilizar rolamentos, pois são itens de estoque na empresa fazendo com que sejam fáceis de adquirir, pois são utilizados em diversos produtos que os próprios operadores já conhecem e já dispõem de ferramental adequado para realizar essa montagem.

3.6.4 Sistema para engate do duto no dispositivo

O sistema a seguir foi elaborado para sustentar o duto durante o transporte pela seção, conforme Figura 13, onde a profundidade já foi pensada para dispensar sistema de regulagem para frente e para trás, na qual o operador realiza empurrando ou puxando o disposto.

Figura 13: Sistema de engate do duto no dispositivo.



Fonte: Autor (2022).

A parte inferior item 9 do sistema é fixa, onde somente a parte superior, item 10 realiza a subida ou descida, encaixando no suporte do isolador que faz parte do duto e já vem montado pela seção de pré-montagem. Para efetuar a subida do item 10 foi implantado um puxador manual item 11 para facilitar a manipulação do operador.

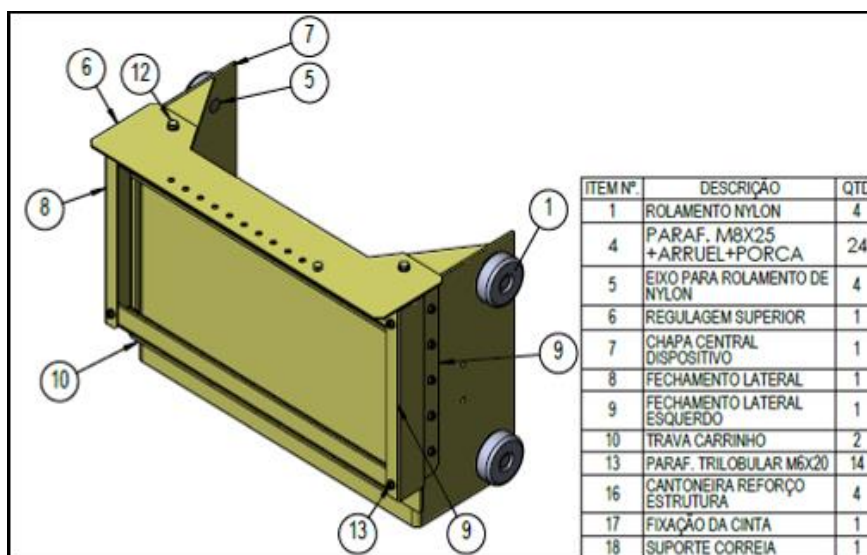
Para segurança do engate superior do duto, o item 10 é travado por dois parafusos com aba borboleta item 12 localizados nos dois lados que devem ser

apertados manualmente.

3.6. Sistema central do dispositivo.

O sistema apresentado na Figura 14 é responsável por ligar a estrutura principal aos demais sistemas de regulagem horizontal e engate do duto, onde os rolamentos ficam posicionados dentro do perfil U da estrutura que atuam como trilhos para a subida e descida no momento de montagem. Esse componente também deve ser fixado a cinta que será acionada pelo redutor realizando o trabalho de levantar e descer o sistema.

Figura 14: Sistema central do dispositivo.



Fonte: Autor (2022).

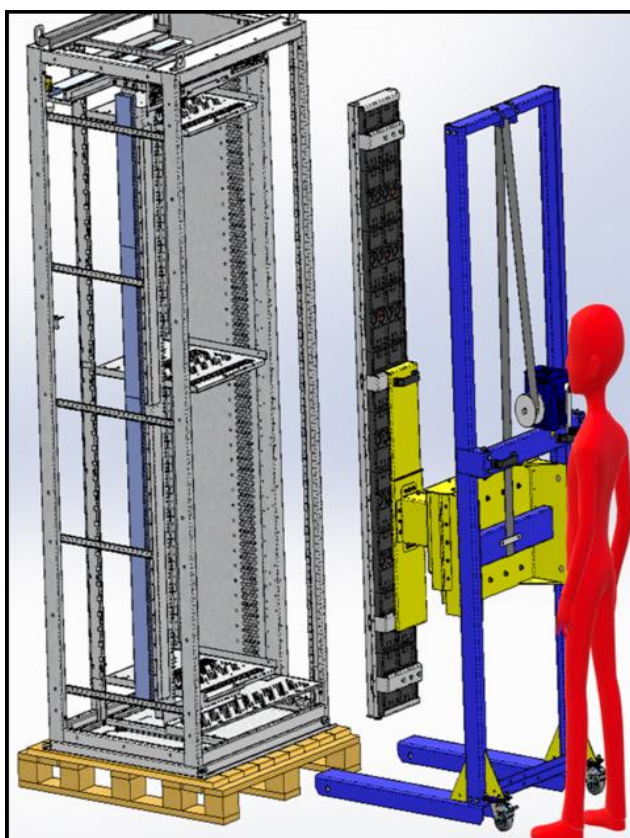
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como neste projeto não foi possível construir o dispositivo físico, devido à falta de tempo, pois implantação e liberações de investimentos pela empresa demandariam mais tempo que o disponível para execução do trabalho, assim mesmo será avaliado por meio de simulação em software 3D no caso o SolidWorks, a fim de analisar se o dispositivo projetado realmente será a solução para o problema da montagem do duto na coluna do quadro elétrico, visando enxergar os ganhos ergonômicos e de produção.

Como observado o processo de montagem atual demanda dois operadores devido ao peso e comprimento do duto. Outro ponto é o espaço de trabalho uma vez que o espaço de montagem se limita a própria estrutura do quadro elétrico.

Conforme Figura 15, não é mais necessários dois operadores, apenas um consegue transportar o duto e montar, isso garante maior produtividade pois o outro colaborador será alocado para realizar outra função dentro do ambiente de montagem.

Figura 15: Simulação de montagem.



Fonte: Autor (2022).

Como o dispositivo dispõe de trava nas rodas e o redutor também mantém a posição fixa do duto, garantindo que o operador possa atuar livremente ao redor do

dispositivo, podendo realizar a fixação do duto e de qualquer peça a mais que for necessária. Desta forma, foi aumentado a segurança na operação, pois não corre o risco de o operador esbarrar ou derrubar o duto sobre seu corpo ou membros, principalmente seus pés.

Em relação a ergonomia considera-se grande melhora, pois pela Figura 15 pode-se observar que o operador durante o trabalho mantém uma posição do corpo dentro da zona de movimento ideal para trabalho.

5 CONCLUSÃO

Avaliando o que foi levantado no início do trabalho, o objetivo foi desenvolver um dispositivo capaz de movimentar o duto pela linha de montagem e possibilitar que um único operador consiga realizar a tarefa de forma segura e ergonômica.

Assim, foi possível aplicar, uma metodologia de projeto do produto para determinar e hierarquizar os requisitos do cliente e realizar o desenvolvimento de cada fase do projeto até chegar a uma concepção final do produto. Através da realização de cada etapa da metodologia foi possível identificar os problemas e as necessidades que os colaboradores estavam enfrentando, onde foram apresentados os requisitos que seriam mais importantes que o produto deveria seguir.

Após levantar os requisitos foram elaboradas as concepções de produto com base nas funções que foram determinadas de forma eficiente aplicando ferramentas como o diagrama de Mudge e o QFD. Com isso foi possível chegar à concepção final e conseqüentemente o detalhamento em 3D no software SolidWorks, sendo assim apresentado o modelo final que mais atende aos requisitos.

Outro ponto que pode ser ressaltado é que a estrutura pode, caso necessário, ser futuramente adaptada a um novo sistema de engate na parte frontal para permitir o trabalho em outros processos de montagem que possuam requisitos diferentes.

Ao analisar o dispositivo, é possível observar que a grande maioria de suas peças podem ser fabricadas no próprio departamento, na seção de estamparia que possui estoque de chapas a disposição, o que diminui o custo e facilita a fabricação. Todos os parafusos utilizados estão disponíveis em sistemas Kanbans na própria seção, onde o dispositivo vai ser utilizado. Somente os rolamentos, o redutor e a cinta de carga serão adquiridos por meio de ordem de compra externa.

Ao concluir este trabalho foi possível atingir os objetivos que foram propostos no início, onde foi aplicada uma metodologia de projeto para o desenvolvimento do produto conseguindo assim desenvolver um dispositivo adequado às necessidades do processo de montagem de quadros elétricos na empresa.

Um ponto que fica como oportunidade de trabalho futuro e melhoria é a questão de o dispositivo não ser capaz de também realizar a montagem de outros componentes montados em estruturas de quadros elétricos como transformadores de pequeno porte e disjuntores. Outra oportunidade de trabalho seria realizar cálculos de esforços e implantação do dispositivo na fábrica.

REFERÊNCIAS

BACK, N. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem.** São Paulo: Manole, 2008. 315 p.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR17.** Ergonomia. novembro 1990: Disponível em: Acesso em: 20 de janeiro 2022.

CANSI, Cristhian Allan. **Desenvolvimento de um dispositivo para movimentação de motocicletas utilizando uma metodologia de desenvolvimento de produtos.**

Disponível em:

<http://baja.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2016/Cristhian_Allan_Cansi.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2022.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações.** 4. ed. Barueri: Manole, 2014. Disponível em: 1099-Gestao-de-Pessoas-o-Novo-Papel-Idalberto-Chiavenato.pdf (forumturbo.org) . Acesso em: 30 out. 2018.

DEVES, Fernando Luis Hartung. https://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2019/FernandoLuisHartungDeves.pdf. 2021. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Horizontina,, Horizontina, 2019. Disponível em: https://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2019/FernandoLuisHartungDeves.pdf. Acesso em: 23 out. 2021.

FERREIRA, M. C. **A ergonomia da atividade se interessa pela Qualidade de Vida no Trabalho? Reflexões empíricas e teóricas.** Cadernos de Psicologia Social do Trabalho (USP), São Paulo, v. 11, 2008.

MELATTI, Juliana. Ergonomia. 2014. Disponível em: <https://www.infoescola.com/saude/ergonomia/>. Acesso em: 18 maio 2021.

MELO FILHO L. D. R., CHENG L. C **Aplicação do método QFD em uma indústria de materiais.** In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 24., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2004. p. 2694-2701.

ROCCO, A. M. SILVEIRA, A. D. **Ferramental para eficiência em vendas.** In: Congresso de Administração e Gerência, 2007, Cascavel. Anais... Cascavel: Congresso de Administração e Gerência, 2007.

ROMANO, Leonardo Nabaes. **Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas.** 2021. 321 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROZENFELD, Henrique *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006. 576 p. Disponível em: <https://idoc.pub/download/henrique-rozenfeld-et-al-gestao-de-desenvolvimento->

de-produtos-uma-referencia-para-a-melhoria-do-processo-editora-saraiva-2006pdf-d4pqzov906np. Acesso em: 18 jan. 2022.

SARTORI, Diógenes; MOCELIN, Luis Gustavo. **DESENVOLVIMENTO DO PROJETO PARA FABRICAÇÃO DE UMA CHOPEIRA ELÉTRICA**. 2019. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Fahor - Faculdade Horizontina, Horizontina, 2019. Disponível em: <https://www.fahor.com.br>. Acesso em: 24 jun. 2022.

SCHMITT, Charles de Souza; LAURINDO, João Victor Vieira. **QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO E ERGONOMIA: Revisão Integrativa em organizações de diferentes contextos: qualidade de vida no trabalho e ergonomia: revisão integrativa em organizações de diferentes contextos**. 2019. 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Federal de Santa Catarina Centro Socioeconômico Departamento de Ciências da Administração, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197323>. Acesso em: 15 mar. 2022.

WESCHENFELDER, Charles Mateus. **Análise e gerenciamento de riscos ocupacionais em processos de manufatura**. FAHOR, 2016.

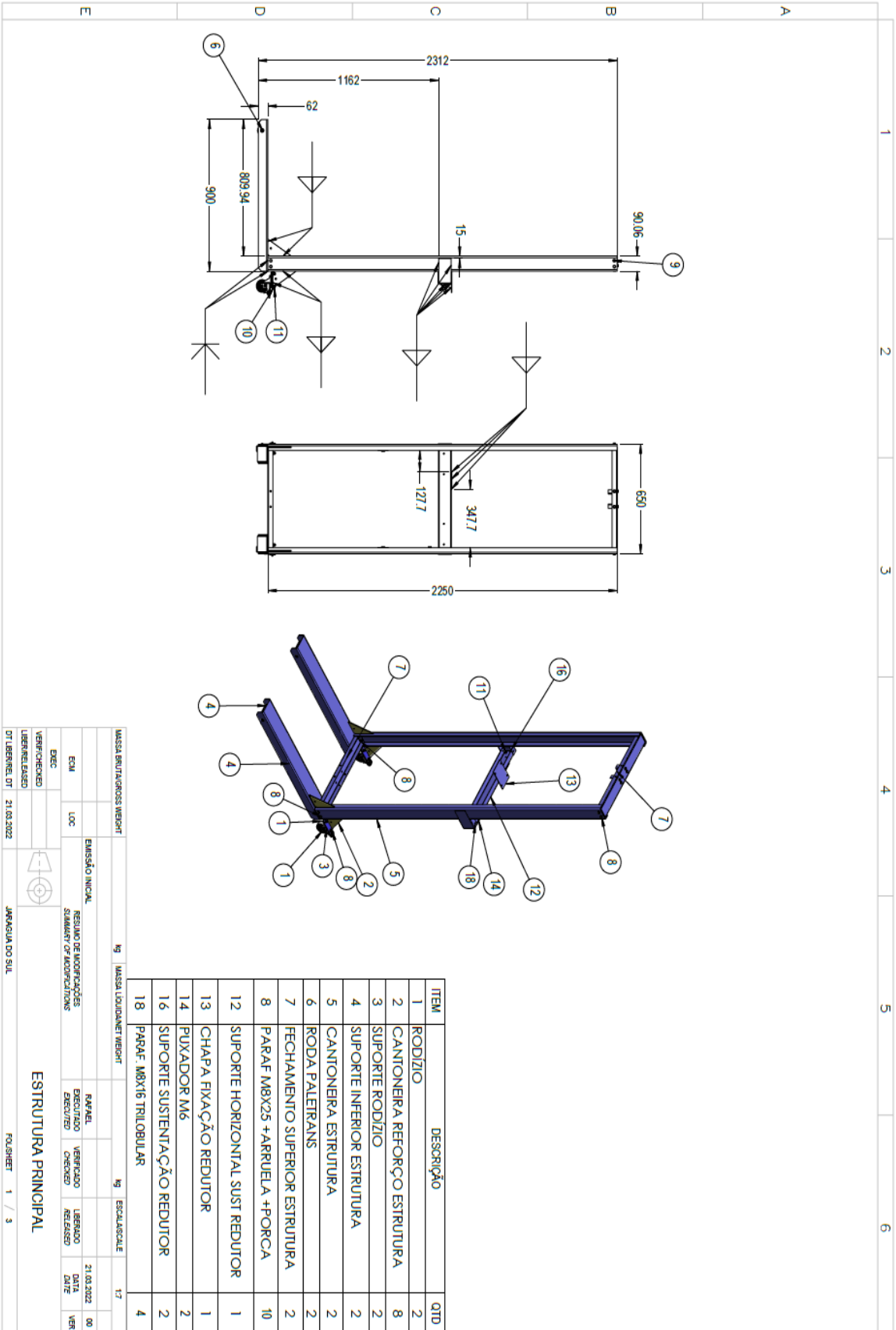
APÊNDICE A – Dispositivo de inserção de dutos.

		1	2	3	4																																										
A	B	C	D		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIÇÃO</th> <th>QTD.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>SISTEMA DE ENGATE NO DUTO</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ESTRUTURA PRINCIPAL</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>REDUTOR</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>DISPOSITIVO CENTRAL DE FIXAÇÃO</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>SUPORTE CENTRAL PARA REGULAGEM</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.	1	SISTEMA DE ENGATE NO DUTO	1	2	ESTRUTURA PRINCIPAL	1	3	REDUTOR	1	4	DISPOSITIVO CENTRAL DE FIXAÇÃO	1	5	SUPORTE CENTRAL PARA REGULAGEM	1																								
						ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.																																							
						1	SISTEMA DE ENGATE NO DUTO	1																																							
						2	ESTRUTURA PRINCIPAL	1																																							
						3	REDUTOR	1																																							
4	DISPOSITIVO CENTRAL DE FIXAÇÃO	1																																													
5	SUPORTE CENTRAL PARA REGULAGEM	1																																													
E	F	<table border="1"> <tr> <td>MASSA BRUTA/GROSS WEIGHT</td> <td>113.91</td> <td>kg</td> <td>MASSA LÍQUIDA/NET WEIGHT</td> <td>113.91</td> <td>kg</td> <td>ESCALA/SCALE</td> <td>1:12</td> </tr> <tr> <td colspan="3">EMISSÃO INICIAL</td> <td>RRAFAEL</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>ECM</td> <td>LOC</td> <td colspan="2">RESUMO DE MODIFICAÇÕES SUMMARY OF MODIFICATIONS</td> <td>EXECUTADO EXECUTED</td> <td>VERIFICADO CHECKED</td> <td>LIBERADO RELEASED</td> <td>DATA DATE</td> <td>VER</td> </tr> <tr> <td>EXEC</td> <td>RRAFAEL</td> <td colspan="2" rowspan="3"> </td> <td colspan="4" rowspan="3">DISPOSITIVO DE INSERÇÃO DE DUTOS</td> </tr> <tr> <td>VERIF/CHECKED</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LIBER/RELEASED</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DT LIBER/REL DT</td> <td></td> <td colspan="2">JARAGUÁ DO SUL</td> <td colspan="4">1 / 1</td> </tr> </table>	MASSA BRUTA/GROSS WEIGHT	113.91	kg	MASSA LÍQUIDA/NET WEIGHT	113.91	kg	ESCALA/SCALE	1:12	EMISSÃO INICIAL			RRAFAEL				00	ECM	LOC	RESUMO DE MODIFICAÇÕES SUMMARY OF MODIFICATIONS		EXECUTADO EXECUTED	VERIFICADO CHECKED	LIBERADO RELEASED	DATA DATE	VER	EXEC	RRAFAEL			DISPOSITIVO DE INSERÇÃO DE DUTOS				VERIF/CHECKED		LIBER/RELEASED		DT LIBER/REL DT		JARAGUÁ DO SUL		1 / 1			
		MASSA BRUTA/GROSS WEIGHT	113.91	kg	MASSA LÍQUIDA/NET WEIGHT	113.91	kg	ESCALA/SCALE	1:12																																						
		EMISSÃO INICIAL			RRAFAEL				00																																						
		ECM	LOC	RESUMO DE MODIFICAÇÕES SUMMARY OF MODIFICATIONS		EXECUTADO EXECUTED	VERIFICADO CHECKED	LIBERADO RELEASED	DATA DATE	VER																																					
		EXEC	RRAFAEL			DISPOSITIVO DE INSERÇÃO DE DUTOS																																									
VERIF/CHECKED																																															
LIBER/RELEASED																																															
DT LIBER/REL DT		JARAGUÁ DO SUL		1 / 1																																											

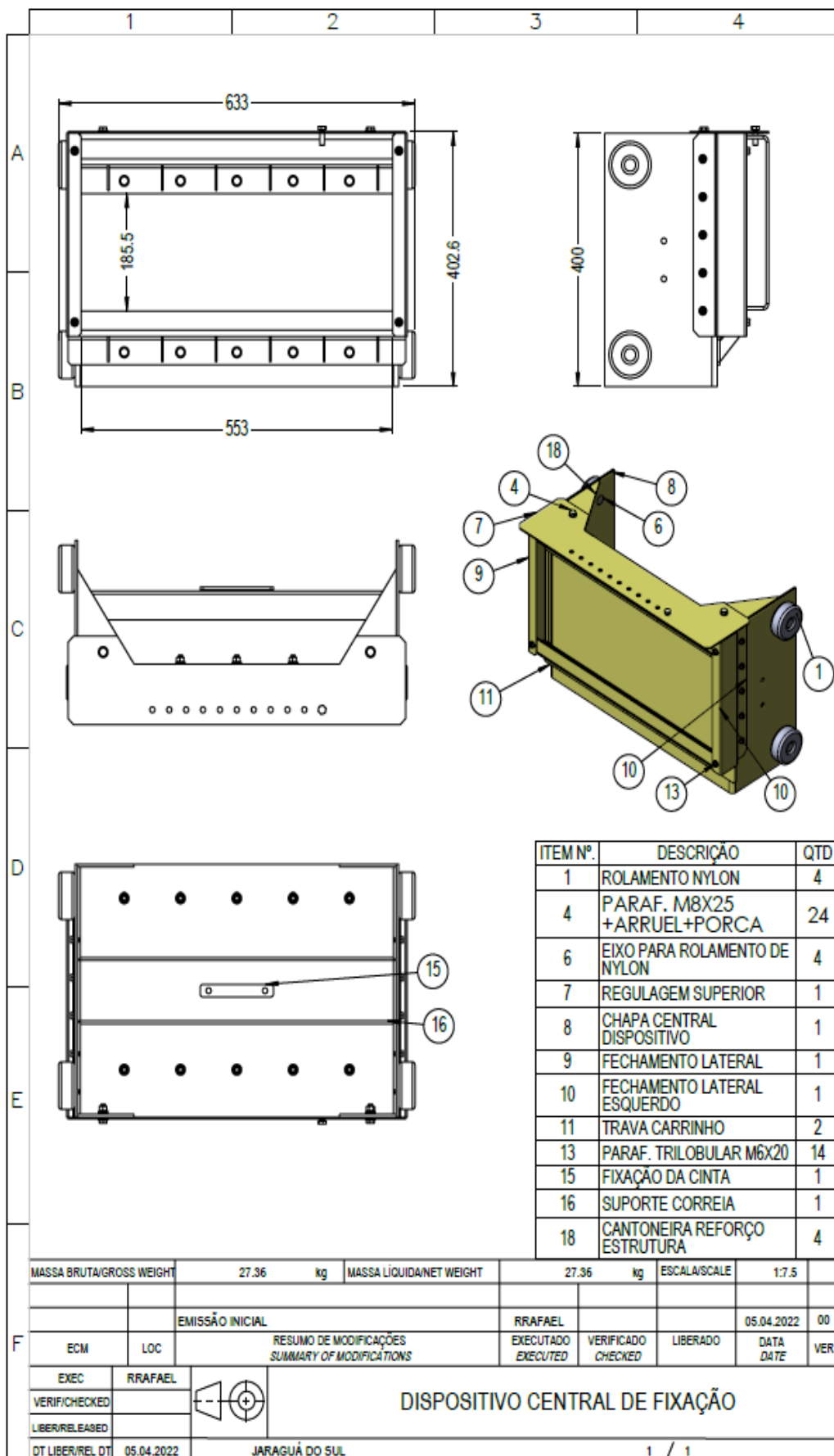
APÊNDICE B – Dispositivo de inserção de dutos.

	1	2	3	4																																																																																																																																							
A	LISTA DE MATERIAIS																																																																																																																																										
B	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">ITEM</th> <th style="width: 75%;">DESCRIÇÃO</th> <th style="width: 15%;">QTD.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>RODÍZIO</td><td>2</td></tr> <tr><td>2</td><td>CANTONEIRA REFORÇO ESTRUTURA</td><td>8</td></tr> <tr><td>3</td><td>SUPORE RODÍZIO</td><td>2</td></tr> <tr><td>4</td><td>SUPORE INFERIOR ESTRUTURA</td><td>2</td></tr> <tr><td>5</td><td>CANTONEIRA ESTRUTURA</td><td>2</td></tr> <tr><td>6</td><td>RODA PALETRANS</td><td>2</td></tr> <tr><td>7</td><td>FECHAMENTO SUPERIOR ESTRUTURA</td><td>2</td></tr> <tr><td>8</td><td>PARAFUSO M8X25 +ARRUELA + PORCA</td><td>53</td></tr> <tr><td>10</td><td>ARRUELA LISA M8</td><td>104</td></tr> <tr><td>11</td><td>ARRUELA PRESSÃO M8</td><td>52</td></tr> <tr><td>13</td><td>SUPORE HORIZONTAL SUST REDUTOR</td><td>1</td></tr> <tr><td>14</td><td>CHAPA FIXAÇÃO REDUTOR</td><td>1</td></tr> <tr><td>15</td><td>PUXADOR M6</td><td>3</td></tr> <tr><td>16</td><td>REFORÇO ROLAMENTO</td><td>13</td></tr> <tr><td>17</td><td>SUPORE SUSTENTAÇÃO REDUTOR</td><td>2</td></tr> <tr><td>18</td><td>SUPORE PARA CINTA</td><td>2</td></tr> <tr><td>19</td><td>PARAF. M8X16 TRILOBULAR</td><td>14</td></tr> <tr><td>20</td><td>REGULAGEM SUPERIOR</td><td>1</td></tr> <tr><td>21</td><td>FECHAMENTO LATERAL ESQUERDO</td><td>1</td></tr> <tr><td>22</td><td>FECHAMENTO LATERAL</td><td>1</td></tr> <tr><td>23</td><td>PARAF. TRILOBULAR M6X20</td><td>14</td></tr> <tr><td>24</td><td>FIXAÇÃO DA CINTA</td><td>1</td></tr> <tr><td>25</td><td>TRAVA CARRINHO</td><td>2</td></tr> <tr><td>26</td><td>SUPORE CORREIA</td><td>1</td></tr> <tr><td>27</td><td>CHAPA CENTRAL DISPOSITIVO</td><td>1</td></tr> <tr><td>28</td><td>CHAPA PRINCIPAL TRANSPORTE E REGULAGEM HORIZONTAL</td><td>1</td></tr> <tr><td>29</td><td>ROLAMENTO PARA REGULAGEM HORIZONTAL</td><td>4</td></tr> <tr><td>31</td><td>INSERTO PARA ROLAMENTO</td><td>4</td></tr> <tr><td>33</td><td>ARRUELA LISA M6</td><td>12</td></tr> <tr><td>34</td><td>ARRUELA PRESSÃO M6</td><td>12</td></tr> <tr><td>35</td><td>PARAF. M6X20 ESCAR. FENDA +ARRUEL+PORCA</td><td>14</td></tr> <tr><td>36</td><td>PARAF. BORBOLETA M6X20</td><td>2</td></tr> <tr><td>37</td><td>ESPAÇADOR ESQUERDO</td><td>1</td></tr> <tr><td>38</td><td>ESPAÇADOR DIREITO</td><td>1</td></tr> <tr><td>39</td><td>ENGATE INFERIOR DO DUTO</td><td>1</td></tr> <tr><td>40</td><td>ENGATE SUPERIOR NO DUTO</td><td>1</td></tr> <tr><td>41</td><td>EIXO DO ROLAMENTO DE NYLON</td><td>5</td></tr> <tr><td>42</td><td>ROLAMENTO DE NYLON</td><td>4</td></tr> <tr><td>43</td><td>REDUTOR R6 1:40 (REF. MKS)</td><td>1</td></tr> <tr><td>44</td><td>ROLAMENTO DA CINTA</td><td>1</td></tr> <tr><td>45</td><td>EIXO DO REDUTOR</td><td>1</td></tr> <tr><td>47</td><td>MANIVELA</td><td>1</td></tr> <tr><td>48</td><td>CINTA</td><td>1</td></tr> <tr><td>49</td><td>EIXO SUPERIOR DA CINTA</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>				ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.	1	RODÍZIO	2	2	CANTONEIRA REFORÇO ESTRUTURA	8	3	SUPORE RODÍZIO	2	4	SUPORE INFERIOR ESTRUTURA	2	5	CANTONEIRA ESTRUTURA	2	6	RODA PALETRANS	2	7	FECHAMENTO SUPERIOR ESTRUTURA	2	8	PARAFUSO M8X25 +ARRUELA + PORCA	53	10	ARRUELA LISA M8	104	11	ARRUELA PRESSÃO M8	52	13	SUPORE HORIZONTAL SUST REDUTOR	1	14	CHAPA FIXAÇÃO REDUTOR	1	15	PUXADOR M6	3	16	REFORÇO ROLAMENTO	13	17	SUPORE SUSTENTAÇÃO REDUTOR	2	18	SUPORE PARA CINTA	2	19	PARAF. M8X16 TRILOBULAR	14	20	REGULAGEM SUPERIOR	1	21	FECHAMENTO LATERAL ESQUERDO	1	22	FECHAMENTO LATERAL	1	23	PARAF. TRILOBULAR M6X20	14	24	FIXAÇÃO DA CINTA	1	25	TRAVA CARRINHO	2	26	SUPORE CORREIA	1	27	CHAPA CENTRAL DISPOSITIVO	1	28	CHAPA PRINCIPAL TRANSPORTE E REGULAGEM HORIZONTAL	1	29	ROLAMENTO PARA REGULAGEM HORIZONTAL	4	31	INSERTO PARA ROLAMENTO	4	33	ARRUELA LISA M6	12	34	ARRUELA PRESSÃO M6	12	35	PARAF. M6X20 ESCAR. FENDA +ARRUEL+PORCA	14	36	PARAF. BORBOLETA M6X20	2	37	ESPAÇADOR ESQUERDO	1	38	ESPAÇADOR DIREITO	1	39	ENGATE INFERIOR DO DUTO	1	40	ENGATE SUPERIOR NO DUTO	1	41	EIXO DO ROLAMENTO DE NYLON	5	42	ROLAMENTO DE NYLON	4	43	REDUTOR R6 1:40 (REF. MKS)	1	44	ROLAMENTO DA CINTA	1	45	EIXO DO REDUTOR	1	47	MANIVELA	1	48	CINTA	1	49	EIXO SUPERIOR DA CINTA	1
ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.																																																																																																																																									
1	RODÍZIO	2																																																																																																																																									
2	CANTONEIRA REFORÇO ESTRUTURA	8																																																																																																																																									
3	SUPORE RODÍZIO	2																																																																																																																																									
4	SUPORE INFERIOR ESTRUTURA	2																																																																																																																																									
5	CANTONEIRA ESTRUTURA	2																																																																																																																																									
6	RODA PALETRANS	2																																																																																																																																									
7	FECHAMENTO SUPERIOR ESTRUTURA	2																																																																																																																																									
8	PARAFUSO M8X25 +ARRUELA + PORCA	53																																																																																																																																									
10	ARRUELA LISA M8	104																																																																																																																																									
11	ARRUELA PRESSÃO M8	52																																																																																																																																									
13	SUPORE HORIZONTAL SUST REDUTOR	1																																																																																																																																									
14	CHAPA FIXAÇÃO REDUTOR	1																																																																																																																																									
15	PUXADOR M6	3																																																																																																																																									
16	REFORÇO ROLAMENTO	13																																																																																																																																									
17	SUPORE SUSTENTAÇÃO REDUTOR	2																																																																																																																																									
18	SUPORE PARA CINTA	2																																																																																																																																									
19	PARAF. M8X16 TRILOBULAR	14																																																																																																																																									
20	REGULAGEM SUPERIOR	1																																																																																																																																									
21	FECHAMENTO LATERAL ESQUERDO	1																																																																																																																																									
22	FECHAMENTO LATERAL	1																																																																																																																																									
23	PARAF. TRILOBULAR M6X20	14																																																																																																																																									
24	FIXAÇÃO DA CINTA	1																																																																																																																																									
25	TRAVA CARRINHO	2																																																																																																																																									
26	SUPORE CORREIA	1																																																																																																																																									
27	CHAPA CENTRAL DISPOSITIVO	1																																																																																																																																									
28	CHAPA PRINCIPAL TRANSPORTE E REGULAGEM HORIZONTAL	1																																																																																																																																									
29	ROLAMENTO PARA REGULAGEM HORIZONTAL	4																																																																																																																																									
31	INSERTO PARA ROLAMENTO	4																																																																																																																																									
33	ARRUELA LISA M6	12																																																																																																																																									
34	ARRUELA PRESSÃO M6	12																																																																																																																																									
35	PARAF. M6X20 ESCAR. FENDA +ARRUEL+PORCA	14																																																																																																																																									
36	PARAF. BORBOLETA M6X20	2																																																																																																																																									
37	ESPAÇADOR ESQUERDO	1																																																																																																																																									
38	ESPAÇADOR DIREITO	1																																																																																																																																									
39	ENGATE INFERIOR DO DUTO	1																																																																																																																																									
40	ENGATE SUPERIOR NO DUTO	1																																																																																																																																									
41	EIXO DO ROLAMENTO DE NYLON	5																																																																																																																																									
42	ROLAMENTO DE NYLON	4																																																																																																																																									
43	REDUTOR R6 1:40 (REF. MKS)	1																																																																																																																																									
44	ROLAMENTO DA CINTA	1																																																																																																																																									
45	EIXO DO REDUTOR	1																																																																																																																																									
47	MANIVELA	1																																																																																																																																									
48	CINTA	1																																																																																																																																									
49	EIXO SUPERIOR DA CINTA	1																																																																																																																																									
C																																																																																																																																											
D																																																																																																																																											
E																																																																																																																																											
F																																																																																																																																											
G																																																																																																																																											
MASSA BRUTA/GROSS WEIGHT		128.14	kg	MASSA LÍQUIDA/NET WEIGHT		128.14	kg	ESCALA/SCALE	1:15																																																																																																																																		
EMISSÃO INICIAL				RRAFAEL																																																																																																																																							
ECM	LOC	RESUMO DE MODIFICAÇÕES SUMMARY OF MODIFICATIONS				EXECUTADO EXECUTED	VERIFICADO CHECKED	LIBERADO RELEASED	DATA DATE	VER																																																																																																																																	
EXEC	RRAFAEL			DISPOSITIVO DE INSERÇÃO DE DUTOS																																																																																																																																							
VERIFICADO																																																																																																																																											
LIBERADO																																																																																																																																											
DT LIBER/REL DT		JARAGUÁ DO SUL				1 / 1																																																																																																																																					

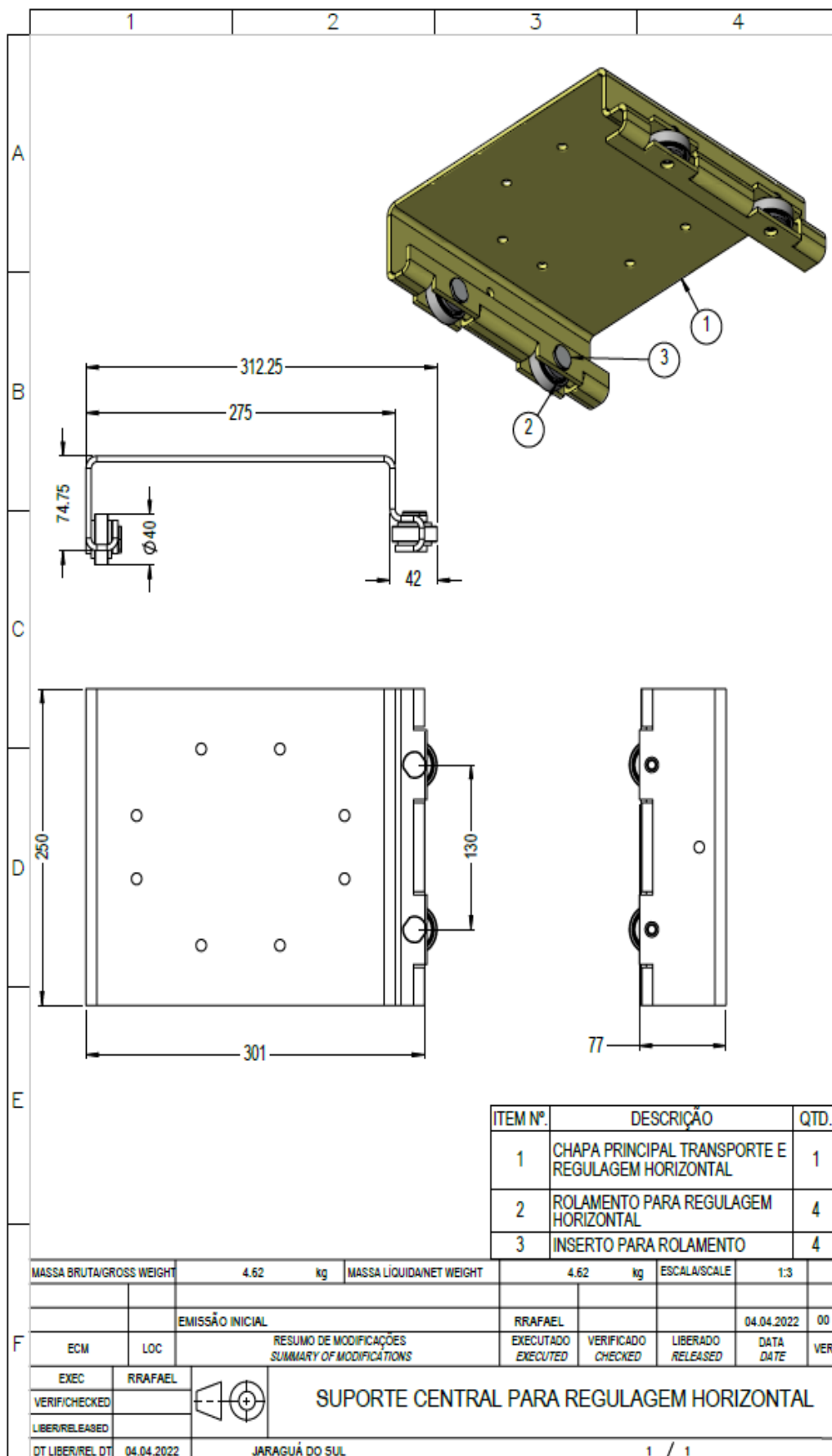
APÊNDICE C – Estrutura principal.



APÊNDICE D – Dispositivo central de fixação.



APÊNDICE E – Suporte central de para regulagem horizontal.



APÊNDICE F – Sistema para engate do duto no dispositivo.

1		2		3		4																															
<p>A PUXADOR PARA AUXILIAR A LEVANTAR O ENGATE SUPERIOR.</p>																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM Nº</th> <th>DESCRIÇÃO</th> <th>QTD.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PARAF. M8X25 +ARRUEL+PORCA</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PARAF. M6X20 ESCAR. FENDA +ARRUEL+PORCA</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>ESPAÇADOR ESQUERDO</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>ESPAÇADOR DIREITO</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>PARAF. M8X16 TRILOBULAR</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>ENGATE INFERIOR DO DUTO</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>ENGATE SUPERIOR NO DUTO</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>PUXADOR M6</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>PARAF. BORBOLETA M6X20</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>								ITEM Nº	DESCRIÇÃO	QTD.	1	PARAF. M8X25 +ARRUEL+PORCA	8	5	PARAF. M6X20 ESCAR. FENDA +ARRUEL+PORCA	14	6	ESPAÇADOR ESQUERDO	1	7	ESPAÇADOR DIREITO	1	8	PARAF. M8X16 TRILOBULAR	6	9	ENGATE INFERIOR DO DUTO	1	10	ENGATE SUPERIOR NO DUTO	1	11	PUXADOR M6	1	12	PARAF. BORBOLETA M6X20	2
ITEM Nº	DESCRIÇÃO	QTD.																																			
1	PARAF. M8X25 +ARRUEL+PORCA	8																																			
5	PARAF. M6X20 ESCAR. FENDA +ARRUEL+PORCA	14																																			
6	ESPAÇADOR ESQUERDO	1																																			
7	ESPAÇADOR DIREITO	1																																			
8	PARAF. M8X16 TRILOBULAR	6																																			
9	ENGATE INFERIOR DO DUTO	1																																			
10	ENGATE SUPERIOR NO DUTO	1																																			
11	PUXADOR M6	1																																			
12	PARAF. BORBOLETA M6X20	2																																			
MASSA BRUTA/GROSS WEIGHT		10.24 kg		MASSA LÍQUIDA/NET WEIGHT		10.24 kg																															
				ESCALA/SCALE		1:5																															
EMISSÃO INICIAL				RRAFAEL																																	
ECM	LOC	RESUMO DE MODIFICAÇÕES SUMMARY OF MODIFICATIONS		EXECUTADO EXECUTED	VERIFICADO CHECKED	LIBERADO RELEASED	DATA DATE																														
EXEC	RRAFAEL			SISTEMA PARA ENGATE DO DUTO NO DISPOSITIVO																																	
VERIFICADO																																					
LIBERADO																																					
DT LIBER/REL DT		JARAGUÁ DO SUL		1 / 1																																	

ANEXO – Solicitação de Autorização para Pesquisa.



Solicitação de Autorização para Pesquisa

Jaraguá do Sul, 10 de junho de 2022

Eu, RAFAEL DE SOUZA, responsável principal pelo projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) denominado preliminarmente de **Desenvolvimento de um dispositivo de movimentação e inserção de dutos de barras em quadros elétricos**, do Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do IFSC – Câmpus Jaraguá do Sul - RAU, venho pelo presente, solicitar autorização da [REDACTED] para a realização da coleta de dados em sua empresa no período de 01/02/2022 a 01/07/2022, com o objetivo de desenvolver um dispositivo para movimentação e inserção de dutos de barras em quadros elétricos, afim de auxiliar os operadores da seção de montagem mecânica. Esta pesquisa está sendo orientada pelo Prof. Gil Magno Portal Chagas, pesquisador do IFSC.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, solicito autorização para a realizar a coleta de dados que consistirá de análise do ambiente, entrevistas individuais com funcionários e imagens através de fotos. Saliento que as coletas serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado o nome de um funcionário e da empresa, em qualquer fase do estudo. As imagens serão divulgadas somente nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas, tomando o cuidado de não identificar pessoa, marca ou produto da empresa.

Contando com a autorização desta instituição, agradecemos e coloco-me à disposição para qualquer esclarecimento.

Rafael de Souza

Rafael de Souza - Pesquisador Principal
fael.souz71@gmail.com
(47) 9 9728-0719

Autorizo:

Nome: [REDACTED]