



Francisco José Simon Gomez

Giovani Ozéias Fritz

**PROJETO DE UMA PLATAFORMA MÓVEL PARA CARREGAMENTO DE
SUÍNOS**

Horizontalina - RS

2019

Francisco José Simon Gomez

Giovani Ozéias Fritz

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA MÓVEL PARA
CARREGAMENTO DE SUÍNOS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Me. Luís Carlos Wachholz.

Horizontina - RS

2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

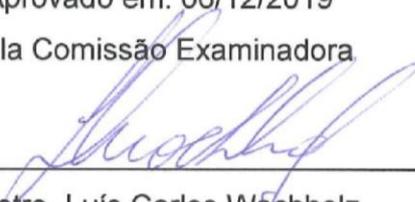
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de
curso

“PROJETO DE UMA PLATAFORMA MÓVEL PARA CARREGAMENTO DE
SUÍNOS”

Elaborado por:
Francisco José Simon Gomez
Giovani Ozéias Fritz

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 06/12/2019
Pela Comissão Examinadora



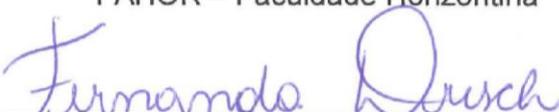
Mestre. Luís Carlos Wachholz

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Mestre. Adalberto Lovato

FAHOR – Faculdade Horizontalina



Mestre. Fernanda Dresch

FAHOR – Faculdade Horizontalina

Horizontalina – RS

2019

Às nossas famílias, por sua capacidade de acreditar e investir em nós. Mãe, seu cuidado e dedicação deram em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao nosso orientador que sempre esteve presente durante o desenvolvimento deste trabalho, auxiliando com ideias de melhorias.

Aos nossos familiares por darem todo apoio necessário durante os momentos mais difíceis.

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer).

RESUMO

Com o cenário ascendente que vive a suinocultura, é de fundamental importância que a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias sobre processos, equipamentos e insumos acompanhem seu ritmo. Dessa forma, o objeto de estudo foi o carregamento dos animais no veículo de transporte, por meio do projeto de uma plataforma elevatória. Buscando facilitar o trabalho dos manejadores e preservar o bem-estar dos animais durante as movimentações. Embasado na metodologia de projeto do produto, a qual possui uma ordem cronológica de execução aplicada na área que visa à busca pelas melhores concepções ao longo do desenvolvimento do projeto. De modo que o projeto tomou forma através do modelamento em software de CAD, simulações de elementos finitos, cálculos estruturais e da transmissão, assim como a análise dos processos de fabricação mais adequados. Em cima dessas informações foi possível apresentar o custo final estimado do produto além do passo-a-passo de seu funcionamento e leiaute final.

Palavras-chave: Suinocultura. Plataforma elevatória. Projeto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico da produção de carne suína no Brasil	20
Figura 2: Embarcadouro de suínos em sítios.....	23
Figura 3: Modelo de embarcadouro mais usado	24
Figura 4: Embarcadouro do tipo plataforma fixa.....	25
Figura 5: Embarcadouro acoplado em caminhões	25
Figura 6: Estruturação de um projeto de um produto	27
Figura 7: Sequência de projeto de produto	27
Figura 8: Modelo de desenvolvimento integrado de produtos.....	28
Figura 9: Sequência do planejamento do projeto	29
Figura 10: Sequência do projeto informacional	30
Figura 11: Sequência do projeto conceitual	33
Figura 12: Sequência do projeto preliminar.....	35
Figura 13: Sequência do projeto detalhado.....	36
Figura 14: Processo de soldagens de materiais.....	39
Figura 15: Soldagem a arco	40
Figura 16: Processo de usinagem de materiais	40
Figura 17: Processo de conformação.....	41
Figura 18: Escopo do projeto	49
Figura 19: Classificação de riscos.....	49
Figura 20: Diagrama de Mudge.....	51
Figura 21: Desdobramento da função qualidade.....	53
Figura 22: Estrutura da função global	55
Figura 23: Desdobramento da função global.....	55
Figura 24: Matriz morfológica	56
Figura 25: Matriz de decisão	57
Figura 26: Leiaute inicial do produto	58
Figura 27: Desenho 2D do componente L0008.....	67
Figura 28: Desenho 2D da estrutura base do compartimento dos animais	68
Figura 29: Análise de elementos finitos no conjunto M0001	69
Figura 30: Vista aproximada das tensões no conjunto M0001	70
Figura 31: Análise de elementos finitos no item L0086	70
Figura 32: Análise de elementos finitos do conjunto M0008	71

Figura 33: Análise de elementos finitos do conjunto M0049	71
Figura 34: Análise do deslocamento máximo no conjunto M0049	72
Figura 35: Leiaute final do produto.....	72
Figura 36: Posição de transporte da plataforma.....	78
Figura 37: Posição da plataforma ao instalá-la	79
Figura 38: Posição vertical máxima da plataforma.....	80
Figura 39: Posição vertical mínima da plataforma.....	80
Figura 40: Posição das portas de embarque durante o carregamento.....	81
Figura 41: Posição da porta de desembarque.....	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Necessidades dos usuários.....	50
Quadro 2: Requisitos dos usuários	50
Quadro 3: Requisitos dos usuários	51
Quadro 4: Requisitos de projeto.....	52
Quadro 5: Requisitos de projeto ordenados.....	54
Quadro 6: Especificações de projeto.....	54
Quadro 7: Dados de entrada de projeto.	59
Quadro 8: Dados do parafuso de potência utilizado.....	60
Quadro 9: Relação de materiais para corte em serra.....	73
Quadro 10: Relação de materiais para corte laser	74
Quadro 11: Relação de materiais para dobra.....	74
Quadro 12: Relação de itens comerciais.....	75
Quadro 13: Custo do material estrutural.	76
Quadro 14: Custo compensado naval	76
Quadro 15: Custo dos itens cortados a laser e dobra	77
Quadro 16: Custo dos processos por terceiros	77
Quadro 17: Resultados das especificações de projeto	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Crescimento do plantel de suínos.	19
Tabela 2: Maiores produtores de carne suína no mundo	19
Tabela 3: Consumo das principais carnes no Brasil.....	21

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

- α – Ângulo do dente da engrenagem ($^{\circ}$)
- σ – Tensão normal (MPa)
- θ_s – Ângulo de atrito da rosca ($^{\circ}$)
- μ – Coeficiente de atrito aço – aço
- τ – Tensão de cisalhamento (MPa)
- A – Área da seção transversal (mm^2)
- C – Distância entre centros (mm)
- Cp – Comprimento da plataforma (m)
- d_{01} – Diâmetro primitivo (mm)
- d_{02} – Diâmetro primitivo (mm)
- d_{03} – Diâmetro primitivo (mm)
- De - Diâmetro externo (mm)
- d_{f1} – Diâmetro interno da engrenagem (mm)
- d_{f2} – Diâmetro interno da engrenagem (mm)
- d_{f3} – Diâmetro interno da engrenagem (mm)
- d_{g1} – Diâmetro da base da engrenagem (mm)
- d_{g2} – Diâmetro da base da engrenagem (mm)
- d_{g3} – Diâmetro da base da engrenagem (mm)
- d_i – Diâmetro interno (mm)
- d_{k1} – Diâmetro externo da engrenagem (mm)
- d_{k2} – Diâmetro externo da engrenagem (mm)
- d_{k3} – Diâmetro externo da engrenagem (mm)
- d_r – Diâmetro do rolo da engrenagem (mm)
- d_r – Diâmetro do rolo da engrenagem (mm)
- d_r – Diâmetro do rolo da engrenagem (mm)
- E – Módulo de elasticidade transversal (GPa)
- F_{arv} – Carga no eixo árvore (N)
- F_t – Força tangencial (N)
- G – Módulo de elasticidade (GPa)
- Hp – Altura máxima da plataforma (m)
- I – Momento de inércia (mm^4)

i – Relação de transmissão (adim.)
 J_p – Momento de inércia polar (mm^4)
 k_0 – Fator de posição (adim.)
 k_l – Fator de lubrificação (adim.)
 k_{po} – Fator de posição (adim.)
 k_s – Fator de serviço (adim.)
 L – Comprimento da corrente (mm)
 l – Comprimento do parafuso de potência (mm)
 L_p – Largura da plataforma (m)
 M_f – Momento fletor (N.m)
 M_t – Momento torçor (N.m)
 n_1 – Rotação no eixo 1 (rpm)
 n_2 – Rotação no eixo 2 (rpm)
 n_{e1} – Rotação do eixo motriz (rpm)
 n_{e2} – Rotação do eixo motora (rpm)
 p – Passo da rosca (mm)
 P – Potência do motor (W)
 q – Peso da corrente (kg/m)
 Q_s – Quantidade de suínos (adim.)
 r – raio (mm)
 S_g – Coeficiente de segurança (adim.)
 t – Passo da corrente (mm)
 T – Torque (N.m)
 v_p – Velocidade periférica (m/s)
 V_{sub} – Velocidade de subida (mm/s)
 W – Peso total (N)
 W_e – Peso da estrutura (N)
 W_p – Peso da plataforma (N)
 W_s – Peso total dos suínos (N)
 W_{un} – Peso médio de um suíno (N)
 y – Número de elos da corrente (adim.)
 Z_1 – Número de dentes do pinhão (adim.)
 Z_2 – Número de dentes da coroa (adim.)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 TEMA	16
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	16
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.4 HIPÓTESES	16
1.5 JUSTIFICATIVA	17
1.6 OBJETIVOS	17
1.6.1 Objetivo Geral	17
1.6.2 Objetivos Específicos	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 PANORAMA GERAL DA SUINOCULTURA	19
2.1.1 Consumo de carne suína	20
2.2 SISTEMAS DE CRIAÇÃO DE SUÍNOS	21
2.2.1 A criação em sítios	21
2.2.2 Bem-estar animal	22
2.2.3 Movimentação e embarque de suínos	23
2.3 PROJETO DE MÁQUINAS	26
2.3.1 Projeto do Produto	28
2.4 PROJETOS MECÂNICOS	38
2.4.1 Componentes estruturais	38
2.4.2 Processos de fabricação	39
2.4.3 Transmissão de potência	42
2.4.4 Normas de segurança	43
3 METODOLOGIA	44
3.1 PROJETO DE PRODUTO	44
3.1.1 Planejamento do projeto	44
3.1.2 Projeto informacional	45
3.1.3 Projeto conceitual	46
3.1.4 Projeto preliminar	47
3.1.5 Projeto detalhado	48
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO	49
4.1.1 Carta de projeto	Erro! Indicador não definido.
4.1.2 Declaração do escopo do projeto	49
4.1.3 Classificação do risco do projeto	49
4.2 PROJETO INFORMACIONAL	50
4.2.1 Necessidades dos usuários	50
4.2.2 Requisitos dos usuários	50
4.2.3 Requisitos de projeto	52
4.2.4 Especificações de projeto	54
4.3 PROJETO CONCEITUAL	55
4.3.1 Estrutura funcional	55
4.3.2 Concepções alternativas	56
4.3.3 Concepção selecionada	56
4.4 PROJETO PRELIMINAR	58
4.4.1 Leiaute inicial	58
4.4.2 Leiaute dimensional	59
4.4.3 Leiaute final	72

4.5 PROJETO DETALHADO.....	73
4.5.1 Descrição e processos de fabricação	73
4.5.2 Análise de custos dos componentes	75
4.5.3 Apresentação e descrição da montagem.....	78
4.5.4 Apresentação do funcionamento.....	78
4.5.5 Avaliação e aprovação para fabricação do protótipo	82
5 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	85
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICE A	88
APÊNDICE B	90
APÊNDICE C	117
ANEXO A – CATÁLOGO DAS ENGRENAGENS P/ CORRENTES SIMPLES	118
ANEXO B – CATÁLOGO DE CORRENTES SIMPLES NORMA DIN.....	119
ANEXO C – CATÁLOGO DO PARAFUSO DE ROSCA TRAPEZOIDAL	120
ANEXO D – CATÁLOGO DA PORCA QUADRADA.....	121
ANEXO E – CATÁLOGO DO MOTOR MONOFÁSICO	122
ANEXO F – CATÁLOGO DE MANCAL QUADRADO	123
ANEXO H – TABELAS DE COEFICIENTES.....	124

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura, ao longo dos anos, vem apresentando um grande crescimento nacional, tornando-se uma atividade cada vez mais consolidada em todo país. Assim, demanda de novas tecnologias que acompanhem tal desenvolvimento, como a cultura de manter a cadeia produtiva sustentável, tanto no que diz respeito à gestão empresarial, como também buscando seguir normas de bem estar animal (LUDTKE et al, 2016).

A partir desta premissa, busca-se aprimorar processos deficientes, que demandem mão-de-obra demasiada ou que venham a prejudicar a saúde do animal ao longo do seu crescimento.

A criação de suínos no país para fins de comercialização é feita em forma de confinamento, ou seja, os animais passam toda sua vida em instalações com pouco espaço, este sistema conhecido como manejo intensivo proporciona que os animais adquiram mais peso em um curto período de tempo, sendo considerada uma forma mais econômica.

Este modelo de criação torna os animais mais propensos a lesões quando sujeitos a movimentação física, isso ocorre devido à fragilidade óssea e muscular dos mesmos, resultado de pouca atividade física durante seu período de vida e seu peso elevado na fase final pré abate (FERREIRA et al, 2014).

O momento que os animais são mais exigidos fisicamente é durante o carregamento pré-abate. Nesta situação, já com um peso elevado os animais precisam caminhar das baias até o local de carregamento, o que já causa uma fadiga extrema. É durante o embarque nos caminhões que os animais sofrem o maior esforço físico, subindo em uma rampa com uma inclinação que normalmente fica acima de 20°, e este é o momento que gera-se o maior número de lesões nos animais.

A partir disto, o estudo busca apresentar uma solução para o carregamento de suínos nas granjas, com uma plataforma móvel, aplicando uma metodologia usada em projetos integrados de produtos, simulações de elementos finitos, cálculos estruturais e da transmissão. Buscando assim, diminuir a fadiga dos animais e facilitando o trabalho dos encarregados.

1.1 TEMA

Projeto e dimensionamento de plataforma móvel para carregamento de suínos.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Cálculos das estruturas e mecanismos de transmissão, design, elaboração do custo final apresentação dos processos de fabricação e do funcionamento da plataforma.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Buscando maior eficiência e agilidade na criação dos suínos, o modelo mais adotado entre os produtores é o confinamento, o qual garante que o animal adquira maior massa em menor tempo.

Este modelo de criação torna os animais mais propensos a lesões quando sujeitos a movimentação física, isso ocorre devido à fragilidade óssea e muscular dos mesmos, resultado de pouca atividade física durante seu período de vida e seu peso elevado na fase final pré-abate (FERREIRA et al, 2014).

Seguindo a ideia, é de grande valia a utilização de um equipamento capaz de realizar o trabalho de elevação dos suínos ao veículo de transporte, de maneira que evite lesões provenientes do demasiado esforço físico a que estão sujeitos durante o carregamento. Desta forma o projeto de uma plataforma móvel para o carregamento de suínos auxiliará o manejador durante a atividade?

1.4 HIPÓTESES

Os problemas apresentados em se realizar o carregamento de suínos nas granjas, possui uma forte influência sobre os ganhos dos produtores, devido às perdas em carcaças impróprias para abate, além da dificuldade de fazer com que estes animais, subam a rampa de carregamento. A partir disto, são apresentadas duas hipóteses que possam responder ou não ao problema de pesquisa:

- Dimensionamento estrutural do produto seja adequado, para que suporte os esforços solicitados no carregamento.

- Sendo possível projetar uma plataforma que envolva todas especificações de projeto necessárias.

1.5 JUSTIFICATIVA

Este projeto de TFC, aplicado à área da suinocultura, tem por objetivo facilitar as atividades dos produtores, justificado pela necessidade de melhorias no manejo dos animais.

Durante a etapa do carregamento dos suínos, os animais precisam embarcar nos compartimentos do caminhão de forma individual, deslocando-se horizontalmente das baias até o local do carregamento. Em seguida, estão sujeitos a um aclive que dá acesso ao compartimento de transporte do caminhão.

Os veículos utilizados atualmente no transporte de suínos em terminações possuem em média de 2 a 3 compartimentos, sendo que este o primeiro pode ser considerado o mais usado. Desta forma, os suínos que serão transportados nos compartimentos superiores precisam subir uma rampa que possui uma elevação excessiva, é neste momento que ocorrem as maiores lesões. Em alguns casos, acabam resultando no comprometimento das carcaças, gerando tanto perdas financeiras como também atrasos no carregamento, sendo que alguns animais devido à gravidade das lesões ficam incapazes de se locomover, necessitando que os manejadores façam a retirada do animal.

A retirada do animal machucado normalmente é feita de maneira manual, e é neste momento que os manejadores são mais exigidos fisicamente. Visando reduzir todos estes transtornos, busca-se implantar o uso da plataforma móvel para evitar as lesões resultando na solução do carregamento de suínos em granjas.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

Projetar uma plataforma móvel para auxiliar durante o carregamento de suínos nas granjas. Desta forma, busca-se agilizar o carregamento, diminuir a frequência de lesões dos animais e outros.

1.6.2 Objetivos Específicos

A partir dos objetivos gerais, podemos modelar as sequências para o projeto, de forma a obter-se o produto com todos os requisitos necessários podendo, desta forma, atender a necessidade dos usuários.

- a) Definir os requisitos necessários à elaboração do projeto;
- b) Esboço do leiaute do produto;
- c) Desenvolver o projeto;
- d) Apresentar os processos e custos finais do produto;
- e) Apresentar o leiaute final do produto e a descrição do funcionamento;

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados resultados de pesquisas bibliográficas acerca dos assuntos abordados neste trabalho, e que servem de base para o desenvolvimento do produto proposto. As bibliografias aqui encontradas são oriundas de livros, teses, dissertações e outros materiais que abordam o conteúdo necessário para sua elaboração.

2.1 PANORAMA GERAL DA SUINOCULTURA

O Brasil está entre os cinco maiores produtores do mundo em carne suína, o incremento na produção ano após ano, justifica este crescimento do seu plantel. De 1995 a 2012, o país teve um crescimento de 9% no seu plantel. Ocupando mais precisamente o terceiro lugar, correspondendo por aproximadamente 4,2% do rebanho mundial (ROPPA, 2014). Conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Crescimento do plantel de suínos.

	1995	2012	Crescimento %
1. China	424787	476340	11,4
2. Estados Unidos	59738	66631	11,5
3. Brasil	36062	39306	9
4. Alemanha	24698	28331	14,7
5. Espanha	18345	25250	37,6

Fonte: ROPPA (2014).

Já com relação à produção deste tipo de carne, durante o mesmo período, apresentou o maior crescimento a nível mundial, apresentado na Tabela 2 em milhões de suínos, resultado de uma série de fatores como genética, políticas de fomento à produção de carne suína, entre outros (ROPPA, 2014).

Tabela 2: Maiores produtores de carne suína no mundo

	1995	2012	Crescimento %
1. China	424787	476340	11,4
2. Estados Unidos	59738	66631	11,5
3. Brasil	36062	39306	9
4. Alemanha	24698	28331	14,7
5. Espanha	18345	25250	37,6

Fonte: Roppa (2014).

2.1.1 Consumo de carne suína

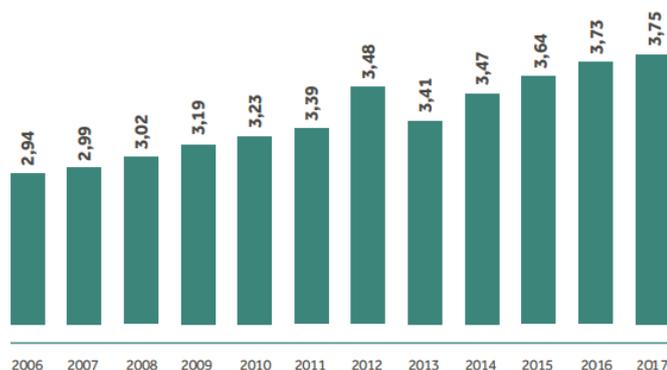
A preferência da população pela carne suína dá à mesma o título de mais consumida no mundo. Segundo Roppa (2014), o consumo do alimento per capita anual à nível mundial, no ano de 2012, girou entorno dos 15,5 kg. Estudos indicam que até o ano de 2020, o consumo desta carne alcance os 16,3 kg/pessoa, como mostrado na Tabela 3.

Analisando a realidade brasileira, conforme ABPA (2018), o consumo anual de carne suína, em 2007, foi entorno de 13 kg/pessoa, até o ano de 2017 houve um crescimento de 1,7 kg/pessoa, alcançando 14,7 kg/pessoa.

O consumo de carne suína no país ainda ocupa o terceiro lugar entre os três que possuem maior mercado, apesar do aumento em 50% no consumo total dos três tipos, de 1980 a 2012 houve um aumento aproximado de apenas 65%, número este que pode parecer bastante, porém, se comparado com as demais carnes consumidas acaba representando pouco (ROPPA, 2014).

De 2006 até 2017, a produção de carne suína brasileira, aumentou de 2,94 milhões de toneladas para 3,75 milhões de toneladas, como podemos ver na Figura 1 (ABPA, 2018). Deste total, 81,5% da produção é destinada para mercado interno, resultando em 18,5% para exportações.

Figura 1: Gráfico da produção de carne suína no Brasil



Fonte: ABPA (2018).

Tabela 3: Consumo das principais carnes no Brasil

	Suíno		Frango de corte		Bovino		Total
	Kg/hab	%	Kg/hab	%	Kg/hab	%	Kg/hab
1980	9,7	19	8,9	17,5	32,4	63,5	51
1990	7	15,9	13,4	30,5	23,6	53,6	44
2000	14,3	17,8	29,9	37,1	36,3	45,1	80,5
2010	14,2	14,3	44,5	44,8	40,5	40,8	99,2
2012	14,8	14,5	45	44,1	42,3	41,4	102,1

Fonte: Roppa (2014).

2.2 SISTEMAS DE CRIAÇÃO DE SUÍNOS

Os sistemas de criação podem ser definidos como, a forma que os mesmos são organizados dentro do ciclo de vida. No Brasil, a pouca padronização da criação acaba resultando em uma grande diversificação nos modelos adotados, não havendo um fluxo de produção, um manejo e equipamentos padronizados (MACHADO; DALLANORA, 2014).

A produção de suínos pode ser dividida em três modelos, os quais definem a forma de criação, podendo ela ser intensiva, semi-intensiva ou extensiva (SARTOR et al, 2004).

Na produção extensiva, os animais permanecem ao ar livre, modelo de pouco controle sobre o desenvolvimento dos mesmos.

O modelo intensivo de produção pode ser considerado como sendo o mais eficiente, neste sistema os animais permanecem confinados em baias, geralmente com uma aglomeração grande de animais. Este sistema acaba exigindo um maior investimento, condições controladas de genética, nutrição e sanidade; o que conseqüentemente favorece o controle da viabilidade econômica e a produtividade (MACHADO; DALLANORA, 2014).

Na forma semi-intensiva principalmente as fêmeas permanecem dentro das instalações, havendo certo controle de alimentação e higiene, essas instalações estão ligadas a espaços ao ar livre de modo a proporcionar uma liberdade ao animais favorecendo no aspecto de bem-estar animal (SARTOR et al, 2004).

2.2.1 A criação em sítios

A fim de se ter um melhor controle das condições ambientais e um melhor manejo para fase dentro do ciclo de vida dos animais, a criação de suínos pode ser

dividida em sítios, onde cada sítio possui as instalações necessárias à criação dos suínos de acordo com a fase de vida que o mesmo se encontra (MACHADO; DALLANORA, 2014).

Segundo Machado e Dallanora (2014), podemos dividir a criação de suínos no Brasil em dois modelos, sendo ciclo completo ou distribuído em sítios (dois, três ou quatro sítios).

De acordo com Machado e Dallanora (2014), no ciclo completo, os animais passam todas as fases de produção na mesma propriedade, contemplando desde a chegada de leitoas para a reprodução até a fase de terminação, conforme apresentados abaixo:

- Sistema de dois sítios: No primeiro sítio ocorre a fertilização das matrizes, reprodução, maternidade e creche e no segundo sítio a fase de terminação.

- Sistema de três sítios: No primeiro sítio ocorre apenas a fertilização das matrizes e reprodução, no segundo a creche e no terceiro realiza-se a terminação

- Sistema de quatro sítios: Este sistema é semelhante ao de três sítios à única diferença fica por conta de que as matrizes são preparadas em um sítio separado e assim que confirmado a prenhez, são enviadas para o sítio de reprodução.

2.2.2 Bem-estar animal

Segundo Ludtke et al (2016), a preocupação com a garantia do bem estar animal, está criando um novo paradigma: trate os animais com cuidado e terá melhores resultados na criação.

A exigência por parte de consumidores em adquirir um produto originário do modelo de bem estar animal, requer que empresas e demais produtores envolvidos, busquem soluções para garantir uma maior competitividade no mercado de carnes. O uso deste sistema de produção garante, sobre todas as vantagens, uma melhor aparência no produto, maior palatabilidade, rendimento, além de uma maior segurança alimentar (LUDTKE et al, 2016).

De acordo com Ludtke et al (2016) o bem estar animal é definido como o estado que esse animal se encontra e sua capacidade de adaptar-se ao ambiente. Buscando sempre proporcionar aos animais condições na qual os mesmos sintam-se bem.

2.2.3 Movimentação e embarque de suínos

O processo de movimentação e embarque de suínos, tanto aqueles chegando para a fase de terminação como o carregamento de animais no período pré-abate, é uma etapa importantíssima durante o ciclo de criação dos animais (DALLA COSTA et al, 2014).

O embarque de animais para o frigorífico exige uma série de cuidados de forma a evitar possíveis lesões oriundas de esforço excessivo e estresse durante o manejo (DALLA COSTA et al, 2014).

De acordo com Dalla Costa et al (2014), os embarcadouros são locais usados para realizar o carregamento e o descarregamento de suínos. É de responsabilidade dos produtores construir estas estruturas, seguindo alguns parâmetros de construção, como inclinação máxima da rampa de 20°, largura mínima do corredor que possibilite a passagem de dois animais e as paredes laterais deve ter no mínimo um metro de altura. A Figura 2 abaixo mostra um exemplo de embarcadouro.

Figura 2: Embarcadouro de suínos em sítios



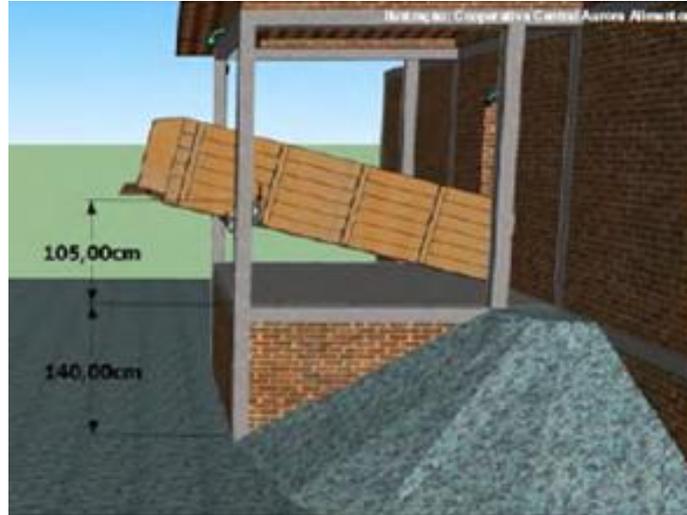
Fonte: Dalla Costa et al, 2014.

2.2.3.1 Modelos de embarcadouros disponíveis

O sistema mais usado para o carregamento de suínos nas granjas é do tipo rampa, ilustrado na Figura 3, em que os animais são obrigados a subirem no caminhão através de uma rampa. Este modelo pode ser construído em madeira, alvenaria ou metal; podendo ser fixo ou móvel. Este sistema é considerado o mais usado por produtores devido sua rápida construção e baixo investimento necessário. Porém, entre suas desvantagens, podemos citar a necessidade de os animais subirem a rampa que, mesmo estando dentro do recomendado por especialistas que

é de 20° de inclinação, acaba fadigando os animais e levando-os a lesões e consequentes atrasos no carregamento (DALLA COSTA et al, 2012).

Figura 3: Modelo de embarcadouro mais usado



Fonte: Dalla costa et al, 2012.

Outro sistema para o embarque de suínos é através do uso de plataformas móveis, Figura 4. Estas plataformas operam de modo semelhante a um elevador, onde os suínos entram por uma porta e ficam ali dentro aguardando. Enquanto isso, aciona-se o sistema de içamento responsável por levar os suínos até a altura desejada correspondente com a entrada no compartimento do caminhão (LUDTKE et al, 2016).

As plataformas tornam-se boas alternativas para que o trabalho seja rápido e sem demandar esforço excessivo tanto dos suínos quanto dos manejadores. Estas plataformas normalmente encontram-se fixas num local, o que impossibilita o uso em mais de um sítio, tornando assim o investimento inviável (DALLA COSTA et al, 2014).

Figura 4: Embarcadouro do tipo plataforma fixa



Fonte: Ludtke et al, 2016.

O uso de sistemas de carregamento acoplados ao caminhão, apresentam maior comodidade no manejo dos suínos, sem necessitar que o produtor possua, em sua propriedade, o sistema de carregamento (PEZZAIOLI, 2017)

Este modelo de carregamento disponibilizado pela empresa Pezzaioli (2017) para novas carrocerias, possui o sistema já de fábrica, Figura 5. Assim que o caminhão se aproxima do local do embarque, realiza o basculamento da tampa traseira na qual possui a plataforma acoplada, e através de um sistema de transmissão os mesmos são elevados até altura do compartimento desejado.

Figura 5: Embarcadouro acoplado em caminhões



Fonte: Pezzaioli (2017).

2.2.3.2 Construção de embarcadouros

Segundo Dalla costa et al (2014) o momento da construção dos embarcadouros é muito importante atentar para diversas questões, como altura mínima do local como sendo de um metro, isso garante maior segurança aos animais evitando com que os mesmos saltem para fora do embarcadouro. Outro fator importante a salientar é de garantir o isolamento do local, não permitindo que os animais tenham uma visão do ambiente ao redor.

O piso deve ser de um material resistente e antiderrapante, pois devido às condições do local de carregamento normalmente serem muito corrosivos e úmidos, devido a urina e fezes dos animais (DALLA COSTA et al, 2014).

De acordo com Dalla costa et al (2014), o embarcadouro deve ser firme e estável, não permitindo oscilações durante o carregamento. Isso faz com que os animais não fiquem estressados.

A altura dos embarcadouros deve ser de 1,5 metros para o embarque no piso inferior e 2,5 metros no piso superior, segundo Dalla costa et al (2014) estas são as dimensões médias dos caminhões usados no carregamento dos suínos. Outro fator importante que deve ser atentado é quanto a arestas pontiagudas, fazendo assim com que se tenha possibilidade dos animais se machucarem.

2.3 PROJETO DE MÁQUINAS

Segundo Budynas e Nisbett (2011), projetar é desenvolver um plano a fim de atender a uma necessidade específica, solucionando um problema. Se o projeto resultar em algo concreto, o produto deve ser funcional, seguro, confiável e competitivo.

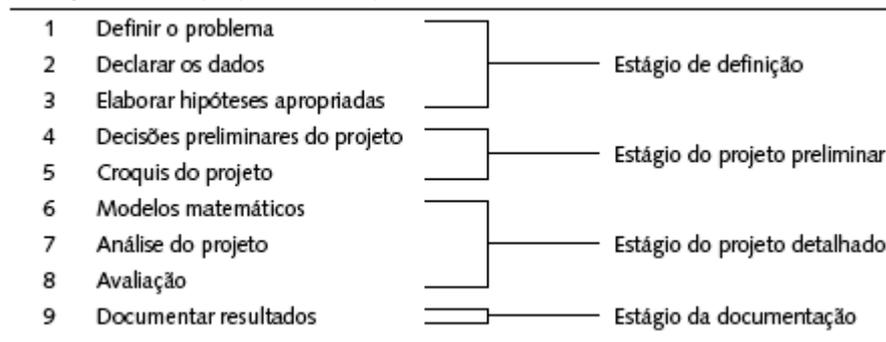
O processo de desenvolvimento de projeto começa com a identificação de uma necessidade e a iniciativa de fazer algo a respeito, passando por diversos passos que dependem da natureza do projeto, até alcançar o objetivo final no momento de apresentar os resultados obtidos através do estudo (STEMMER, 1982).

De acordo com Stemmer (1982), o desenvolvimento de um novo produto parte dos desejos dos clientes, ou seja, analisar o que de fato o usuário busca no produto, em seguida faz-se uma pesquisa de mercado, analisando se há produtos parecidos no mercado. Esclarecidas estas questões, o projetista parte para a idealização do conceito do projeto de forma que o mesmo preencha a função a qual foi destinada.

Somente após o produto final ter seu objetivo assegurado, deve-se trabalhar de forma a tornar o produto mais econômico, sendo em mudanças de parâmetros de projeto ou na própria redução de custo.

Back et al (2008), salienta que a estruturação do projeto deve estar bem definida, a sequência de execução, os documentos, e a forma de pesquisa que será adotada. Abaixo, na Figura 6, é apresentado um modelo de estruturação usado na metodologia de projeto citado por Norton (2013).

Figura 6: Estruturação de um projeto de um produto



Fonte: Adaptado de NORTON, 2013.

Segundo Norton (2013), a metodologia de projetos é dividida em 4 grandes áreas, o estágio de definição, o projeto preliminar, o projeto detalhado e o estágio da documentação.

Já Back et al (2008), divide o desenvolvimento do projeto em cinco etapas, expandindo o estágio de definição citado por Norton (2013), em planejamento de projeto, projeto informacional e projeto conceitual. Além de abordar o estágio da documentação junto às outras etapas, apresentado na Figura 7.

Figura 7: Sequência de projeto de produto



Fonte: Back et al (2008).

A ideia de buscar uma melhor concepção do produto, exige um aprofundamento no estudo acerca da metodologia, buscando compreender a fundo o que de fato se espera no resultado final (BACK et al, 2008).

2.3.1 Projeto do Produto

2.3.1.1 PROJETO INTEGRADO DE PRODUTOS

A necessidade de produtos cada vez mais flexíveis quanto ao seu uso, exige um maior estudo de técnicos e engenheiros acerca do desenvolvimento do produto, usando de recursos e ferramentas que possam satisfazer os clientes e demais envolvidos (ROMANO, 2003).

Segundo Back et al (2008), o projeto de produto é uma atividade cognitiva, baseada em informações e experiências, que visam à busca de soluções para os produtos, visando à construção funcional e estrutural, além de criar documentos com informações detalhadas quanto a sua fabricação.

Romano (2003) complementa dizendo que os projetos de desenvolvimento de produtos são esforços cujo objetivo é desenvolver a geração de ideias de um bem, ao longo de todas as fases do projeto. A Figura 8 apresenta o modelo de desenvolvimento integrado de produtos.

Figura 8: Modelo de desenvolvimento integrado de produtos.



Fonte: Adaptado de Back et al (2008).

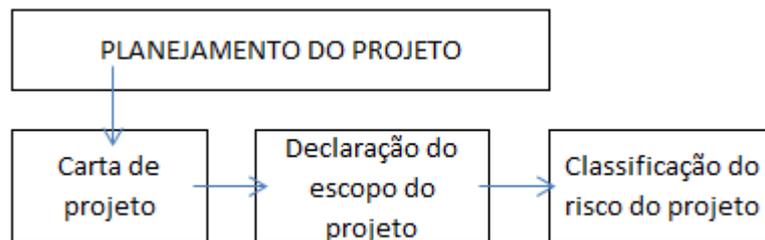
2.3.1.2 Planejamento do projeto

Dentre todas as fases do projeto, esta é a primeira e, talvez a, mais importante, visto que decisões tomadas de forma equivocada nesta etapa podem

resultar em deficiências no projeto em fases mais avançadas. Não sendo apresentado de forma concisa o que será feito e como será feito, pode haver uma não aprovação do projeto quando o mesmo se encontra com uma estrutura mais desenvolvida (ROMANO, 2003).

Nesta primeira etapa da metodologia, é elaborada de forma detalhada a descrição do escopo do projeto, apresentando a justificativa, a área de atuação mercadológica, as restrições, e o que será de fato desenvolvido (BACK et al, 2008), conforme Figura 9.

Figura 9: Sequência do planejamento do projeto



Fonte: Adaptado de Back et al, 2008.

2.3.1.2.1 Carta de projeto

De acordo com Romano (2003), na carta de projeto são identificadas as partes envolvidas no projeto; clientes, parceiros e demais pessoas que possam contribuir ou influenciar nos resultados, bem como também a elaboração do plano de gerenciamento das comunicações.

2.3.1.2.2 Declaração do escopo do projeto

Segundo Back et al (2008), esta declaração é um documento que pode ser formal ou informal, onde se busca estabelecer um entendimento do que deve ser realizado, contendo: a justificativa do projeto, os produtos do projeto e os objetivos do projeto.

Complementando o item, Romano (2003) diz que esta etapa acompanha todo o desenvolvimento do projeto, pois qualquer alteração que for realizada durante cada etapa que altere o objetivo do projeto deve estar contida no escopo.

2.3.1.2.3 Classificação do risco do projeto

Aqui é desenvolvido o plano de gerenciamento de riscos, estruturando, identificando e analisando, os riscos envolvidos durante o ciclo de vida do projeto.

Projetos que possuem alto grau de inovação acabam ficando mais expostos a riscos de projeto, que na maioria dos casos é através da gestão inadequada sobre agentes externos desconhecidos, onde a dificuldade de exercer algum controle sobre os mesmos é grande (ROZENFELD et al, 2006).

A avaliação dos riscos foi voltada para cada sistema do produto, como não se tem uma definição exata da concepção, o projeto foi avaliado como um todo relacionando probabilidade e o impacto da ocorrência.

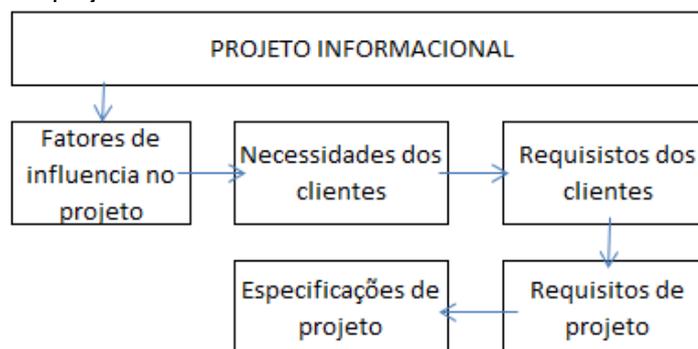
2.3.1.3 Projeto informacional

Nesta fase, são definidas as especificações de projeto de produto, determinando fatores que possam influenciar nos resultados do projeto. Rozenfeld et al (2006) explica que o objetivo desta fase é desenvolver um conjunto de informações, a partir dos dados levantados no planejamento e em outras fontes.

Segundo Back et al (2008), para estabelecer as especificações de projeto, devem ser identificadas para cada fase desse ciclo os clientes envolvidos, sendo eles clientes internos ou externos. A necessidade de identificar esses envolvidos é importante para o que Rozenfeld et al (2006) chama de dar voz aos clientes, permitindo elucidar as reais necessidades desses usuários.

A coleta de informações visa analisar o que o usuário realmente espera do produto sob diversos aspectos do projeto (ROMANO, 2003). A Figura 10 apresenta o fluxograma executado durante o desenvolvimento do projeto informacional.

Figura 10: Sequência do projeto informacional



Fonte: Adaptado de Back et al (2008).

2.3.1.3.1 Fatores de influência no projeto

Para definirmos os critérios que influenciam no projeto, faz-se necessário analisar um conjunto de elementos sob diversos aspectos da engenharia. Esta

análise envolve desde o escopo do projeto até a aprovação do protótipo. (ROMANO 2003).

Nesta fase os clientes tornam-se muito importantes para elaboração do projeto, são eles que auxiliarão na definição das características do produto. Primeiramente, define-se o ciclo de vida do produto assim tem-se uma descrição histórica do produto ao longo do tempo, esse método facilita a busca pelos clientes envolvidos em cada etapa (BACK et al, 2008).

A definição do ciclo de vida varia de acordo com o tipo de produto, o tipo de projeto e as características de funcionamento (ROZENFELD et al, 2006).

2.3.1.3.2 Necessidades dos usuários

O desenvolvimento de um produto de qualidade e mais competitivo no mercado está condicionada, diretamente, ao atendimento das necessidades dos usuários (BACK et al, 2008).

Visando um produto mais completo, a importância de uma pesquisa junto aos clientes passa a ser de extrema relevância, por meio de entrevistas, enquetes ou reuniões, de modo a conhecer os clientes e o que eles realmente buscam no produto (ROZENFELD et al, 2006).

Segundo Back et al, (2008) estas entrevistas devem ser organizadas e guiadas através de um cronograma, onde são elaboradas perguntas que garantam a identificação dos corretos desejos, vontades e expectativas dos usuários.

Onde, neste caso, se trata de um equipamento que exerça sua função como esperado (subir e descer) de maneira segura e eficiente, com prática e versatilidade a partir de comandos simples.

2.3.1.3.3 Requisitos dos usuários

As necessidades dos usuários identificadas no item anterior geralmente são descritos a equipe de projeto informalmente, ou seja, utilizando uma linguagem mais leiga acerca das características (ROZENFELD et al, 2006).

Back et al, (2008) explica que essas necessidades devem ser transformadas em requisitos de usuários, onde se busca adaptar as necessidades dos usuários em uma linguagem mais técnica, que garanta um entendimento da equipe de projeto,

adotando uma classificação em que os atributos possam ser obrigatórios ou preferenciais embasando-se na literatura acerca do assunto.

Atender a todos os requisitos de forma igual demanda um enorme esforço dos envolvidos no projeto, com isso deve-se estabelecer uma ordem de grandeza para cada requisito afim de definir quais devem receber maior atenção. Para isso aplica-se o Diagrama de Mudge, nesta ferramenta comparam-se os requisitos entre si relacionando-os simultaneamente chegando a ordem de prioridades (BACK et al, 2008).

2.3.1.3.4 Requisitos de projeto

Segundo Back et al (2008), esta atividade é a tradução dos requisitos dos usuários em características de engenharia. Complementando Rozenfeld, (2006) explica que para uma comunicação precisa durante o desenvolvimento do projeto torna-se fundamental haver parâmetros mensuráveis no âmbito da engenharia.

De acordo com Romano (2003), a criação dos requisitos de projeto está atrelada a consideração de diferentes atributos sendo eles funcionais, ergonômicos, e outros. Estes requisitos são estabelecidos por engenheiros e demais envolvidos no projeto, buscando por um olhar mais técnico sobre o produto.

Com o intuito de hierarquizar estes requisitos de projeto, e desta forma priorizar a importância de cada um dentro do produto, é usada a ferramenta QFD (Desdobramento da Função Qualidade). Conforme Back et al (2008), esta ferramenta deve ser aplicada da seguinte maneira. Primeiramente, deve-se fazer uma análise entre os requisitos de projeto e os requisitos de usuários, esta tarefa estabelece uma relação entre cada parâmetro, o resultado desta etapa é apresentado no centro da ferramenta.

A relação entre os requisitos de projeto é feita na parte superior da ferramenta, com o resultado do uso desta ferramenta deve-se agrupar cada requisito de acordo com seu grau de relevância no projeto (BACK et al, 2008).

Os valores atribuídos para cada relacionamento vão de acordo com o conhecimento, a experiência, e a intuição dos responsáveis pela análise (BACK et al, 2008).

2.3.1.3.5 Especificações de projeto

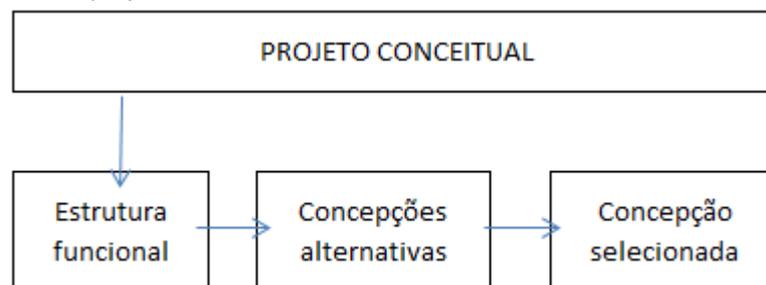
Após a hierarquização dos requisitos do projeto devem ser previstas grandezas mensuráveis e métodos de verificação, de modo a se ter uma forma de avaliar se a solução proposta irá atender ao requisito em questão. A aplicação das especificações de projeto são fundamentais, pois são elas que darão atribuições ao produto final, o objetivo da criação das especificações, é que o projetista ou engenheiro considere todas essas questões ao desenvolver o produto (BACK et al, 2008).

2.3.1.4 Projeto conceitual

De acordo com Rozenfeld (2006) o projeto conceitual trata das atividades relacionadas à busca, criação, representação e seleção de concepções.

Complementando ainda segundo Back et al (2008), nesta fase é definida a concepção do produto, estabelecendo sua estrutura funcional e as concepções alternativas, que buscam dentro do mesmo problema, apresentar diferentes possibilidades de atender a um requisito proposto. A Figura 11 apresenta o fluxograma do projeto conceitual.

Figura 11: Sequência do projeto conceitual



Fonte: Adaptado de Back et al (2008).

2.3.1.4.1 Estrutura funcional

Segundo Romano (2003), a estrutura funcional auxilia a descrever, de que forma o funcionamento do produto foi sequenciado, permitindo a representação através das funcionalidades do produto. Esta etapa permite abrir caminho para melhores seleções de projeto nas fases seguintes.

Aqui, é necessário ter em mãos os resultados das especificações de projeto obtidas no projeto informacional, este método, consiste em definir qual a função

global do produto, ou seja, qual o objetivo após a conclusão além de formular as interfaces do problema, que no caso são as entradas e saídas para o funcionamento do produto (BACK et al, 2008).

De acordo com Back et al (2008) projetos extensos acabam ocultando todas as etapas do funcionamento do produto, ficando assim comprometidas apenas com esse modelo de transformação, para expandir este método é possível realizar o desdobramento da função global, onde tornam-se mais evidenciados todas etapas de operação e uso do produto.

2.3.1.4.2 Concepções alternativas

A definição da estrutura funcional do produto abre caminho para a necessidade de se buscar por uma solução para cada função, com isso é necessário a busca por princípios alternativos de solução (ROZENFELD et al, 2006).

Para que a busca por concepções alternativas, tenha um resultado positivo no desenvolvimento do projeto, o entendimento a cerca da função analisada é fundamental, desta forma tem-se uma visão mais técnica na busca por alternativas de solução (BACK et al, 2008).

Para facilitar no momento da criação das concepções, podemos contar com o auxílio da ferramenta matriz morfológica (ROMANO, 2003). Segundo Back et al (2008), A matriz morfológica consiste de um estudo de diferentes combinações de elementos e parâmetros, buscando assim encontrar a melhor solução para o problema.

2.3.1.4.3 Concepção selecionada

Após a elaboração da matriz morfológica é necessário avaliar e selecionar as concepções, muitas combinações podem ser eliminadas de imediato por não serem compatíveis, porém, para evitar a tomada de decisão de forma precipitada e impedir a eliminação de uma concepção que poderia ser adequada, é necessário realizar uma avaliação criteriosa, esta avaliação é realizada através da matriz de decisão onde é avaliada a influência do requisito em relação à concepção (BACK et al, 2008).

O último passo nesta etapa de acordo com Back et al (2008) é estabelecer um leiaute e descrever a concepção. Selecionada a concepção, busca-se

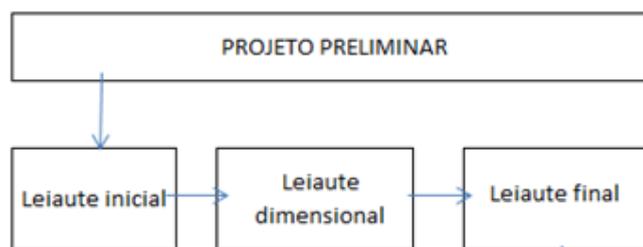
desenvolvê-la de forma a obter um melhor arranjo, otimizando assim seu uso dentro do projeto.

2.3.1.5 Projeto preliminar

Nesta etapa, é definido o modelo final do produto, acompanhado da determinação da viabilidade técnica e econômica. Para obter o modelo final do produto devemos avaliar diversas questões pertinentes ao projeto que foram definidos na fase informacional.

Back et al (2008), estabelece que aqui devem ser realizadas algumas análises referentes ao modelo do leiaute, como a identificação das especificações de projeto que relacionam as dimensões, formas, segurança, ergonomia e o material. Mostrado na Figura 12.

Figura 12: Sequência do projeto preliminar



Fonte: Adaptado de back et al (2008).

2.3.1.5.1 Leiaute inicial

Esta fase é destinada ao aperfeiçoamento da concepção selecionada através da aplicação da matriz morfológica. Estabelecendo o que podemos chamar de esboço de projeto, isso possibilita que se tenha uma visão mais ampla a cerca da concepção escolhida agrupando os elementos (ROMANO, 2003).

O agrupamento dos elementos que compõem o projeto, obedecendo aos elementos construtivos da máquina, tem por objetivo realizar uma análise entre os elementos construtivos a fim de detectar efeitos perturbadores não desejáveis (BACK et al, 2008).

2.3.1.5.2 Leiautes dimensionais

A definição da concepção possibilita otimizar os parâmetros dimensionais do produto, buscando sempre direcionar estas dimensões para relações que facilitam a

fabricação do produto considerando sempre os requisitos de projeto (ROMANO, 2003).

Back et al (2008) explica que é neste momento que são avaliados e estabelecidos as principais dimensões dos componentes, tipo de material a ser usado e os processos de fabricação, visando sempre a otimização, afim de avaliar o projeto sob um ponto de vista mais técnico.

2.3.1.5.3 Leiaute final

Segundo Romano (2003) o desenvolvimento do leiaute final do produto em software CAD permite unir todos os parâmetros selecionados revisando possíveis falhas funcionais e eliminando fatores perturbadores resultantes do arranjo dos elementos.

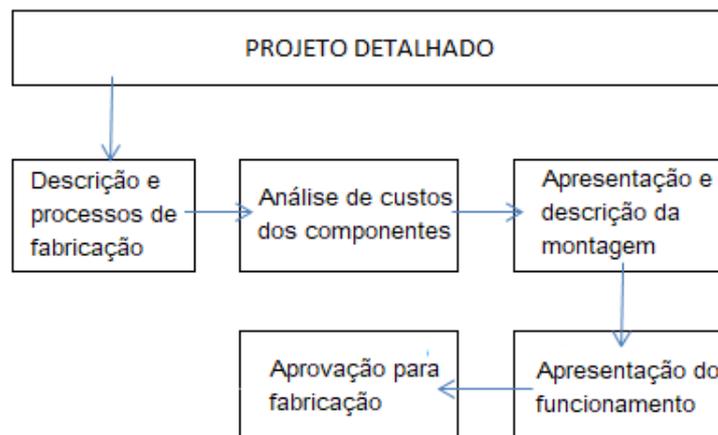
Definidos o leiaute estrutural final, é elaborado os desenhos em vistas ortogonais, a fim de facilitar o entendimento dos componentes e permitir a fabricação de cada item.

2.3.1.6 Projeto detalhado

Segundo Back et al (2008), o projeto detalhado tem por objetivo analisar e aprovar a construção do protótipo e a finalização das especificações dos componentes. Caso seja necessário, deve ser atualizado o plano e as especificações de projeto.

Para Romano (2003) esta fase torna-se imprescindível durante a fase de projeto. Conforme Figura 13.

Figura 13: Sequência do projeto detalhado



Fonte: Adaptado de Back et al (2008).

2.3.1.6.1 Descrição e processos de fabricação

Segundo Rozenfeld et al (2006) o processo de fabricação dos sistemas, subsistemas e componentes, em muitos casos torna-se caro devido a complexidade desses itens, portanto, todos os parâmetros estabelecidos para o funcionamento do produto devem ser de fácil obtenção, sejam eles comprados ou fabricados dentro da própria empresa.

A definição de todos os componentes que farão parte do projeto deve ser apresentada nesta etapa, divididos entre itens comprados e manufaturados seguidos da quantidade de cada componente (ROZENFELD et al, 2006).

2.3.1.6.2 Análise dos custos dos componentes

O desenvolvimento de produtos através de software de desenho permite obter uma pré-visualização detalhada do modelo de montagem e forma dele, assim pode-se ter a relação de todos os itens contidos no projeto, esta etapa de maneira geral permite que possa ser estimado o custo final do produto (BACK et al, 2008).

Segundo Romano (2003), a análise de custos de um produto, antes mesmo de ser lançado no mercado torna-se fundamental a fim de avaliar se este produto possui um valor de mercado aceitável, através de um *benchmarking*.

2.3.1.6.3 Apresentação e descrição da montagem

Após o desenvolvimento dos componentes, subconjuntos e conjuntos, é realizada a apresentação do protótipo aos demais. Segundo Romano (2003) esta fase busca avaliar quanto ao atendimento às especificações de projeto definidas na etapa informacional.

A fase de montagem do protótipo exige o acompanhamento de todas as áreas a fim de identificar possíveis anomalias durante este processo, e caso necessário efetuar alterações no projeto buscando eliminar processos carentes (ROZENFELD et al, 2006).

2.3.1.6.4 Apresentação do funcionamento

De acordo com Romano (2003) os testes podem ser divididos em dois modelos, os de campo e de laboratório, a escolha do teste a ser executado vai de acordo com a natureza dos processos que se deseja avaliar.

Os testes de laboratório com o protótipo buscam fornecer suporte técnico à tomada de decisões e avaliam a estrutura quanto ao cumprimento de funções relacionadas à resistência mínima, deformações e avarias voltadas aos elementos de movimentação (ROMANO, 2003).

Já os testes de campo, têm como finalidade avaliar especificações técnicas em termos de funcionalidade, confiabilidade, resistência, facilidade de operação e fornecendo resultados para garantir a consolidação do projeto (ROMANO, 2003). A confiabilidade destes testes vai de acordo com a proximidade das condições reais de trabalho.

2.3.1.6.5 Aprovação para fabricação do protótipo

Tomada às medidas necessárias, se houver, de correção no produto, o mesmo é submetido à aprovação de todas as partes envolvidas no projeto e finalizado as etapas de desenvolvimento de projeto. A fase de aprovação para fabricação do protótipo indica a última etapa do desenvolvimento (ROMANO, 2003).

2.4 PROJETOS MECÂNICOS

Os projetos voltados especificamente para a área mecânica envolvem desde o dimensionamento de componentes estruturais, elementos de máquina, transmissão de potência até questões relacionadas com a segurança de máquinas ou equipamentos (BUDYNAS; NISBETT, 2011).

O desenvolvimento de um projeto parte de parâmetros, que nada mais são do que requisitos de projeto, estabelecidos através de necessidades de clientes e de mercado (NORTON, 2013).

2.4.1 Componentes estruturais

O desenvolvimento de um projeto auxiliado pelo uso do software SolidWorks permite a criação e visualização de um produto de forma mais ampla, possibilitando a elaboração de um desenho tridimensional e transformando-os em vistas ortogonais de modo a contribuir para o desenvolvimento de fases seguintes (BUDYNAS; NISBETT, 2011).

Segundo Budynas e Nisbett (2011), a criação destes modelos objetiva também o desenvolvimento de um banco de dados, possibilitando assim a realização de cálculos rápidos e precisos relacionados à características geométricas e de material.

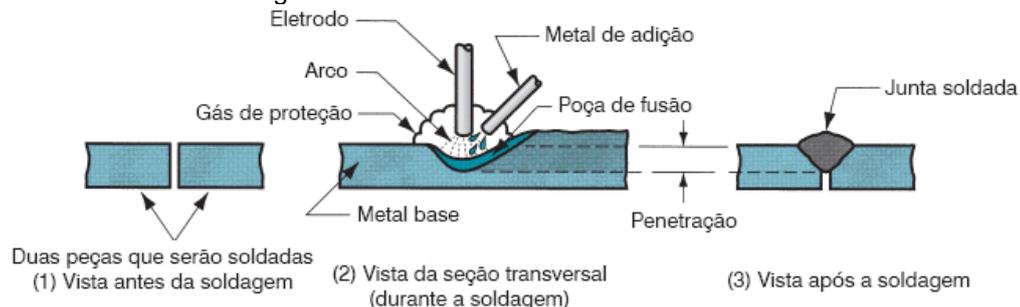
O uso de softwares na engenharia permite a realização de análises estruturais e simulação específica que auxiliam o projetista na tomada de decisão com relação às concepções e modelos. Programas de análise de elementos finitos (FEA) permitem visualizar o desempenho do mecanismo seguindo alguns parâmetros. São capazes de realizar a análise de tensões e deflexões, vibrações, transferência de calor, fluidinamica entre outros tem por objetivo garantir que o modelo do produto atenda as necessidades desejadas garantindo a segurança estrutural do equipamento (BUDYNAS; NISBETT, 2011).

2.4.2 Processos de fabricação

2.4.2.1 Soldagem

É um processo de união de materiais por meio de uma aplicação adequada de calor e ou pressão, demonstrado na Figura 14. Algumas operações de solda ainda utilizam um material de adição, para facilitar a coalescência das peças. Essa montagem de peças unidas por solda passa a se chamar de conjunto de peças soldadas (GROOVER, 2014).

Figura 14: Processo de soldagens de materiais



Fonte: Groover (2014).

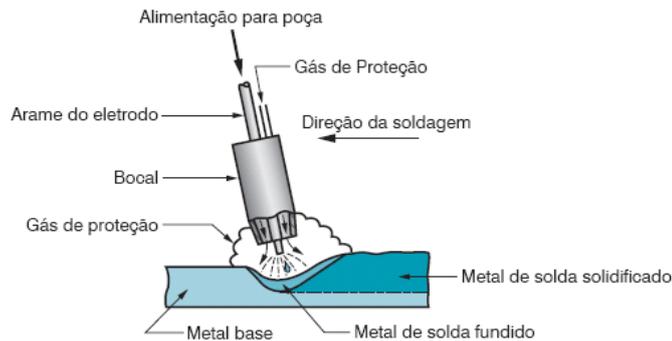
a) Soldagem a arco

Esta modalidade de solda refere-se ao grupo de processos de soldagem aonde o aquecimento dos metais é feito a partir de um arco elétrico (GROOVER, 2014).

b) Soldagem a arco com proteção gasosa

Este processo, como já foi visto, ocorre com a utilização do arco elétrico, de um arame (material de adição consumível) e de um gás de proteção. O arame é alimentado contínua e automaticamente na poça por meio da pistola de soldagem, demonstrado na Figura 15 (GROOVER, 2014).

Figura 15: Soldagem a arco

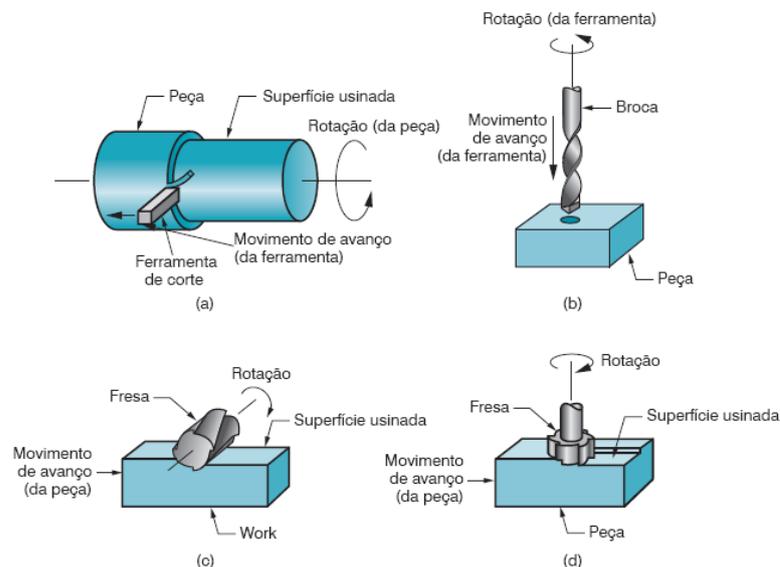


Fonte: Groover (2014).

2.4.2.2 Usinagem

Se tratando de um grupo de processos, sua característica principal é a utilização de uma ferramenta de corte para remoção de cavaco da peça. Para isto, é necessário um movimento relativo entre as duas partes, o qual é alcançado, na maioria nos processos de usinagem, por um movimento primário, a velocidade de corte, e um movimento secundário, o avanço (GROOVER, 2014). Processos apresentados na Figura 16.

Figura 16: Processo de usinagem de materiais



Fonte: Groover (2014).

a) Torneamento

O torneamento é um processo de usinagem em que uma ferramenta, com uma única aresta, remove material da superfície de uma peça que gira. Esta ferramenta avança, linearmente, em direção paralela ao eixo de rotação, de modo que gera a forma cilíndrica. O processo é realizado em uma máquina-ferramenta denominada torno, o qual fornece a potência necessária para toronar a peça a uma velocidade de corte e de avanço especificadas (GROOVER, 2014).

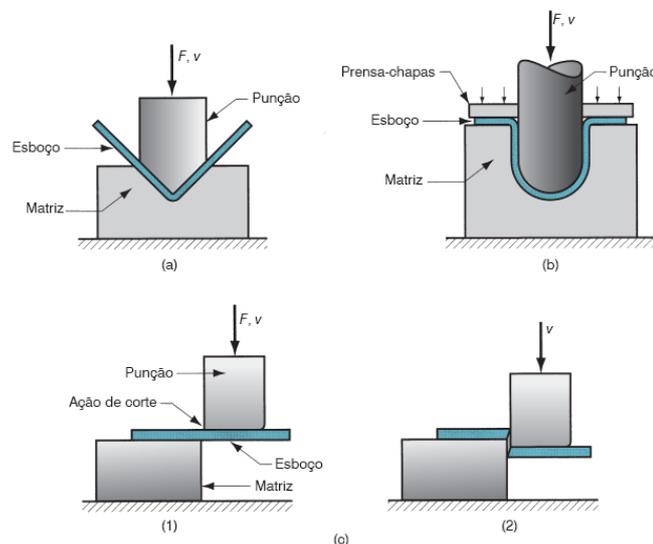
b) Furação

A furação se trata de uma operação que tem por finalidade criar um furo circular. Normalmente é realizada com uma ferramenta rotativa cilíndrica, a qual possui duas arestas de corte em sua extremidade, a broca. Esta, com seu movimento giratório, avança em direção da peça, estática, a fim de realizar um orifício com diâmetro igual ao da broca (GROOVER, 2014).

2.4.2.3 Conformação de Chapas

Os processos de conformação são operações de corte ou de mudança de forma sobre metais na forma de chapas, bobinas e tiras. Um dos processos é conhecido por estampagem, mas comumente é utilizado para representar todo conjunto de operações da natureza de conformação, conforme Figura 17. Dessa forma, as peças produzidas normalmente são chamadas por “estampos” (GROOVER, 2014).

Figura 17: Processo de conformação



Fonte: Groover (2014).

Em geral as operações de conformação de chapas são realizadas a frio, por meio de um par de ferramentas principais, o punção e a matriz, as partes positiva e negativa do ferramental, respectivamente (GROOVER, 2014).

2.4.2.4 Corte a arco de plasma

Um processo de corte produtivo se comparado ao processo oxiacetilênico, por gerar temperaturas mais altas. Produz cortes suaves e pode ser aplicado sobre materiais não-ferrosos e, também, aço inoxidável. Um processo de fácil automação e que se tornou bastante popular. Uma das grandes vantagens, outra vez comparando ao processo oxiacetilênico, é que se trata de um processo compacto, que não requer de grandes e pesados tanques de gás nem de mangueiras, se tornando bastante prática, porém com a demanda de uma fonte de alta voltagem (LESKO, 2004).

2.4.3 Transmissão de potência

A necessidade de levar movimento de um ponto a outro, envolve a aplicação de transmissores de potência que podem ser mecânicos, elétricos, hidráulicos, pneumáticos entre outros (NORTON, 2013).

Máquinas ou equipamentos que possuem peças inter-relacionadas realizam através de um propulsor a transmissão de movimento para seu funcionamento, podendo ser através de motores convencionais ou elétricos. Mecanismos que geram através de sua necessidade uma diminuição ou aumento de velocidade ou de torque, são projetados a partir de relações de transmissão, onde mais é do que a diferença das características de entrada e saída da transmissão (NORTON, 2013).

O uso de correntes em transmissões são mais adequados nos casos em que se necessita de alto torque e baixa rotação, quando há a necessidade de acionar vários eixos por um único motor torna-se fundamental que todas rodas estejam no mesmo plano (MELCONIAN, 2000).

No apêndice A é apresentado toda sequência de cálculo para dimensionamento do parafuso de potência, correntes e engrenagens.

2.4.4 Normas de segurança

De acordo com Budynas e Nisbett (2011), a melhor forma de evitar ações decorrentes de responsabilidade pelo produto é realizar adequadamente uma análise de todas as áreas envolvidas no desenvolvimento do produto.

O conhecimento de normas de segurança que estão envolvidas na operação e funcionamento de um produto torna-se imprescindível para garantir que nada de indesejado ocorra (NORTON, 2013).

As normas regulamentadoras (NR's) foram desenvolvidas de modo a proteger todos envolvidos na operação de um determinado produto. A avaliação das normas que devem ser consideradas varia de acordo com as características de funcionamento e como será realizada a operação (BUDYNAS; NISBETT, 2011).

A Norma Regulamentadora 12 (2018) fala sobre a segurança em máquinas e equipamentos, onde busca manter todos mecanismos e funcionamento dos mesmos de maneira que garanta que não haja acidentes.

Já com relação à segurança em sistemas elétricos a Norma Regulamentadora 10 (2018), apresenta todos requisitos necessários para garantir que não haja acidentes com este tipo de trabalho.

3 METODOLOGIA

Este trabalho consiste no desenvolvimento de um projeto de produto que visa auxiliar produtores de suínos durante a atividade de carregamento. Portanto, tratando-se de um produto novo no mercado buscou-se utilizar a metodologia de projeto integrado de produtos.

Segundo Gil (2002), existem três grandes grupos de pesquisa, a exploratória, descritiva e explicativa. Devido às características deste trabalho podemos classificá-la como exploratória, onde se busca desenvolver, a partir de uma pesquisa, um produto que ofereça todos os requisitos necessários ao seu uso, utilizando de uma base bibliográfica que ofereça todas as condições necessárias à sua elaboração.

3.1 PROJETO DE PRODUTO

A criação de um produto dentro de uma metodologia de projeto integrado exige que sejam seguidas algumas etapas referentes ao seu desenvolvimento, de modo que possa ser atribuído a ele todos requisitos necessários.

3.1.1 Planejamento do projeto

Dentro do planejamento do projeto, inicialmente foi desenvolvido uma etapa mais geral a respeito do projeto.

3.1.1.1 Declaração do escopo do projeto

Na fase da declaração do escopo do projeto foi trazido o detalhamento do ciclo de vida do produto e seus respectivos clientes, tornando possível visualizar o desenvolvimento do projeto.

3.1.1.2 Classificação o risco do projeto

Nesta etapa foram desenvolvidas dentro de cada fase, uma relação de possíveis riscos que o projeto apresenta dentro do seu desenvolvimento, considerando todo ciclo de vida do produto.

3.1.2 Projeto informacional

3.1.2.1 Necessidades dos usuários

O desenvolvimento de um produto parte de uma necessidade, portanto como primeiro passo após a determinação dos usuários do equipamento, buscou-se desenvolver uma relação das necessidades que os mesmos consideram de fundamental importância para o produto que se pretende desenvolver. Em primeiro momento foi feito contato com produtores da região a fim de avaliar o que eles consideram mais importante neste produto.

3.1.2.2 Requisitos dos usuários

Tendo em mãos todas as necessidades dos usuários, foi analisado cada fator proposto, transformando-os em requisitos dos usuários. Nesta etapa criaram-se divisões, de acordo com a característica da necessidade, assim pode-se analisar em qual área do projeto se encaixa cada uma.

Com os requisitos de usuários elaborados, foi aplicado o diagrama de Mudge a fim de hierarquizar os requisitos de acordo com a necessidade. Esta etapa torna-se importante, devido a necessidade de considerar estes requisitos ao longo do desenvolvimento do projeto.

3.1.2.3 Requisitos de projeto

Como passo seguinte, foi criado os requisitos de projeto. Estes requisitos objetivam aplicar uma linguagem mais técnica. Da mesma forma que foi feito no item anterior foram comparados cada requisito entre si, dentro da ferramenta QFD (Desdobramento da função qualidade). Nesta ferramenta foram comparados os requisitos de projeto entre si. Além de comparar os requisitos de projeto com os requisitos dos usuários.

3.1.2.4 Especificações de projeto

Após o sequenciamento e criação de todos os requisitos, foi desenvolvido as especificações de projeto. Estas especificações foram necessárias a fim de criar grandezas mensuráveis ao trabalho, assim foram criadas as especificações e, após

o andamento de todo trabalho, foram avaliadas quanto ao seu atendimento, ou não, dentro do projeto.

3.1.3 Projeto conceitual

3.1.3.1 Estrutura funcional

Dentro do projeto conceitual, primeiramente foi criado a função global do produto, ou seja, aquilo que de fato o produto deve realizar durante o seu funcionamento, apresentando apenas as variáveis de entrada, os mecanismos da função e suas respectivas saídas.

A estruturação da função global do produto apresenta de maneira geral, todas entradas e saídas, porém acaba ocultando o sequenciamento correto referente ao funcionamento do produto. Desta forma foi realizado o desdobramento da função global, onde foram apresentados um detalhamento maior referente ao funcionamento do equipamento.

3.1.3.2 Concepções alternativas

Com o intuito de buscar alternativas para soluções dos mais diversos modelos, criou-se a matriz morfológica, o objetivo foi criar quatro conceitos de mecanismos diferentes, e a partir disso avaliar qual o modelo que melhor se encaixa ao projeto.

3.1.3.3 Concepção selecionada

Depois de formadas as combinações de acordo com a matriz morfológica apresentada no item anterior, o próximo passo foi definir a concepção que mais se enquadra nos requisitos do projeto. Para isso, foi usada a ferramenta que Back et al (2008) chamada de matriz de decisão, onde foram analisados os requisitos de usuários com cada concepção, a partir daí foram pontuados da seguinte maneira:

- 1: o requisito que tem influência positiva em relação a concepção;
- 0: o requisito que não tem influência em relação a concepção;
- -1: o requisito que tem influência negativa em relação a concepção;

A concepção selecionada dentro da matriz morfológica através da matriz de decisão, foi integrada dentro do projeto a partir de uma análise de otimização do seu funcionamento.

3.1.4 Projeto preliminar

3.1.4.1 Leiaute inicial

Dentro do projeto preliminar inicialmente desenvolveu-se um leiaute inicial do produto, este leiaute buscou dar forma ao produto. A fim de avaliar a partir deste ponto o uso da concepção selecionada dentro do projeto conceitual.

Este leiaute inicial, por se tratar de um esboço, foram desprezados algumas características como material, dimensões e outros.

3.1.4.2 Leiaute dimensional

Com o objetivo de avaliar o dimensional e funcional do produto, foi realizado o dimensionamento de itens que a partir de uma análise detalhada poderiam apresentar algum problema estrutural, como sendo itens importantes para o correto funcionamento e a segurança de todos mecanismos.

O leiaute dimensional está diretamente ligado ao leiaute final do produto, desta maneira, ao longo desta etapa de acordo com o resultados obtidos através dos cálculos o leiaute foi tomando forma.

As fórmulas usadas neste projeto derivam de livros técnicos dos quais, foram feitas adaptações buscando apresentar, de forma mais clara e concisa, os resultados encontrados.

3.1.4.3 Leiaute final

A partir do esboço inicial do conceito tendo assim em mãos todos resultados da matriz de decisão quanto ao melhor conceito, analisou-se de forma detalhada o conceito final do leiaute, buscando a melhor posição dos itens e a correta interação entre componentes. Partindo de um leiaute definido foi desenvolvido em cima do mesmo, todo mecanismo de transmissão, posição de hastes de travamentos e sistema de fixação da plataforma.

3.1.5 Projeto detalhado

3.1.5.1 Descrição e processos de fabricação

Após a criação do leiaute final do produto partiu-se para a etapa de descrição dos componentes, bem como a especificação do processo de fabricação dos mesmos. Onde foram divididos por códigos e por processo.

3.1.5.2 Análise de custos dos componentes

Dentro deste item, após a descrição dos processos, foram estimados os custos do material, dos processos de fabricação e mão de obra, para a construção do protótipo.

3.1.5.3 Apresentação e descrição da montagem

Após o desenvolvimento do leiaute final foi possível apresentar a montagem dos subconjuntos e do conjunto final do produto. Desta forma foram criados modelos em vistas isométricas com o auxílio do uso do software Solid Works. Onde foi possível também desenvolver todo projeto.

3.1.5.4 Apresentação do funcionamento

Como o equipamento possui uma série de cuidados durante a operação, foi apresentado em detalhes o funcionamento do equipamento. Foi apresentado a forma de instalação do equipamento, como dever ser feito o carregamento dos animais e a forma de movimentação da plataforma durante o trabalho.

3.1.5.5 Aprovação para fabricação

Após o desenvolvimento de todas as etapas do projeto, como ultimo passo foi realizado uma avaliação a respeito do atendimento ou não de cada especificação de projeto elaborado dentro do projeto informacional, as especificações de projeto foram considerados ao longo do desenvolvimento do projeto.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados abaixo descritos seguem a ordem cronológica de execução da metodologia.

4.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

4.1.1 Declaração do escopo do projeto

O escopo do projeto traz as características do detalhamento do ciclo de vida do produto, conforme apresentado na Figura 18.

Figura 18: Escopo do projeto

CICLO DE VIDA	CLIENTES
Projeto	O desenvolvimento do projeto tem como clientes, todos envolvidos no desenvolvimento
Fabricação	Todos envolvidos na fabricação do produto
Montagem	Empresas e pessoas habilitadas a dar o destino correto aos componentes
Operação	Manejadores e demais pessoas que realizam o carregamento
Manutenção	Manejadores e responsáveis técnicos pelo produto
Descarte	Empresas e pessoas habilitadas a dar o destino correto aos componentes

Fonte: Autor (2019).

4.1.2 Classificação do risco do projeto

A classificação dos riscos do projeto é apresentada na Figura 19.

Figura 19: Classificação de riscos

CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DO PROJETO	
Projeto	Cálculos, design, funcionalidades equivocados.
Fabricação	Processos, MP ou MO ineficiente ou incapaz.
Montagem	MO não habilitada, incapaz.
Operação	Manejadores mal ou não treinados.
Manutenção	FMEA mal elaborado.
Descarte	Destinação errada.

Fonte: Autor (2019).

4.2 PROJETO INFORMACIONAL

4.2.1 Necessidades dos usuários

No Quadro 1, foram listadas todas necessidades apresentadas pelos usuários, estes resultados foram obtidos através de entrevistas, reuniões e conversas, informais, com produtores da região.

Quadro 1: Necessidades dos usuários

Necessidades dos usuários
Fácil manuseio
Não cause acidentes
Movimentação sem esforço
Seja simples e resistente
Seja seguro
Não prejudique o meio ambiente
Peças de fácil troca
Fácil desmontagem do equipamento
Pouca manutenção
Montagem simples
Baixo custo

Fonte: Autor (2019).

4.2.2 Requisitos dos usuários

No Quadro 2 são apresentados os requisitos dos usuários destacados por áreas.

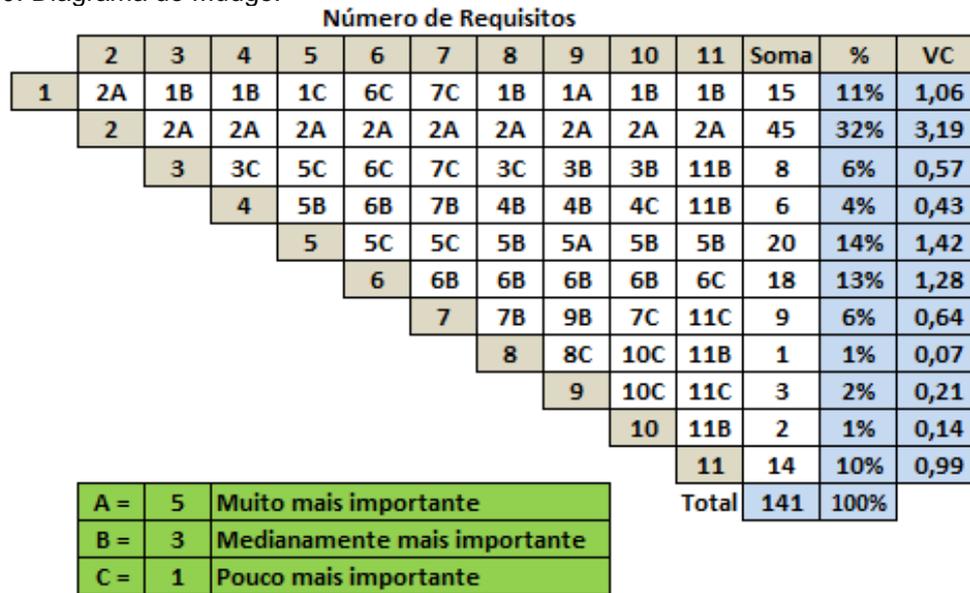
Quadro 2: Requisitos dos usuários

#	Requisitos dos usuários	
1	Funcionamento	Movimentação constante
2	Segurança	Sistemas sem riscos de acidentes
3	Ergonomia	Fácil de transportar
4	Material	Perfis comerciais e acessíveis
5	Requisitos Legais	NR10 - Segurança em instalações elétricas
6		NR12 - Segurança em máquinas e equipamentos
7		NR35 - Segurança em trabalho em altura
8	Requisitos Ambientais	Materiais recicláveis
9	Manutenção	Fácil substituição de componentes
10	Produção	Fácil fabricação
11	Custos	Baixo custo de aquisição

Fonte: Autor (2019).

Seguindo o fluxo do projeto informacional, o próximo passo foi hierarquizar os requisitos dos usuários. Nesta etapa usou-se o Diagrama de Mudge, mostrado na Figura 20.

Figura 20: Diagrama de Mudge.



Fonte: Autor (2019).

Após a aplicação do Diagrama de Mudge comparando os requisitos, foi possível tabelá-los, de acordo com seu grau de importância, no Quadro 3.

Quadro 3: Requisitos dos usuários

Requisitos dos usuários		Importância
2	Sistemas sem riscos de acidentes	45
5	NR10 - Segurança em instalações elétricas	20
6	NR12 - Segurança em máquinas e equipamentos	18
1	Movimentação constante	15
11	Baixo custo de aquisição	14
7	NR35 - Segurança em trabalho em altura	9
3	Fácil de transportar	8
4	Perfis comerciais e acessíveis	6
9	Fácil substituição de componentes	3
10	Fácil fabricação	2
8	Materiais recicláveis	1

Fonte: Autor (2019).

4.2.3 Requisitos de projeto

Como passo seguinte, foi feito o apontamento dos requisitos de projeto, porém reescritos como características da engenharia, apresentados no Quadro 4.

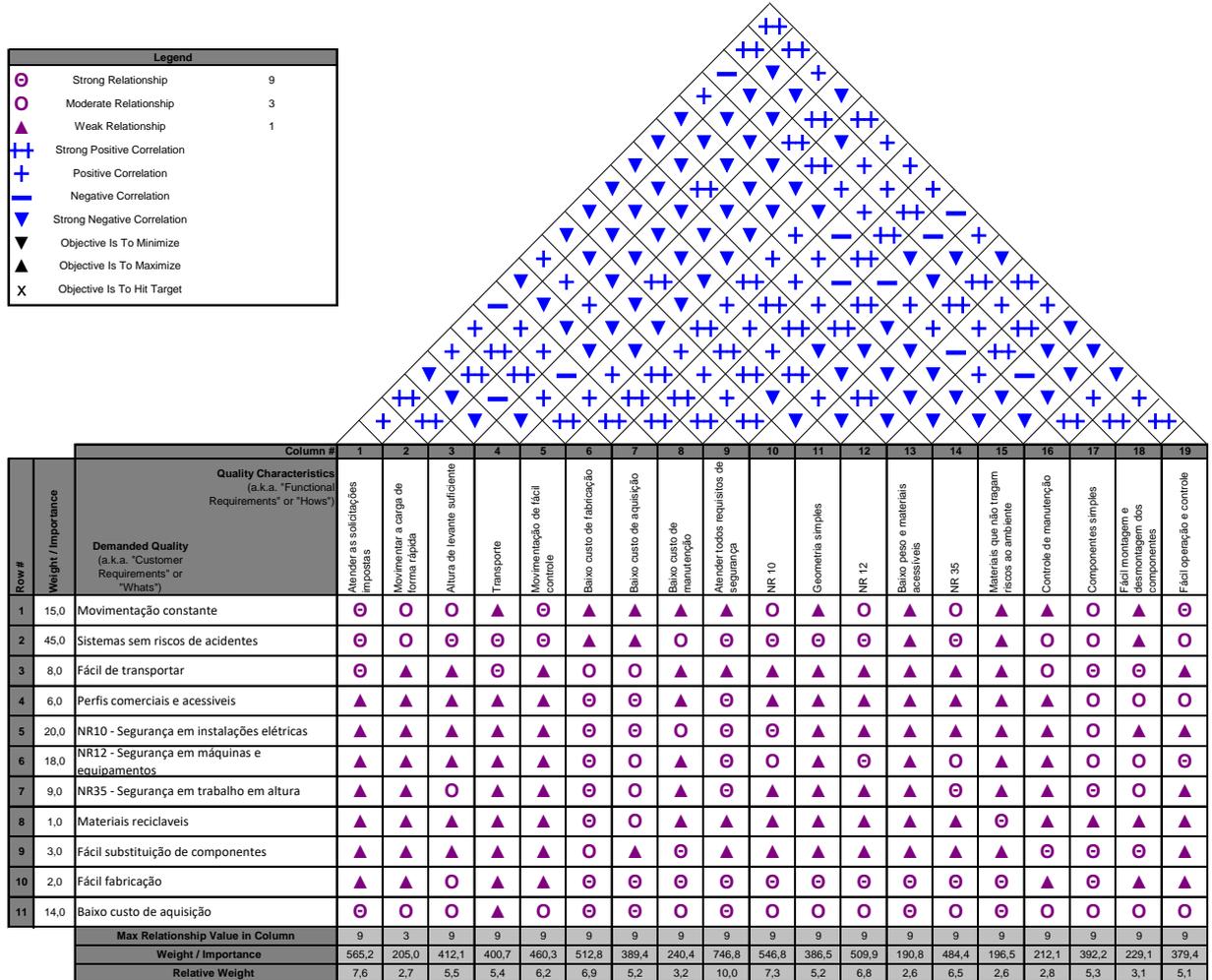
Quadro 4: Requisitos de projeto

Requisitos de projeto			
		Categoria	Requisitos
		Atributos gerais	Básicos
Movimentar a carga de forma			
Altura de levante suficiente			
Transporte			
Ergonômico	Movimentação de fácil controle		
Econômico	Baixo custo de fabricação		
	Baixo custo de aquisição		
	Baixo custo de manutenção		
Segurança	Atender todos requisitos de		
Legal	NR10		
	NR12		
	NR35		
Impacto ambiental	Materiais que não tragam risco ao		
Confiabilidade	Controle de manutenção		
Ciclo de vida	Fabricabilidade	Componentes simples	
	Montabilidade	Fácil montagem e desmontagem dos	
	Usabilidade	Fácil operação e controle	
Atributos específicos	Materiais	Geométricos	Geometria simples
		Material, Peso	Baixo peso e materiais acessíveis

Fonte: Autor (2019).

Além da utilização do Diagrama de Mudge, foi feita a relação “Requisitos dos Clientes x Requisitos de Projeto” com a ferramenta “Desdobramento da Função Qualidade (QFD)”, de forma que possibilitasse conhecer os pontos principais para satisfazer as necessidades do cliente. Apresentado na Figura 21.

Figura 21: Desdobramento da função qualidade



Fonte: Autor (2019).

Da mesma forma que foi feita com os requisitos dos usuários, após a aplicação do QFD foi possível ordenar os requisitos de projeto de acordo com sua relevância, no Quadro 5.

Quadro 5: Requisitos de projeto ordenados

Requisitos de projeto	Peso
Atender todos requisitos de segurança	746,8
Atender as solicitações impostas	565,2
NR 10	546,8
Baixo custo de fabricação	512,8
NR 12	509,9
NR 35	484,4
Movimentação de fácil controle	460,3
Altura de levante suficiente	412,1
Transporte	400,7
Componentes simples	392,2
Baixo custo de aquisição	389,4
Geometria simples	386,5
Fácil operação e controle	379,4
Baixo custo de manutenção	240,4
Fácil montagem e desmontagem dos componentes	229,1
Controle de manutenção	212,1
Movimentar a carga de forma rápida	205,0
Materiais que não tragam riscos ao ambiente	196,5
Baixo peso e materiais acessíveis	190,8

Fonte: Autor (2019).

4.2.4 Especificações de projeto

No Quadro 6 podemos visualizar as especificações de projeto seguidos de suas grandezas.

Quadro 6: Especificações de projeto

Especificações de projeto	Grandezas
Equipamento suporte todo peso dos animais e da própria estrutura	2600 Kg
Coeficiente de segurança mínimo da estrutura	5
Curso de elevação da plataforma	1 a 2,5m
Tempo máximo de subida da plataforma	40 s
Manter todo sistema de transmissão isolado	NR 12
Dimensão da plataforma para o carregamento de 11 suínos por vez	6 m ²
Manter todo sistema elétrico isolado	NR 10
Proteção em trabalho em altura	NR 35
Custo final de produção	R\$ 10.000,00

Fonte: Autor (2019).

Todos dados estabelecidos aqui, estão contidos em outras partes deste trabalho seja no dimensionamento estrutural ou no desenvolvimento do leiaute, e servirão de base para a avaliação final do projeto.

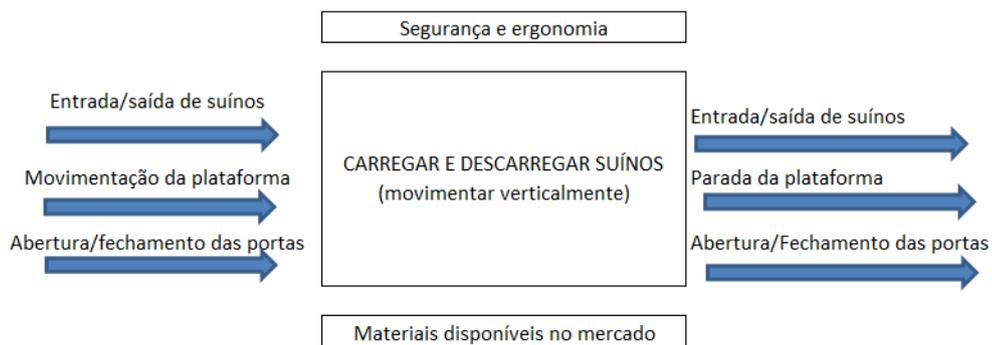
4.3 PROJETO CONCEITUAL

Com o objetivo de avaliar concepções, apresentar a função global e a estrutura funcional, foi elaborado o projeto conceitual deste trabalho.

4.3.1 Estrutura funcional

A primeira etapa do projeto conceitual, após a estruturação e elaboração das especificações de projeto, foi desenvolver a função global do produto apresentando-o em forma de diagrama, conforme Figura 22.

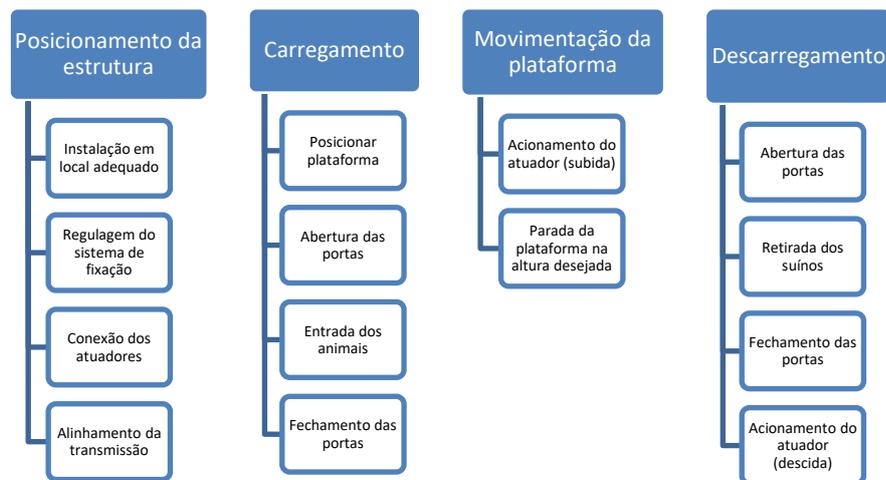
Figura 22: Estrutura da função global



Fonte: Autor (2019).

Com o objetivo de melhor detalhamento e entendimento, é apresentado, na Figura 23, o desdobramento da função global.

Figura 23: Desdobramento da função global



Fonte: Autor (2019).

4.3.2 Concepções alternativas

Na Figura 24 são apresentados os quatro conceitos de produtos. Levando em conta o nível de detalhamento do projeto, buscou-se criar soluções para as funções consideradas chaves no produto.

Figura 24: Matriz morfológica

Matriz morfológica				
FUNÇÃO	Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3	Concepção 4
SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO VERTICAL	CABO DE AÇO 	PARAFUSO DE POTENCIA 	CILINDRO HIDRÁULICO 	CREMALHEIRA 
ATUADOR	MOTOR ELÉTRICO 	MOTOR ELÉTRICO 	ELETROHIDRÁULICO 	MOTOR A COMBUSTÃO 
SISTEMA DE TRANSMISSÃO	CORREIA 	CORRENTE 	HIDRÁULICO 	EIXO CARDAN 
MATERIAL ESTRUTURAL	AÇO INOX	AÇO SAE 1020	ALUMINIO	AÇO SAE 1045
SISTEMA DE ACIONAMENTO DA PLATAFORMA	BOTOEIRA COM CABO 	BOTOEIRA COM CABO 	VÁLVULAS DE CONTROLE 	VÁLVULAS DE CONTROLE REMOTO 

Fonte: Autor (2019).

4.3.3 Concepção selecionada

Na Figura 25 é apresentada a matriz de decisão seguida de seus resultados com cada concepção.

Figura 25: Matriz de decisão

Requisitos dos usuários	VC	Concepções							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Movimentação constante	15	-1	-15	1	15	1	15	0	0
Sistema sem riscos de acidentes	45	0	0	0	0	0	0	0	0
Fácil de transportar	8	1	8	1	8	1	8	-1	-8
Perfis comerciais e acessíveis	6	0	0	1	6	0	0	1	6
NR 10 - Segurança em instalações elétricas	20	-1	-20	-1	-20	0	0	1	20
NR 12 - Segurança em máquinas e equipamentos	18	1	18	1	18	1	18	1	18
NR 35 - Segurança em trabalho em altura	9	1	9	1	9	0	0	0	0
Materiais recicláveis	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Fácil substituição de componentes	3	1	3	1	3	0	0	0	0
Fácil fabricação	2	1	2	1	2	0	0	0	0
Baixo custo de aquisição	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
Peso da Concepção			6		42		40		35

Fonte: Autor (2019).

Após uma análise detalhada da matriz morfológica com relação a escolha de qual concepção que melhor se adequa ao projeto. Definiu-se a concepção 2, como sendo aquela que melhor se encaixa nas condições impostas através dos requisitos de usuários.

Este sistema de movimentação com parafuso de potência possibilita que se tenha uma movimentação constante e regular nos quatro pontos. Considerando que a carga sobre a plataforma pode não estar uniforme durante a movimentação, consegue-se compensar o desnivelamento.

O uso do motor elétrico em relação a outras opções possibilita que se tenha um controle preciso da movimentação e que possa ser acionado por qualquer unidade de energia elétrica disponível no local

O uso de correntes possibilita uma transmissão de potência segura e com precisão sendo livre de derrapagens.

Com o intuito de, inicialmente, reduzir os custos do protótipo e tornar o produto mais acessível economicamente, optou-se por usar como material estrutural o AÇO SAE 1020, este material se caracteriza pelo baixo custo se comparado aos

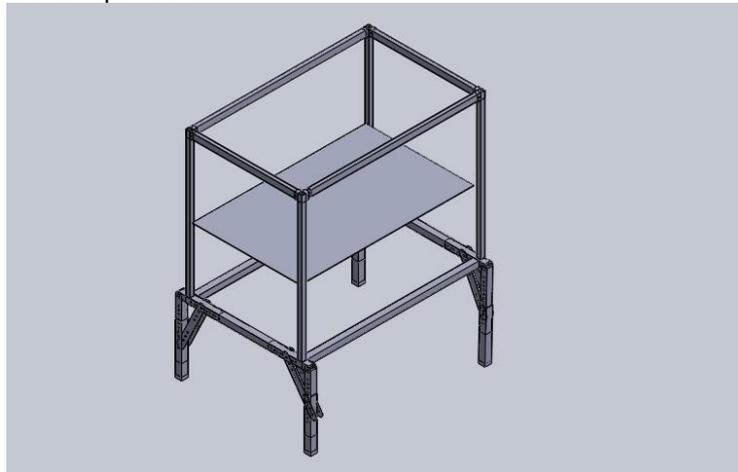
demais, além de apresentar uma elevada tensão de escoamento. A fim de transmitir maior resistência a corrosão neste aço em função do ambiente ao qual a plataforma estará, foi especificado o processo de galvanização.

4.4 PROJETO PRELIMINAR

4.4.1 Leiaute inicial

A partir da análise conceitual do produto pôde-se determinar um leiaute inicial, Figura 26, e a partir daí pode-se trabalhar de maneira a aprimorar, buscando por um produto funcional e versátil.

Figura 26: Leiaute inicial do produto



Fonte: Autor (2019).

Partindo de um esboço geral do desenvolvimento do produto, foi aprimorado o produto a fim de otimizá-lo de acordo com cada necessidade imposta, dentro das etapas anteriores.

4.4.2 Leiaute dimensional

No quadro 7 são apresentadas as dimensões necessárias da plataforma e as cargas envolvidas no projeto, dados estes oriundos de especificações de projeto.

Quadro 7: Dados de entrada de projeto.

W	=	25455	N
Ws	=	14715	N
We	=	10740	N
Lp	=	2	m
Hp	=	3	m
Cp	=	3	m
Vsub	=	28	mm/s
Wun	=	1471,5	N
Qs	=	11	

Fonte: Autor (2019).

4.4.2.1 Análise do parafuso de potência e dimensionamento do motor

Seguindo as equações dispostas no apêndice A deste trabalho, abaixo apresentam-se os cálculos para determinação da potência requerida no sistema.

Com a escolha do sistema de transmissão como sendo por parafuso de potência obteve-se dados comerciais deste item como apresentado no anexo C, e buscou-se, a partir de parâmetros pré-definidos, encontrar qual a potência mínima necessária de alimentação do sistema de transmissão.

Partiu-se de dados pré-definidos como diâmetro externo da rosca do parafuso, tensão do material para cada esforço, assim fez-se também uma análise como o intuito de verificar qual o real coeficiente de segurança do sistema. O Quadro 8 dispõe de todos dados de entrada dos cálculos de transmissão. As fórmulas utilizadas nesta etapa são apresentadas no Apêndice A. Os dados técnicos, como tensão de cisalhamento, módulo de elasticidade e demais dados que fazem referências as propriedades dos materiais é apresentado no Anexo C.

O Anexo F deste trabalho apresenta o catálogo do mancal usado no projeto sendo este acoplado com rolamento a fim de dar mais estabilidade e controle do parafuso de potência.

Quadro 8: Dados do parafuso de potência utilizado

p	=	5	mm
De	=	25	mm
μ	=	0,22	
l	=	2000	mm
σ	=	460	MPa
τ	=	230	MPa
E	=	200	GPa
G	=	80	GPa
Sg	=	5	
r	=	11,256	mm

Fonte: Autor (2019).

Os dados do parafuso de potência bem como seu diâmetro escolhido são apresentados no Anexo C, deste trabalho.

Cálculo de esforço por base: (29)

$$Wt = \frac{W}{3} = \frac{25455}{3} = 7521 \text{ N}$$

O valor de 7521 N se refere à divisão do peso total considerando apenas três pés e não quatro.

Ângulo de atrito da rosca: (1)

$$\theta_s = \frac{p}{2\pi r} = \frac{5}{2 * \pi * 11,256} = 0,0707 \text{ rad ou } 4,05^\circ$$

Torque de subida: (2)

$$Mt = Wt * r * tg(\mu * \theta_s) = 7521 * 11,256 * tg(0,22 * 4,05) = 18187 \text{ N.mm}$$

Momento de inércia: (3)

$$I = \frac{\pi * d_i^4}{64} = \frac{\pi * 20^4}{64} = 7853,98 \text{ mm}^4$$

$$Jp = \frac{\pi * d_i^4}{32} = \frac{\pi * 20^4}{32} = 15707,8 \text{ mm}^4$$

Tensão de cisalhamento: (4)

$$\tau = \frac{Mt * c}{Jp} = \frac{18187 * 10,012}{15707,8} = 11,58 \text{ MPa}$$

Após a obtenção da tensão de cisalhamento sobre o parafuso, podemos calcular o coeficiente de segurança.

$$Sg = \frac{\tau}{\tau_{adm}} = \frac{230}{11,58} = 19,86$$

Aplicando a equação acima, obteve-se um coeficiente de segurança igual a 19,86 o qual está dentro do valor estipulado dentro da especificação do projeto.

Tensão axial normal: (5)

$$A = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} = \frac{\pi \cdot 20^2}{4} = 314,15 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{7521}{314,16} = 23,88 \text{ MPa}$$

Após a obtenção da tensão axial normal sobre o parafuso, podemos calcular o coeficiente de segurança.

$$Sg = \frac{\sigma}{\sigma_{adm}} = \frac{460}{23,88} = 19,26$$

Aplicando a equação acima, obteve-se um coeficiente de segurança igual a 19,26 o qual está dentro do valor estipulado dentro da especificação do projeto.

Flambagem: (6)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_f^2} = \frac{\pi^2 \cdot 200000 \cdot 7853,98}{2000^2} = 3875,78 \text{ N}$$

A seguir é apresentado o cálculo do coeficiente de segurança de flambagem.

$$Sg = \frac{P_{cr}}{W_t} = \frac{3875,78}{7521} = 0,51$$

O parafuso de potência se caracteriza por atuar sob esforço de tração devido seu ângulo da rosca, desta forma, o baixo coeficiente de flambagem não interfere no desempenho.

Ângulo de torção: (7)

$$\theta = \frac{M_t \cdot l_f}{J_p \cdot G} = \frac{18187 \cdot 2000}{15707,8 \cdot 80000} = 0,02895 \text{ rad ou } 1,658^\circ$$

Velocidade de subida direta: (10)

$$V_{sub \text{ dir}} = \frac{p \cdot n_1}{60} = \frac{5 \cdot 1750}{60} = 145,83 \text{ mm/s}$$

Relação: (8)

$$i = \frac{V_{sub \text{ dir}}}{V_{sub}} = \frac{145,83}{28} = 5,21$$

Rotação no eixo 2: (9)

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{1750}{5,21} = 336 \text{ rpm}$$

Velocidade angular: (11)

$$\omega_2 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 336}{60} = 35,19 \text{ rad/s}$$

Potência por eixo: (12)

$$P = M_t \cdot \omega = 18187 \cdot 35,19 = 639,93 \text{ W}$$

Potência total: (13)

$$P_t = P \cdot 3 = 639,93 \cdot 3 = 1919,8 \text{ W}$$

Transformando o valor encontrado acima em cavalo vapor temos como potência mínima requerida para o sistema de transmissão de 2,610 cv. O anexo E deste trabalho apresenta como valor mais próximo 3 cv, Como o fator de serviço (F_s) deste modelo de motor é 1,15 multiplica-se o mesmo pela potência mais próxima, encontrada na tabela. Portanto:

$$P = P_{tab} * F_s = 2,610 * 1,15 = 3,0 \text{ cv}$$

Com o cálculo apresentado acima, percebe-se que a potência mínima final necessária é de 3 cv, analisando ainda o anexo E escolheu-se o motor monofásico modelo IP55 de uso rural, 4 Pólos - 60Hz de 3 cv, sendo este o valor ligeiramente acima da potência mínima necessária para o sistema.

O uso do parafuso de potência para transmissão exige uma porca que possua o mesmo passo que o usado no parafuso, o Anexo D apresenta o catálogo da porca utilizada além do modelo apresentado no Quadro 12.

4.4.2.2 Dimensionamento das correntes de transmissão

O projeto utilizará duas correntes para a transmissão de potência, sendo a primeira denominada de corrente motriz, esta corrente tem a função de levar a potência do motor até o eixo principal ligado a um dos parafusos de potência.

4.4.2.2.1 Corrente motriz

Define-se como sendo corrente motriz aquela acoplada diretamente sobre o eixo do motor que é responsável por transmitir potência ao eixo ligado ao conjunto.

Relação de transmissão: (14)

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1750}{336} = 5,21$$

Número de dentes das engrenagens Z_1 e Z_2 : (30)

Para $i = 5,21$, encontra-se na Tabela 4 do Anexo H, que $Z_1 = 15$ dentes.

Assim:

$$Z_2 = Z_1 * i = 15 * 5,208 = 78 \text{ dentes}$$

Analisando o Anexo A, encontra-se como valor mais próximo a engrenagem de 76 dentes, sendo que esta se encontra em um intervalo de perfeito funcionamento.

Passo da corrente:

A engrenagem Z_1 possui 15 dentes e gira com $n_1 = 1750$ rpm, a Tabela 4 do Anexo H indica que com exceção de $d = 30$ mm qualquer outro passo pode ser usado. Portanto;

$$t = 1/2'' = 12,7 \text{ mm}$$

Velocidade periférica da corrente: (15)

$$v_p = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{15 \cdot 12,7 \cdot 1750}{60 \cdot 1000} = 5,56 \text{ m/s}$$

Segundo Melconian (2000), o valor de v_p não pode exceder 12 m/s, assim considerasse satisfatório o uso deste passo para a corrente.

Fator de operação: (16)

$$k = k_s \cdot k_i \cdot K_{po} = 1 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,3$$

Carga tangencial na corrente: (17)

$$F_t = \frac{P}{v_p} = \frac{2206,5}{5,556} = 397,1 \text{ N}$$

O valor acima representa a carga máxima atuante na corrente.

Carga de ruptura da corrente: (23)

$$F_r = F_t \cdot n_s \cdot k = 397,1 \cdot 8 \cdot 1,3 = 4130,1 \text{ N}$$

Analisando a Tabela 3 do Anexo H temos que:

$$n_s = 8$$

Após os cálculos apresentados acima a corrente selecionada foi o modelo FO08B1 simplex, apresentado no Anexo B, apresentado a qual possui carga de ruptura igual a 9000 N.

$$S_g = \frac{F_{tabela}}{F_r} = \frac{9000}{4130,1} = 2,2$$

Assim aplicando uma relação entre carga sobre a corrente e as cargas de ruptura têm-se um coeficiente de segurança igual a 2,2. Além do coeficiente já adotado acima igual a 8.

Distância entre centros: (18)

$$C = 300 \text{ mm}$$

$$C = (30 \text{ a } 50) \cdot t$$

$$C = \frac{300}{12,7} = 23,62$$

Analisando a equação acima percebe-se que devido a distância C ser menor que 30 não está satisfeita a condição. Sendo assim, deve-se recalcular a distância entre centros e usar uma engrenagem intermediária afim de aumentar o ângulo de abrangência da corrente sobre a engrenagem motora.

Número de elos da corrente: (20)

$$y = \frac{Z_1+Z_2}{2} + \frac{2 \cdot C}{t} + \left(\frac{Z_2-Z_1}{2 \cdot \pi}\right)^2 \cdot \frac{t}{C} = \frac{15+76}{2} + \frac{2 \cdot 300}{12,7} + \left(\frac{76-15}{2 \cdot \pi}\right)^2 \cdot \frac{12,7}{300} = 96 \text{ elos}$$

Comprimento da corrente:

(21)

$$L = y \cdot t = 96 \cdot 12,7 = 1219 \text{ mm}$$

Distância entre centros da corrente:

(19)

$$C = \frac{t}{4} \cdot \left[y - \frac{Z_1+Z_2}{2} + \sqrt{\left(y - \frac{Z_1+Z_2}{2}\right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{Z_2-Z_1}{2 \cdot \pi}\right)^2} \right] = \frac{12,7}{4} \cdot \left[96 - \frac{15+76}{2} + \sqrt{\left(96 - \frac{15+76}{2}\right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{76-15}{2 \cdot \pi}\right)^2} \right] = 294,9 \text{ mm}$$

Carga no eixo da árvore:

(22)

$$K_0 = 4$$

$$q = 0,69 \text{ kg/m}$$

$$F_{arv} = F_t + 2 \cdot k_0 \cdot q \cdot C = 397,1 + 2 \cdot 4 \cdot 0,69 \cdot 0,2949 = 413 \text{ N}$$

4.4.2.2 Corrente motora

Define-se como sendo corrente motora aquela responsável por transmitir potência do eixo principal as demais engrenagens acopladas aos parafusos de potência, que por sua vez são responsáveis por movimentar a plataforma.

Relação de transmissão:

(14)

$$i = \frac{n_3}{n_3} = \frac{336}{336} = 1$$

Para $i = 1$, encontra-se na Tabela 1, que $Z_3 = 24$ dentes, encontra-se em um intervalo de tempo de perfeito funcionamento.

Passo da corrente:

O pinhão possui $Z_3 = 24$ dentes e gira com $n_3 = 336$ rpm. Conforme o anexo A a espessura da engrenagem selecionada é de 7,2 mm, portanto a corrente selecionada deve possuir espessura ligeiramente acima, assim define-se como passo da corrente;

$$t = \frac{1}{2}'' = 12,7 \text{ mm}$$

Velocidade periférica da corrente:

(15)

$$v_p = \frac{Z_3 \cdot t \cdot n_3}{60 \cdot 1000} = \frac{24 \cdot 12,7 \cdot 336}{60 \cdot 1000} = 1,707 \text{ m/s}$$

Segundo Melconian (2000), o valor de v_p não pode exceder a 12 m/s, assim considerasse satisfatório o uso deste passo para a corrente.

Fator de operação: (16)

$$k = k_s * k_i * K_{po} = 1 * 1,3 * 1 = 1,3$$

Carga tangencial na corrente: (17)

$$F_t = \frac{P}{v_p} = \frac{2206,5}{1,707} = 1292,7 \text{ N}$$

Carga de ruptura da corrente: (23)

$$F_r = F_t * n_s * k = 1292,7 * 8 * 1,3 = 13444,2 \text{ N}$$

Analisando a Tabela 3 do Anexo H deste trabalho temos que:

$$n_s = 8$$

Número de elos: (20)

$$y = \frac{Z_1+Z_2}{2} + \frac{2*C}{t} + \left(\frac{Z_2-Z_1}{2*\pi}\right)^2 * \frac{t}{C} = \frac{24+24}{2} + \frac{2*5200}{12,7} + \left(\frac{24-24}{2*\pi}\right)^2 * \frac{12,7}{5200} = 842 \text{ elos}$$

Comprimento da corrente: (21)

$$L = y * t = 842 * 12,7 = 10693 \text{ mm}$$

Distância entre centros da corrente: (19)

$$C = \frac{t}{4} * \left[y - \frac{Z_3+Z_3}{2} + \sqrt{\left(y - \frac{Z_3+Z_3}{2}\right)^2 - 8 * \left(\frac{Z_3-Z_3}{2*\pi}\right)^2} \right] = \frac{12,7}{4} * \left[842 - \frac{24+24}{2} + \sqrt{\left(842 - \frac{24+24}{2}\right)^2 - 8 * \left(\frac{24-24}{2*\pi}\right)^2} \right] = 5194,30 \text{ mm}$$

Carga no eixo da árvore: (22)

$$K_0 = 4$$

$$q = 0,69 \text{ kg/m}$$

$$F_{arv} = F_t + 2 * k_0 * q * C = 1293 * 2 * 4 * 3,82 * 5,194 = 1574 \text{ N}$$

As duas correntes utilizadas neste projeto possuem o mesmo código do produto, mudando assim apenas o número de elos de cada.

4.4.2.3 Dimensionamento das engrenagens:

O número de dentes das engrenagens foram encontradas durante o dimensionamento das correntes através da relação de transmissão. Abaixo são apresentados os cálculos referentes às engrenagens necessárias para a transmissão. No Anexo A deste trabalho é apresentado o catálogo referente as engrenagens selecionadas para o projeto.

Pinhão com 15 dentes

É denominada Z_1 a engrenagem acoplada ao eixo do motor.

Diâmetro primitivo: (24)

$$d_{01} = \frac{t}{\operatorname{sen} \frac{180^\circ}{Z_1}} = \frac{12,7}{\operatorname{sen} \frac{180^\circ}{15}} = 61,08 \text{ mm}$$

Diâmetro do rolo da engrenagem: (32)

$$d_r = 0,25 * 25,4 = 6,35 \text{ mm}$$

Diâmetro externo da engrenagem: (25)

$$d_{k1} = d_{01} + 0,83 * d_r = 61,08 + 0,83 * 6,35 = 66,35 \text{ mm}$$

Diâmetro interno da engrenagem: (26)

$$d_{f1} = d_{01} - 1,01 * d_r = 61,08 - 1,01 * 6,35 = 54,67 \text{ mm}$$

Ângulo do dente da engrenagem: (27)

$$2\alpha = \frac{360^\circ}{Z_1} = \frac{360}{15} = 24$$

Diâmetro da base da engrenagem: (28)

$$d_{g1} = d_{01} * \cos\alpha = 61,08 * \cos(12) = 59,75 \text{ mm}$$

Pinhão com 76 dentes

É denominada Z_2 a engrenagem acoplada ao eixo do parafuso de potência principal.

Diâmetro primitivo: (24)

$$d_{02} = \frac{t}{\operatorname{sen} \frac{180^\circ}{Z_2}} = \frac{12,7}{\operatorname{sen} \frac{180^\circ}{76}} = 307,32 \text{ mm}$$

Diâmetro do rolo da engrenagem: (32)

$$d_r = 0,25 * 25,4 = 6,35 \text{ mm}$$

Diâmetro externo da engrenagem: (25)

$$d_{k2} = d_{02} + 0,9 * d_r = 307,32 + 0,9 * 6,35 = 313,03 \text{ mm}$$

Diâmetro interno da engrenagem: (26)

$$d_{f2} = d_{02} - 1,01 * d_r = 307,32 - 1,01 * 6,35 = 300,9 \text{ mm}$$

Ângulo do dente da engrenagem: (27)

$$2\alpha = \frac{360^\circ}{Z_2} = \frac{360}{76} = 4,73$$

Diâmetro da base da engrenagem: (28)

$$d_{g2} = d_{02} * \cos\alpha = 307,32 * \cos(2,36) = 307,06 \text{ mm}$$

Pinhão com 24 dentes

São denominadas Z_3 as engrenagens que recebem a potência vinda do eixo do parafuso principal.

Diâmetro primitivo da engrenagem: (24)

$$d_{03} = \frac{t}{\operatorname{sen} \frac{180^\circ}{Z_3}} = \frac{12,7}{\operatorname{sen} \frac{180^\circ}{24}} = 97,30 \text{ mm}$$

Diâmetro do rolo da engrenagem: (32)

$$d_r = 0,25 * 25,4 = 6,35 \text{ mm}$$

Diâmetro externo da engrenagem: (25)

$$d_{k3} = d_{03} + 0,83 * d_r = 97,30 + 0,83 * 6,35 = 102,569 \text{ mm}$$

Diâmetro interno da engrenagem: (26)

$$d_{f3} = d_{03} - 1,01 * d_r = 97,30 - 1,01 * 6,35 = 90,885 \text{ mm}$$

Ângulo do dente da engrenagem: (27)

$$2\alpha = \frac{360^\circ}{Z_3} = \frac{360}{24} = 15$$

Diâmetro da base da engrenagem: (28)

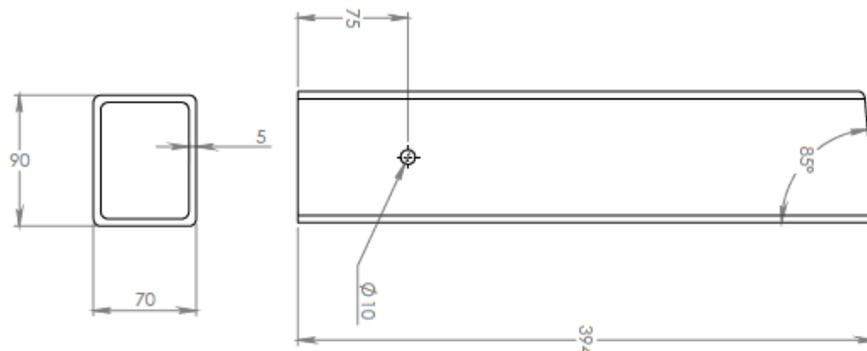
$$d_{g3} = d_{03} * \cos\alpha = 97,30 * \cos(7,5) = 96,46 \text{ mm}$$

4.4.2.4 Dimensionamento estrutural

Após uma análise detalhada do conjunto, consideraram-se alguns componentes como sendo de grande importância um dimensionamento mais detalhado. Pois são eles que estarão absorvendo todos os esforços resultantes do carregamento dos suínos.

- Cálculo de resistência sobre o item L0008, Figura 27:

Figura 27: Desenho 2D do componente L0008.



Fonte: Autor (2019).

$$\sigma = \frac{Mf * \rho}{I}$$

$$\rho = \frac{90}{2} = 45mm$$

$$Mf = L * \frac{W}{3} = (394 - 75) * \frac{22563}{3} = 2,4x10^6 N.mm$$

$$I = \frac{b1*h1^3}{12} - \frac{b2*h2^3}{12} = \frac{70*90^3}{12} - \frac{60*80^3}{12} = 1,69x10^6 mm^4$$

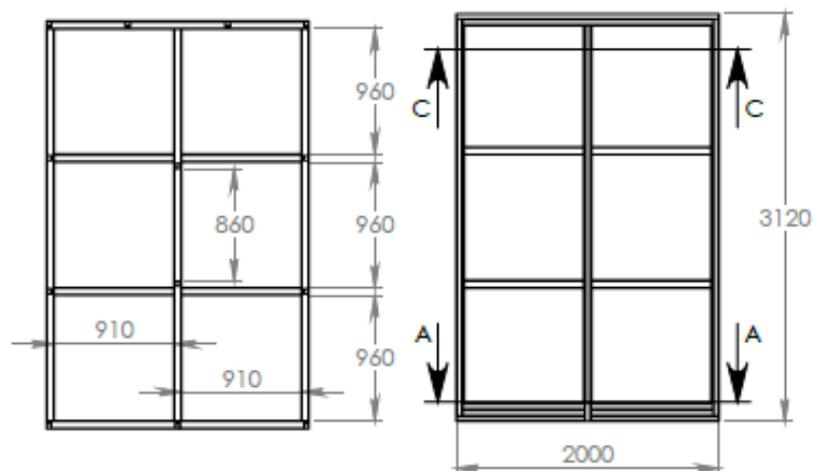
$$\sigma = \frac{2,4x10^6 * 45}{1,69x10^6} = 63,9MPa$$

$$Sg = \frac{\sigma adm}{\sigma} = \frac{360}{63,9} = 5,63$$

- Cálculo estrutural da base da plataforma;

A base da plataforma pode ser considerada um dos itens mais importantes deste projeto, Figura 28, pois deverá suportar toda carga dos animais. Para isso analisou-se o posicionamento dos tubos sendo considerado a distância entre pontos de engaste.

Figura 28: Desenho 2D da estrutura base do compartimento dos animais



Fonte: Autor (2019).

Para isso calculou-se o coeficiente de segurança inicialmente devido o esforço de flexão em função das distâncias entre pontos de fixação.

$$\sigma = \frac{Mf * \rho}{I}$$

$$Mf = \frac{L}{2} * \frac{W}{3} = \frac{960}{2} * \frac{22563}{3} = 3,6x10^6 N.mm$$

$$\rho = \frac{60}{2} = 30 mm$$

$$I = \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} - \frac{b_2 \cdot h_2^3}{12} = \frac{60 \cdot 100^3}{12} - \frac{50 \cdot 90^3}{12} = 1,96 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\sigma = \frac{3,6 \times 10^6 \cdot 30}{1,96 \times 10^6} = 55 \text{ MPa}$$

$$Sg = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma} = \frac{360}{55} = 6,5$$

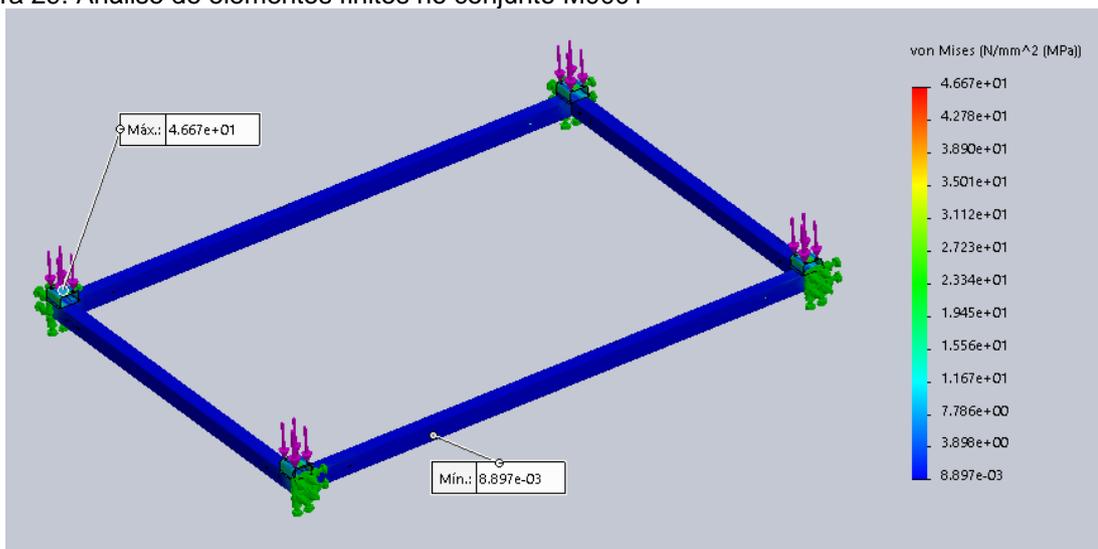
O coeficiente de segurança igual a 6,5 neste ponto garante à estrutura estabilidade suficiente para suportar as cargas solicitadas.

4.4.2.5 Análise estrutural por elementos finitos

O cálculo estrutural de componentes sem o uso de software, muitas vezes acaba não retratando os verdadeiros resultados que teremos durante o uso do equipamento, isso ocorre devido a suposições e simplificações que são feitas com o intuito de facilitar os cálculos e a análise do componente. Sendo assim desenvolveu-se uma análise estrutural de elementos finitos em um software de simulação, assim pode-se perceber realmente quais itens possuem maior incidência de apresentar falhas durante o uso.

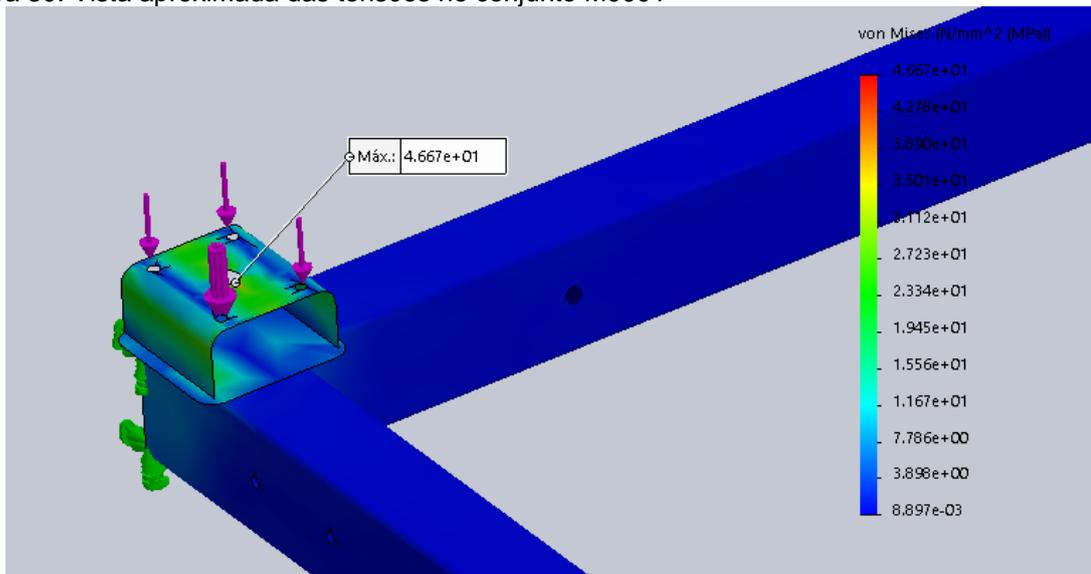
Nas Figuras 29 e 30 são apresentadas todas análises realizadas no conjunto. Os esforços considerados na análise foram realizados de acordo com aqueles considerados nas especificações de projeto.

Figura 29: Análise de elementos finitos no conjunto M0001



Fonte: Autor (2019).

Figura 30: Vista aproximada das tensões no conjunto M0001

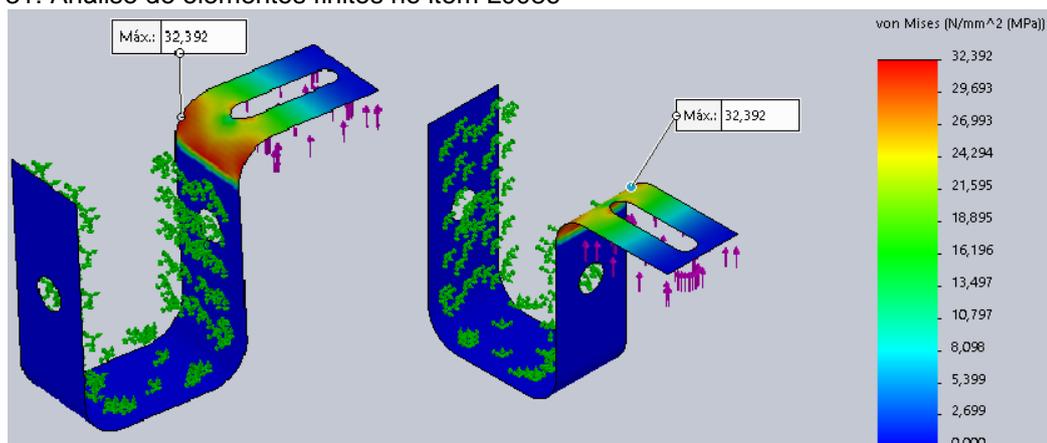


Fonte: Autor (2019).

Através da análise podemos perceber que o ponto de maior esforço nesta seção da estrutura, ocorre com 46,67 MPa, este valor representa sobre a tensão de escoamento do material um coeficiente de segurança de aproximadamente 7,7. O que considera-se suficiente estando assim, acima do limite mínimo especificado que é de 5.

Toda carga da plataforma é suportada por quatro chapas conformadas, Figura 31, que são ligados à porca do parafuso de potência. Portanto, entendeu-se que este item necessitaria de uma avaliação quanto a sua resistência.

Figura 31: Análise de elementos finitos no item L0086

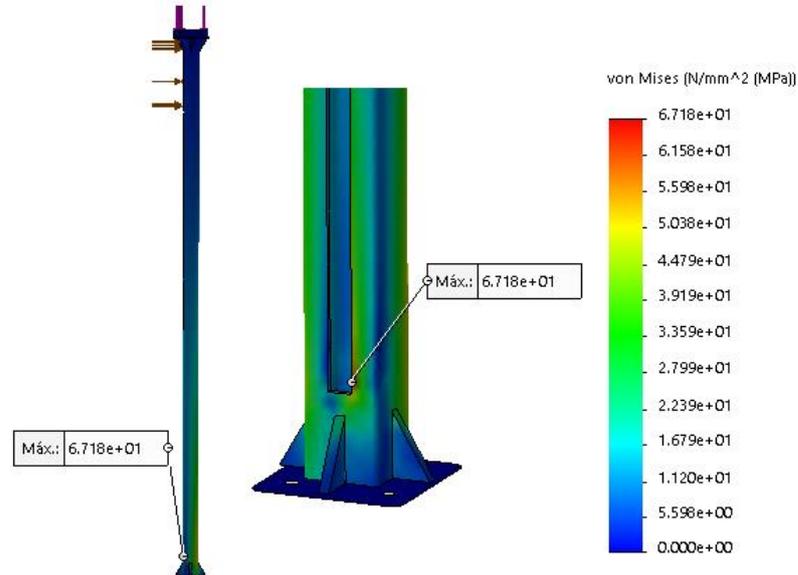


Fonte: Autor (2019).

Após isso, podemos perceber que o ponto de maior esforço está marcado com vermelho sobre o componente, neste ponto a tensão sobre o material é de

aproximadamente 33 MPa, o que corresponde a um coeficiente de segurança de aproximadamente 10, conforme Figura 32.

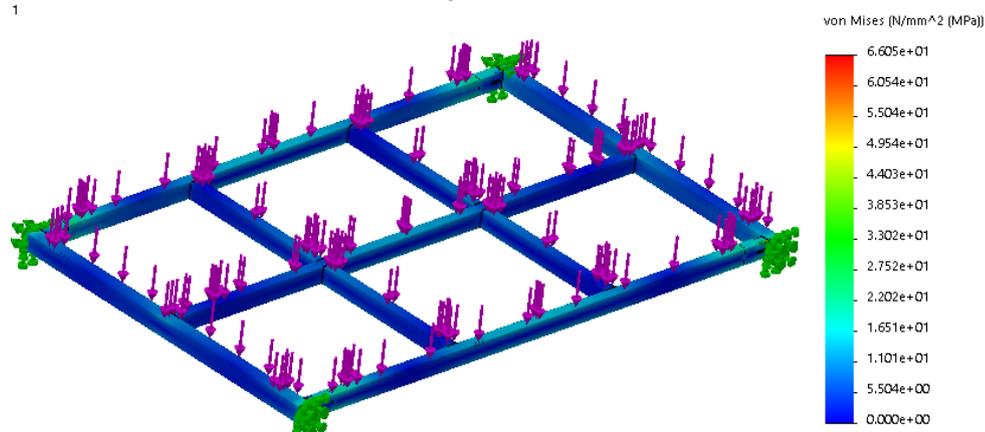
Figura 32: Análise de elementos finitos do conjunto M0008



Fonte: Autor (2019).

Após uma análise estrutural do conjunto M0008, Figura 33, o ponto de maior tensão resultante dos esforços ocorre na base do conjunto, neste ponto a tensão máxima é de 67,2 MPa, com isso o coeficiente de segurança do conjunto é de aproximadamente 5,2.

Figura 33: Análise de elementos finitos do conjunto M0049



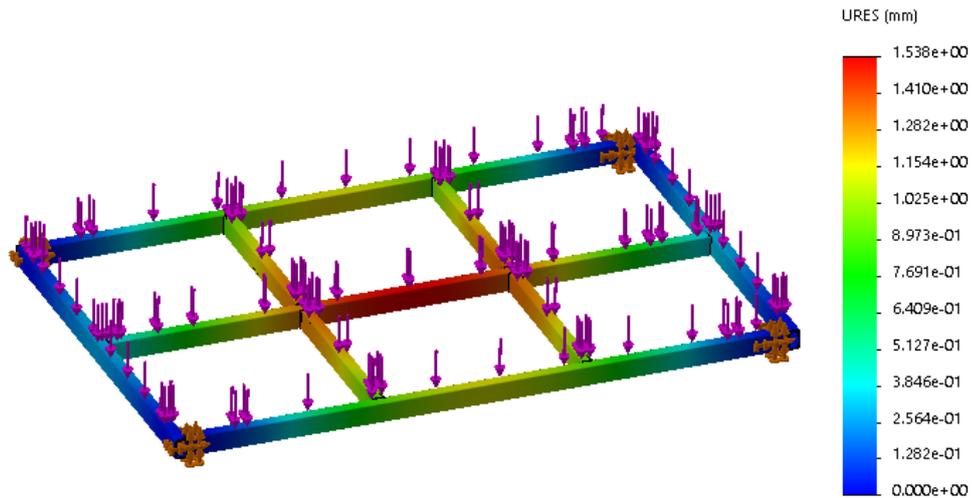
Fonte: Autor (2019)

De acordo com o resultado apresentado na Figura 33 referente à análise de tensão sobre o conjunto M0049, analisando os resultados vemos que a máxima

tensão no conjunto é de 66 MPa, o qual resulta em um coeficiente de segurança aproximado de 5,40. Este valor fica a acima do coeficiente de segurança mínimo.

A Figura 34 apresenta o deslocamento máximo da base do conjunto M0049, como sendo de 1,53 mm, este valor por ser considerado baixo, não implica no correto funcionamento da plataforma.

Figura 34: Análise do deslocamento máximo no conjunto M0049

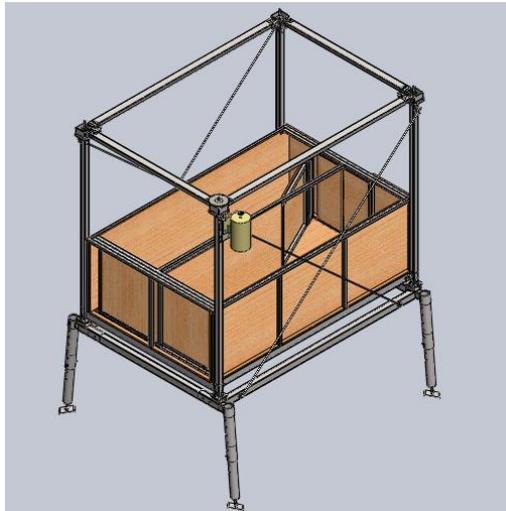


Fonte: Autor (2019).

4.4.3 Leiaute final

Abaixo, na Figura 35, podemos visualizar o modelo final em vista isométrica da plataforma móvel.

Figura 35: Leiaute final do produto



Fonte: Autor (2019).

4.5 PROJETO DETALHADO

4.5.1 Descrição e processos de fabricação

Após o desenvolvimento do leiaute do produto, bem como da estrutura dimensional do projeto, partiu-se para a etapa de descrição dos processos de fabricação dos componentes

No Quadro 9 estão listados os perfis dos tubos usados, seguidos da quantidade de cada item. Os itens abaixo passam pelo processo de corte na serra e soldagem no seu respectivo conjunto.

Quadro 9: Relação de materiais para corte em serra

Código	Perfil	Dim. Ext.	Esp.	Comp. (mm)	Quantidade	Comp. total (mm)
L0043	tubo quadrado	40x40	3	400	2	800
L0062	tubo quadrado	40x40	3	1990	2	3980
L0063	tubo quadrado	40x40	3	3040	2	6080
L0067	tubo quadrado	40x40	3	960	13	12480
L0072	tubo quadrado	40x40	3	865	4	3460
L0092	tubo quadrado	40x40	3	970	5	4850
L0093	tubo quadrado	40x40	3	863	10	8630
L0125	tubo quadrado	40x40	3	400	4	1600
L0132	tubo quadrado	40x40	3	970	3	2910
L0134	tubo quadrado	40x40	3	2890	1	2890
L0136	tubo quadrado	40x40	3	800	4	3200
L0141	tubo quadrado	40x40	3	100	2	200
L0071	tubo quadrado	50x50	5	80	4	320
L0018	tubo quadrado	60x60	5	135	1	135
L0021	tubo quadrado	60x60	5	225	1	225
L0106	tubo quadrado	60x60	5	200	1	200
L0120	tubo quadrado	70x70	5	2500	2	5000
L0013	tubo quadrado	70x70	5	2500	2	5000
L0008	tubo retangular	90x70	5	400	4	1600
L0009	tubo retangular	100x80	5	2200	2	4400
L0010	tubo retangular	100x80	5	3000	2	6000
L0084	tubo retangular	100x60	5	2000	2	4000
L0085	tubo retangular	100x60	5	3000	3	9000
L0111	tubo retangular	100x60	5	3000	1	3000
L0112	tubo retangular	100x60	5	910	4	3640
L0006	tubo redondo	114,3	5	700	4	2800
L0007	tubo redondo	127	5	120	4	480
L0033	tubo redondo	101,6	5	700	4	2800
L0126	cantoneira	19,05x19,05	3	1810	3	5430

Fonte: Autor (2019).

No Quadro 10 são apresentados todos itens que passam pelo processo de corte a laser.

Quadro 10: Relação de materiais para corte laser

Código	Perfil	Quantidade	Espessura
A0002	Chapa	8	3
L0137	Chapa	4	3,18
L0139	Chapa	4	3,18
L0001	Chapa	4	6,35
L0002	Chapa	8	6,35
L0026	Chapa	4	6,35
L0027	Chapa	4	6,35
L0098	Chapa	16	6,35
L0104	Chapa	8	6,35
L0113	Chapa	4	6,35
L0116	Chapa	4	6,35
L0169	Chapa	4	6,35
L0012	Chapa	4	9,52
L0022	Chapa	1	9,53
L0025	Chapa	36	9,52
L0040	Chapa	4	9,52
L0115	Chapa	4	9,52
L0190	Chapa	8	9,52
L0086	Chapa	4	12,7
L0005	Chapa	4	12,7

Fonte: Autor (2019).

No Quadro 11 está listada a relação de todos itens que passam pelo processo de dobra. Todos itens apresentados neste quadro possuem como processo anterior, o corte laser.

Quadro 11: Relação de materiais para dobra

Código	Perfil	Quantidade	Espessura
L0001	chapa	4	6,35
L0026	chapa	4	6,35
L0027	chapa	4	6,35
L0098	chapa	16	6,35
L0104	chapa	8	6,35
L0113	chapa	4	6,35
L0115	chapa	4	9,52
L0190	chapa	8	9,52
L0086	chapa	4	12,7

Fonte: Autor (2019).

4.5.2 Análise de custos dos componentes

Depois de descritos todos componentes manufaturados usados no desenvolvimento futuro do produto, foi desenvolvido uma relação de custo de todos itens pertencentes ao projeto sendo eles, itens comerciais ou manufaturados.

Nos Quadros 12, 13, 14 e 15 são apresentados os itens comerciais usados no projeto, a quantidade, bem como o custo final dos mesmos, sendo que dentro destes está envolvido o custo do material e o processo de fabricação de cada item, não sendo apresentado os custos do processo de soldagem dos conjuntos.

O Quadro 12 apresenta a relação, bem como o custo de todos itens comerciais utilizados neste projeto.

Quadro 12: Relação de itens comerciais

Componente	Código / Modelo		Quantidade	Preço Unit	Preço total
Mancal	STES208UCF		4	R\$ 80,00	R\$ 320,00
Porca quadrada	BMCHQ25A		4	R\$ 148,00	R\$ 592,00
Fuso rosca trapezoidal	BMTR25X2000		4	R\$ 591,00	R\$ 2.364,00
Rolamento cônico	HR 302/22		4	R\$ 145,00	R\$ 580,00
Motor monofásico	IP55 4 polos		1	R\$ 600,00	R\$ 600,00
Engrenagens (DIN)	BE101340008		8	R\$ 6,00	R\$ 48,00
	BE101340015		1	R\$ 18,88	R\$ 18,88
	BE101340024		4	R\$ 23,00	R\$ 92,00
	BE101340076		1	R\$ 110,00	R\$ 110,00
Dobradiças	Dobradiça com rolamento		6	R\$ 12,00	R\$ 72,00
Botoeira 4 comandos	cca/xac4713-4		1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
Roldana nylon	Metalpark 2 polegada		8	R\$ 22,00	R\$ 176,00
Corrente	Motriz		1	R\$ 262,50	R\$ 262,50
	Motora		1	R\$ 2.105,00	R\$ 2.105,00
Parafusos	PR0010	M8X50	16	R\$ 0,88	R\$ 14,08
	PR0013	M24X200	4	R\$ 25,00	R\$ 100,00
	PR0014	M10X100	8	R\$ 2,80	R\$ 22,40
	PR0017	M10X60	4	R\$ 1,70	R\$ 6,80
	PR0019	M8X20	32	R\$ 0,55	R\$ 17,60
	PR0020	M10X35	16	R\$ 0,98	R\$ 15,68
	PR0021	M10X100	4	R\$ 2,80	R\$ 11,20
	PR0022	M12X30	4	R\$ 1,30	R\$ 5,20
	PR0024	M16x35	16	R\$ 4,00	R\$ 64,00
Porcas	PO0070	M8	32	R\$ 0,18	R\$ 5,76
	PO0071	M10	32	R\$ 0,35	R\$ 11,20
	PO0072	M12	12	R\$ 0,55	R\$ 6,60
	PO0076	M20	4	R\$ 2,00	R\$ 8,00
	PO0080	M16	16	R\$ 3,00	R\$ 48,00
	PO0081	M24	4	R\$ 6,00	R\$ 24,00
				TOTAL	R\$ 7.950,90

Fonte: Autor (2019).

Já o Quadro 13 apresentado abaixo, traz a relação do custo do material estrutural, sendo eles perfis quadrados, retangular, redondo, cantoneiras e perfil U.

Quadro 13: Custo do material estrutural.

Perfil	Dimensão (mm)	Espessura (mm)	Comp total (mm)	Custo
Tubo quadrado	40x40	3	51080	R\$ 1.285,51
Tubo quadrado	50x50	5	320	R\$ 15,52
Tubo quadrado	60x60	5	560	R\$ 33,32
Tubo quadrado	70x70	5	10000	R\$ 910,00
Tubo retangular	90x70	5	1600	R\$ 139,07
Tubo retangular	100x60	5	19640	R\$ 1.581,02
Tubo retangular	100x80	5	10400	R\$ 970,67
Tubo redondo	101,6	5	2800	R\$ 279,07
Tubo redondo	114,3	5	2800	R\$ 301,93
Tubo redondo	127	5	480	R\$ 62,64
Cantoneira	19,05x19,05	3	5430	R\$ 31,95
U enrijecido	100x50	3	9480	R\$ 474,00
U não enrijecido	50x25	3	5861	R\$ 175,83
TOTAL				R\$ 6.260,52

Fonte: Autor (2019).

No Quadro 14 estão listados os custos do compensado naval utilizado neste projeto, apresentando sua espessura em relação a sua área.

Quadro 14: Custo compensado naval

Código	Perfil	Quantidade	Espessura	Área (mm) ²	Custo total do item
L0056	Chapa naval	4	20	6115200	R\$ 316,18
L0057	Chapa naval	2	20	3044400	R\$ 157,41
L0058	Chapa naval	1	20	1280000	R\$ 66,18
L0059	Chapa naval	2	20	712000	R\$ 36,81
L0061	Chapa naval	2	20	154800	R\$ 8,00
L0140	Chapa naval	1	20	6240000	R\$ 322,64
L0143	Chapa naval	1	20	911400	R\$ 47,12
Total					R\$ 954,35

Fonte: Autor (2019).

No Quadro 15 estão listadas todas chapas usadas neste projeto, apresentados os custos do material e de cada processo de fabricação que o mesmo possui.

Quadro 15: Custo dos itens cortados a laser e dobra

Código	Perfil	Qtd	Peso kg	Preço material	Custo Laser	Custo Dobra	Custo total do item
A0002	chapa	8	0,11	R\$ 5,02	R\$ 20,00	R\$ 10,00	R\$ 35,02
L0001	chapa	4	0,97	R\$ 22,12	R\$ 14,00		R\$ 36,12
L0002	chapa	8	0,04	R\$ 1,82	R\$ 12,00	R\$ 8,50	R\$ 22,32
L0005	chapa	4	0,92	R\$ 20,98	R\$ 12,00	R\$ 3,00	R\$ 35,98
L0012	chapa	4	1,35	R\$ 30,78	R\$ 12,00	R\$ 2,50	R\$ 45,28
L0022	chapa	1	5,44	R\$ 31,01	R\$ 10,00	R\$ 2,50	R\$ 43,51
L0025	chapa	36	0,08	R\$ 16,42	R\$ 10,00	R\$ 2,50	R\$ 28,92
L0026	chapa	4	1,39	R\$ 31,69	R\$ 11,50		R\$ 43,19
L0027	chapa	4	1,09	R\$ 24,85	R\$ 11,50		R\$ 36,35
L0040	chapa	4	1,42	R\$ 32,38	R\$ 10,00	R\$ 4,10	R\$ 46,48
L0086	chapa	4	1,22	R\$ 27,82	R\$ 10,00		R\$ 37,82
L0098	chapa	16	0,56	R\$ 51,07	R\$ 25,00		R\$ 76,07
L0104	chapa	8	0,23	R\$ 10,49	R\$ 12,00		R\$ 22,49
L0113	chapa	4	0,21	R\$ 4,79	R\$ 10,00		R\$ 14,79
L0115	chapa	4	1,82	R\$ 41,50	R\$ 20,00		R\$ 61,50
L0116	chapa	4	0,83	R\$ 18,92	R\$ 4,00	R\$ 5,00	R\$ 27,92
L0137	chapa	4	0,01	R\$ 0,23	R\$ 2,00	R\$ 5,00	R\$ 7,23
L0139	chapa	4	0,01	R\$ 0,23	R\$ 2,00	R\$ 3,00	R\$ 5,23
L0169	chapa	4	0,25	R\$ 5,70	R\$ 4,00	R\$ 3,50	R\$ 13,20
L0190	chapa	8	0,9	R\$ 41,04	R\$ 2,50		R\$ 43,54
TOTAIS				418,836	214,5	49,6	682,936

Fonte: Autor (2019).

Foi avaliado qual seria o custo final deste produto, sendo assim, foi feito contato com uma empresa localizada no município de Horizontina, a qual se disponibilizou em contribuir com este projeto, desta forma, foram passados todos requisitos necessários à fabricação dos componentes, assim a mesma obteve como resultados de custos dos processos seguintes ao corte e dobra de acordo com o Quadro 16 apresentado abaixo.

Quadro 16: Custo dos processos por terceiros

Processo avaliado	Valor estimado
Mão de obra	R\$ 3.000,00
Soldagem	R\$ 600,00
Pintura	R\$ 600,00

Fonte: Autor (2019).

Os valores apresentados no Quadro 16 podem variar de acordo com a estrutura organizacional e a cultura de custos de uma empresa para a outra, portanto, todos custos apresentados acima possuem uma margem de erro que pode influenciar tanto para mais como para menos de uma empresa para outra.

Após o desenvolvimento dos custos de todos processos envolvidos no desenvolvimento do produto, somou-se todos os custos a fim de obter o custo final

do produto assim, o valor aproximado da plataforma pode ser considerado como sendo de R\$ 20.048,70.

4.5.3 Apresentação e descrição da montagem

Dentro do apêndice B são apresentados todos conjuntos pertencentes ao produto final, também apresentados os desenhos detalhados dos subconjuntos montados e soldados.

4.5.4 Apresentação do funcionamento

4.5.4.1 Transporte da plataforma

Esta plataforma possui a possibilidade de transporte de um sítio até outro, portanto, alguns cuidados devem ser tomados nesta situação.

O transporte da plataforma ocorre com o auxílio de uma carreta agrícola, sendo que para transportar a plataforma, devem ser retiradas todas tampas laterais e traseira da carreta.

Ao transportar a plataforma sobre a carreta os pés devem ser retraídos, sendo que esta retração pode ser feita manualmente removendo os dois pinos que fazem a fixação do mesmo. A Figura 36 apresenta a posição correta dos pés durante o transporte.

Figura 36: Posição de transporte da plataforma



Fonte: Autor (2019).

No momento do descarregamento da plataforma de cima da carreta, os quatro pés devem ser aproximados do solo através da regulação dos tubos dos pés e fixados com o item L0100, conforme mostrada na Figura 36. Após a aproximação do solo, deve-se girar o item L0033, fazendo com que o parafuso L0004, desloque-se para baixo. Assim toda a estrutura da plataforma se elevará, desprendendo-se da carreta, neste momento a mesma pode ser removida de baixo da plataforma, apresentado na Figura 37.

Ao realizar o descarregamento da plataforma deve-se atentar a condição do local de instalação, sendo recomendado aproximá-la o máximo possível do local de carregamento dos suínos.

Figura 37: Posição da plataforma ao instalá-la



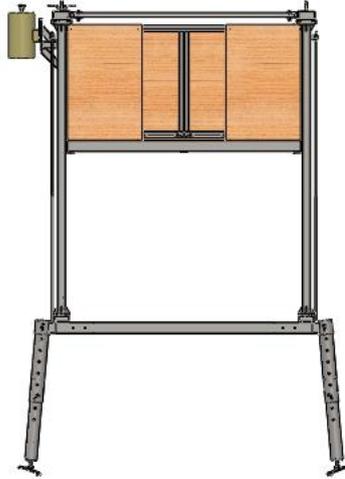
Fonte: Autor (2019).

Após a retirada da carreta de baixo da plataforma, deve-se realizar o nivelamento da estrutura, deixando-a o mais próximo das condições de operação. Os quatro pés que darão sustentação à estrutura possuem regulação independente, portanto deve-se girar o item L0033, até o ponto em que a mesma esteja nivelada.

4.5.4.2 Deslocamento vertical da plataforma

A Figura 38 apresenta a posição vertical máxima da plataforma, nesta situação, a altura em relação ao solo é de aproximadamente 2,6 metros.

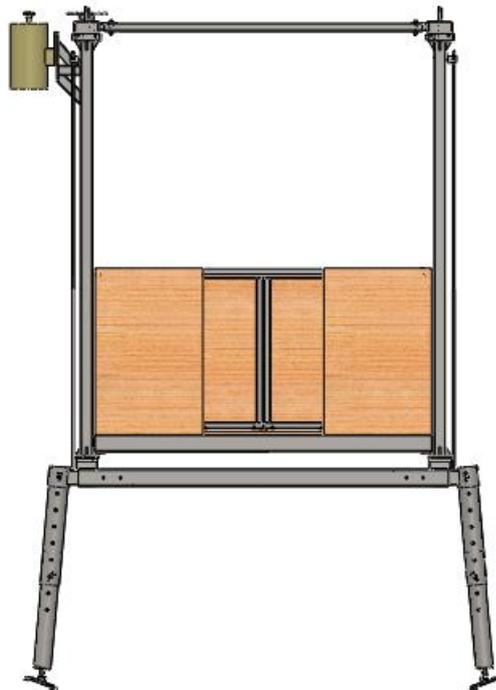
Figura 38: Posição vertical máxima da plataforma



Fonte: Autor (2019).

A Figura 39 apresenta a posição inferior mais baixa que a plataforma pode alcançar com esta regulagem dos pés. Neste ponto a altura em relação ao solo é de aproximadamente de 1 metro.

Figura 39: Posição vertical mínima da plataforma



Fonte: Autor (2019).

4.5.4.3 Operação e movimentação da plataforma

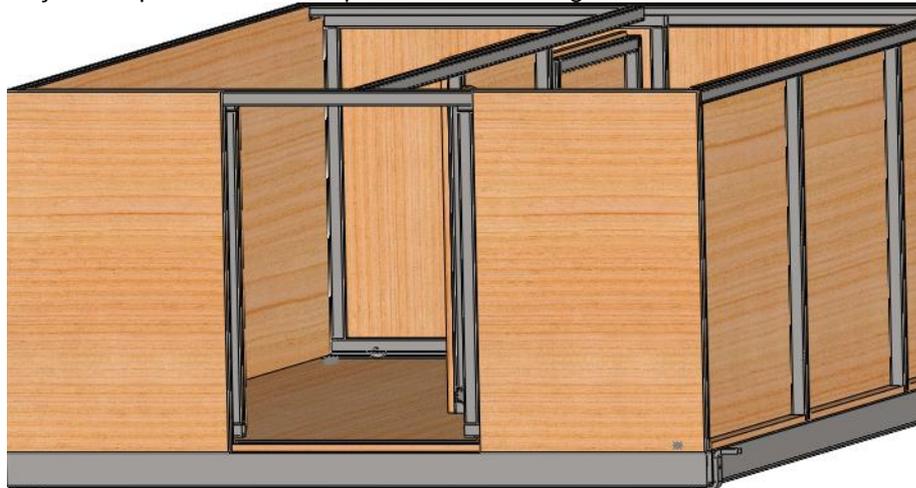
Como o sistema é movimentado por um motor elétrico, deve-se fazer a conexão do motor à rede energizada. E verifica-se a condição de movimentação

vertical da plataforma pelo sistema de acionamento. Antes que seja realizado o carregamento dos suínos na plataforma, deve se fazer a movimentação da plataforma vazia com o intuito de avaliar o funcionamento do equipamento, e lubrificar itens como o parafuso de potencia e dobradiças e roldanas.

O passo seguinte a instalação da plataforma, é verificar a condição das portas, o sistema de travamento das mesmas e a condição sanitária do ambiente, procurando mantê-lo sempre limpo e seco.

No momento do carregamento dos animais as portas de saída devem permanecer fechadas e trancadas permanecendo assim apenas as portas de entrada abertas, conforme Figura 40. A plataforma possui duas baias para o alojamento dos animais, o que evita que os mesmos tenham liberdade para se movimentar em excesso dentro da plataforma.

Figura 40: Posição das portas de embarque durante o carregamento.



Fonte: Autor (2019).

Após o carregamento de todos suínos na plataforma, fecham-se as portas de embarque, e aciona-se o motor através do comando, que por sua vez transmite a potência à engrenagem motriz através de uma corrente conectada à engrenagem motora.

A altura de movimentação da plataforma, deve ser controlada pelo próprio manejador, onde deslocar-se-á, até a altura do compartimento do caminhão onde será realizado o embarque no caminhão.

O próximo passo é realizar o desembarque dos suínos. Nesta situação a plataforma encontra-se em sua altura máxima de trabalho, o que exige que os manejadores redobrem o cuidado. Verificando-se a condição satisfatória da posição

de desembarque, abre-se a porta de saída correspondente à entrada no caminhão, como na Figura 41, e realiza-se a movimentação dos suínos até a baía localizada no caminhão.

Figura 41: Posição da porta de desembarque



Fonte: Autor (2019).

Após o descarregamento de todos os suínos contidos na plataforma, faz-se o acionamento do motor para a movimentação de descida até novamente ao ponto de embarque.

Como apresentado nas especificações de projeto, buscou-se atender as NR's que foram consideradas importantes durante o desenvolvimento do conceito. Devido o trabalho da plataforma em seu ponto vertical máximo ser de 2,5 metros, este valor, segundo a norma regulamentadora 35, é considerado de risco, adotando como valor máximo de segurança 2 metros. Portanto a plataforma possui altura de 1 metro nas laterais e no centro afim de garantir que o manejador que estiver acompanhando o carregamento possa se segurar durante a atividade.

A NR10 também foi levada em consideração, pode-se apontar, primeiramente, a questão do aterramento, onde a própria estrutura do equipamento cumpre este papel.

4.5.5 Avaliação e aprovação para fabricação do protótipo

No Quadro 17 é apresentado o resultado da avaliação das especificações de projeto.

Quadro 17: Resultados das especificações de projeto

Especificações de projeto	Grandezas	Avaliação
Equipamento suporte todo peso dos animais e da própria estrutura	2600 Kg	Atende
Coeficiente de segurança mínimo da estrutura	5	Atende
Curso de elevação da plataforma	1 a 2,5m	Atende
Tempo máximo de subida da plataforma	40 s	Não atende
Manter todo sistema de transmissão isolado	NR 12	Atende
Dimensão da plataforma para o carregamento de 11 suínos por vez	6 m ²	Atende
Manter todo sistema elétrico isolado	NR 10	Atende
Proteção em trabalho em altura	NR 35	Atende
Custo final de produção	R\$ 10.000,00	Não atende

Fonte: Autor (2019).

O peso total que deve ser suportado pelo sistema de transmissão esta abaixo do especificado no trabalho, sendo o peso dos animais e da plataforma que abrigará os animais durante o carregamento, desta forma podemos considerar que esta condição foi atendida durante o desenvolvimento do projeto.

Durante o desenvolvimento do leiaute dimensional analisou-se o coeficiente de segurança da estrutura em cada cálculo, a partir disso obteve-se em todas as fases um coeficiente de segurança acima de 5, valor este definido como mínimo para a segurança do equipamento.

Analisando a posição da plataforma nas Figuras 38 e 39, considera-se como atendido o curso de elevação necessário da plataforma de 1 a 2,5m.

A área destinada aos suínos dentro das especificações é de 6m², sendo assim esta especificação esta atendida, totalizando assim a capacidade de carregamento de 11 suínos.

Além disso foi considerado, no momento do projeto do produto, o conceito geral de cada norma regulamentadora considerada pertinente e relacionada ao equipamento, sendo assim a plataforma atende às normas regulamentadoras consideradas nas especificações de projeto.

Considerando o curso de levante do equipamento de 1500 mm, foi considerado como parâmetro de projeto, a velocidade de subida de 28 mm/s porém a partir daí o tempo máximo de subida da plataforma será de 53 segundos, desta forma considera-se como não atendido esta condição.

Após o desenvolvimento de todas etapas do projeto do produto podemos avaliar o custo final do produto considerando todas matérias primas, processos de fabricação e custos de mão de obra, e a partir disso avalia-se que o custo final de produção não atendeu ao limite máximo estimado.

CONCLUSÃO

Ao notar a necessidade da atividade de suinocultura quanto ao carregamento dos animais no veículo de transporte no final do período de engorda dos animais, surgiu uma possibilidade, um equipamento que auxiliasse na tarefa, de maneira que os animais não se machucassem e que fosse economicamente rentável.

Para isso, fez-se uso da metodologia de projeto do produto, Diagrama de Mudge e QFD, assim como a formulação de matrizes, morfológica e de decisão que trouxeram as melhores combinações de elementos. De modo que foram definidos os requisitos necessários à elaboração do projeto.

Foi definido o leiaute da plataforma com todos os detalhes da estrutura e da movimentação, dimensionando as partes críticas da estrutura em relação aos esforços solicitados, assim como do sistema de transmissão/movimentação. Feito o levantamento de custos dos materiais e dos processos considerados, resultando em um valor de R\$ 20.048,70.

A partir disso, concluímos que de acordo com o problema de pesquisa apresentado dentro deste projeto, é possível criar um produto que atenda com um dimensionamento estrutural adequado aos esforços, proporcionando um produto que agiliza o carregamento, diminui a frequência de lesões dos animais e o esforço dos manejadores. Entretanto, dentro das especificações de projeto, o mesmo ultrapassa ao valor estipulado ao qual o cliente estaria disposto a pagar.

5 Sugestões para trabalhos futuros

Como próximo passo tem-se o desenvolvimento do protótipo, com o objetivo de apresentar, a partir de análises de ensaios práticos, os resultados destacados através do projeto.

Outro ponto que merece destaque sobre o projeto é um estudo aprofundado com relação ao custo final do produto, sendo que o mesmo se mostrou acima do valor apresentado nas especificações de projeto. Esta atividade pode ocorrer através de uma análise estrutural mais detalhada, avaliando-se assim questões relacionadas à fadiga de componentes.

Assim como a questão do tempo de subida, uma vez que o projeto apresentado não atendeu à especificação, é mais um ponto para desenvolvimento, buscando a melhor forma de reduzi-lo. Podendo ser através do uso de um motor de maior potência como também pela diminuição do peso da estrutura.

Com o uso de um motor elétrico e um sistema de acionamento por botoeira para a plataforma, é necessária a elaboração de um circuito elétrico a fim de realizar a movimentação do equipamento.

REFERÊNCIAS

- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal, **Relatório anual de desempenho**. Brasília, 2018.
- BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.
- BUDYNAS, R.; NISBETT, J. **Elementos de máquinas de Shigley – projeto de engenharia mecânica**. 8ª ed. São Paulo, 2011.
- DALLA COSTA, O. et al. **Boas práticas no embarque de suínos para abate**. 2012. In: Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária (Org). Concórdia – S: EMBRAPA. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79669/1/Doc-137.pdf>> Acesso em: 18 de junho de 2019.
- DALLA COSTA, O. et al. **Manejo pré abate de suínos na granja; Terminação, transporte, abate e qualidade da carne**. In: Associação Brasileira de Criadores de Suínos (Org.). Produção de suínos: teoria e prática. Brasília: ABCS, 2014, p. 727-735.
- FERREIRA, A. et al. **Produção de suínos: teoria e prática**. 1ª ed. Brasília: 2014.
- GIL, A. **Como Elaborar Projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas S.A, 2002.
- GROOVER, M. **Introdução aos Processos de Fabricação**. Rio de Janeiro: LTC, 2014. ISBN 978-85-216-2640-4. Disponível em: <<http://fahor.com.br/totvs/?biblioteca&isbn=978-85-216-2640-4>>. Acesso em: 01 out. 2019.
- LESKO, J. **Design industrial: Materiais e processos de fabricação**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004. 272 p. ISBN 85-212-0337-3.
- LUDTKE, C. et al. **Bem-estar animal na produção de suínos – transporte**. Brasília. ABCS, SEBRAE. 2016.
- PEZZAIOLI DO BRASIL LTDA, 2017. Disponível em <<http://www.pezzaioli.com.br/>>. Acesso em: 14 Agosto de 2019.
- MACHADO, G.; DALLANORA, D. **Evolução histórica dos sistemas de produção de suínos; Sistemas de Produção e Planejamento de Instalações na Suinocultura**. In: Associação Brasileira de Criadores de Suínos (Org.). Produção de suínos: Teoria e prática. Brasília: ABCS, 2014, p 95-98.
- MELCONIAN, S. **Elementos de Máquinas**. 4ª ed. São Paulo: Érica, 2000
- NORTON, R. **Projeto de máquinas – Uma abordagem integrada**. 4 ed. –Porto Alegre: Bookman, 2013.

NR, **Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.** 2016.

NR, **Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-12 - Máquinas e Equipamentos.** 2018.

ROPPA, L. **Panorama da Produção de Suínos no Brasil e no Mundo.** In: Associação Brasileira de Criadores de Suínos (Org.). *Produção de suínos: teoria e prática.* Brasília: ABCS, 2014, p. 23-37.

ROMANO, L. **Modelo de referência para processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas.** 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento do produtos- Uma referencia para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva 2006.

SARTOR, V.; SOUZA, C.; TINOCO, I. **Informações básicas para projetos de construções rurais.** Artigo (Departamento de engenharia agrícola) - Universidade Federal de viçosa – MG, Unidade 2, 2004.

STEMMER, C. **Projeto e construção de máquinas.** Editora: Globo S.A. 1982.

APÊNDICE A

Abaixo são apresentadas as fórmulas usadas no dimensionamento do parafuso de potência, correntes e engrenagens.

<i>Dimensionamento parafuso de potência:</i>	
<p>(1) Ângulo de atrito da rosca:</p> $\theta_s = \frac{p}{2\pi r}$ <p style="text-align: right;"> $\theta_s = ^\circ$ $p = \text{mm}$ $r = \text{mm}$ </p>	<p>(2) Torque de subida</p> $M_t = W * r * \text{tg}(\mu + \theta_s)$ <p style="text-align: right;"> $M_t = \text{Nm}$ $W = \text{N}$ $\mu = \text{adim.}$ $r = \text{mm}$ </p>
<p>(3) Momento de inércia</p> $I = \frac{\pi * d_i^4}{64}$ <p style="text-align: right;"> $I = \text{mm}^4$ $d_i = \text{mm}$ </p>	<p>(4) Tensão de cisalhamento</p> $\tau = \frac{M_t * c}{J_p}$ <p style="text-align: right;"> $\tau = \text{MPa}$ $J_p = \text{mm}^4$ $c = \text{mm}$ </p>
<p>(5) Tensão axial normal</p> $\sigma = \frac{F}{A}$ <p style="text-align: right;"> $\sigma = \text{MPa}$ $F = \text{N}$ $A = \text{mm}^2$ </p>	<p>(6) Flambagem do parafuso</p> $P_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{l_f^2}$ <p style="text-align: right;"> $P_{cr} = \text{N}$ $E = \text{GPa}$ $l_f = \text{mm}$ $I = \text{mm}^4$ </p>
<p>(7) Ângulo de torção</p> $\theta = \frac{M_t * l_f}{J_p * G}$ <p style="text-align: right;"> $\theta = ^\circ$ $G = \text{GPa}$ $l_f = \text{mm}^2$ $M_t = \text{N.mm}$ </p>	<p>(8) Relação</p> $i = \frac{V_{sub \text{ cal}}}{V_{sub \text{ des}}}$ <p style="text-align: right;"> $i = \text{adim.}$ $V_{sub \text{ cal}} = \text{mm /s}$ $V_{sub \text{ des}} = \text{mm /s}$ </p>
<p>(9) Rotação no eixo</p> $n_2 = \frac{n_1}{i}$ <p style="text-align: right;"> $n_2 = \text{rpm}$ $n_1 = \text{rpm}$ </p>	<p>(10) Velocidade de subida direta</p> $v = \frac{p * n}{60}$ <p style="text-align: right;"> $v = \text{mm /s}$ $p = \text{mm}$ $n = \text{rpm}$ </p>
<p>(11) Velocidade angular</p> $\omega_2 = \frac{2 * \pi * n_2}{60}$ <p style="text-align: right;"> $\omega_2 = \text{rad /s}$ </p>	<p>(12) Potência</p> $P = M_t * \omega$ <p style="text-align: right;"> $P = \text{W}$ $M_t = \text{N.mm}$ $\omega = \text{rad/s}$ </p>
<p>(13) Velocidade de descida</p> $V_{desc} = \frac{P * p}{M_t * 2 * \pi}$	

<i>Dimensionamento engrenagens e correntes:</i>	
<p>(14) Relação de transmissão</p> $i = \frac{n_1}{n_2}$ $i = \text{adim.}$ $n_1 = \text{rpm}$ $n_2 = \text{rpm}$	<p>(25) Potência Total</p> $P_t = P * 3$
<p>(15) Velocidade periférica da corrente</p> $v_p = \frac{Z_1 * t * n_1}{60000}$ $v_p = \text{m/s}$ $Z_1 = \text{un}$ $t = \text{mm}$	<p>(16) Fator de operação</p> $k = k_s * k_i * k_{po}$ $k = \text{adim.}$ $k_s = \text{adim.}$ $k_i = \text{adim.}$ $k_{po} = \text{adim.}$
<p>(17) Carga tangencial na corrente</p> $F_t = \frac{P}{v_p}$ $F_t = \text{N}$ $P = \text{W}$	<p>(18) Distância entre centros</p> $C = (30 \text{ a } 50) * t$ $C = \text{mm}$
<p>(19) Distância entre centros da corrente</p> $C = \frac{t}{4} * \left[y - \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \sqrt{\left(y - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - 8 * \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 * \pi} \right)} \right]$	
<p>(20) Número de elos</p> $y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2 * C}{t} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 * \pi} \right) * \frac{t}{c}$ $y = \text{un}$ $Z_2 = \text{un}$ $c = \text{mm}$	
<p>(21) Comprimento da corrente</p> $l = Y * t$ $Y = \text{adim.}$ $t = \text{mm}$	<p>(22) Carga no eixo da árvore</p> $F_{arv} = F_t + 2 * k_0 * q * C$ $k_0 = \text{adim.}$ $q = \text{kg/m}$
<p>(23) Carga de ruptura da corrente</p> $F_r = F_{m\acute{a}x} * n_s * k$ $F_r = \text{N}$ $F_{m\acute{a}x} = \text{N}$ $n_s = \text{adim.}$	<p>(29) Cálculo esforço por base</p> $W_t = \frac{W}{3}$ $W_t = \text{N}$ $W = \text{N}$
<i>Dimensionamento das engrenagens</i>	
<p>(24) Diâmetro primitivo</p> $d_o = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{Z}}$ $d_o = \text{mm}$ $t = \text{mm}$ $Z = \text{un}$	<p>(25) Diâmetro externo da engrenagem</p> $d_k = d_o + 0,83 * d_r$ $d_{k1} = \text{mm}$ $d_r = \text{mm}$
<p>(26) Diâmetro interno da engrenagem</p> $d_f = d_{o1} - 1,01 * d_r$ $d_f = \text{mm}$	<p>(25) Ângulo do dente da engrenagem</p> $2\alpha = \frac{360^\circ}{Z}$ $\alpha = \text{° (Graus)}$
<p>(28) Diâmetro da base da engrenagem</p> $d_g = d_o * \cos \alpha$ $d_g = \text{mm}$	<p>(30) Número de dentes da engrenagem</p> $i = \frac{Z_2}{Z_1}$

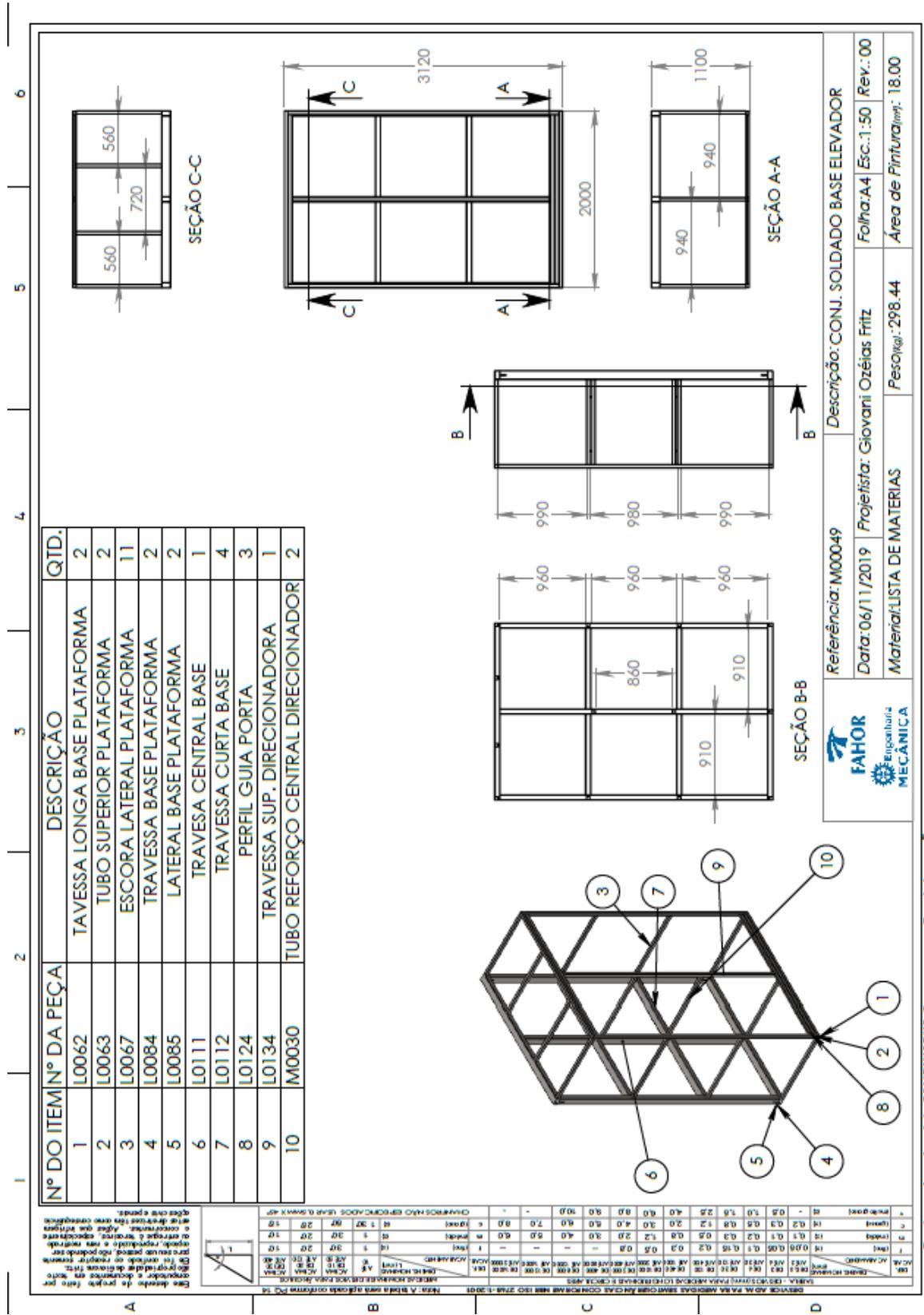
APÊNDICE B

Neste item é apresentado todos os subconjuntos da plataforma, sendo eles montados ou soldados.

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0001	CHAPA PÉ DE APOIO	1
2	L0002	ORELHA FIXA PÉ	2
3	L0003	BUCHA PARA SOLDAR PARAFUSO PÉ	1
4	L0004	PARAFUSO 1" X 200mm	1
5	PR0017	Porca sext. flang. M10x60	1
6	PO0071	Porca sext. flang. M10	1

<p>FAHOR Engenharia MECÂNICA</p> <p>Referência: M1000</p> <p>Data: 08/11/2019</p> <p>Material: LISTA DE MATERIAS</p> <p>Projeto: Giovani Ozéias Fritz</p> <p>Peso(kg): 2.01</p> <p>Descrição: PÉ DE APOIO</p> <p>Folha: A4</p> <p>Esc.: 1:3</p> <p>Rev.: 00</p> <p>Área de Pintura(m²): 0.07</p>
--

PRODUTO EDUCACIONAL DO SOLIDWORKS. SOMENTE PARA FINS DE INSTRUÇÃO.



Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Nº DO ITEM Nº DA PEÇA

1	L0026	1
2	L0027	1
3	L0098	4

DESCRIÇÃO

CHAPA EM L CAIXA SUPERIOR TORRE

CHAPA L CAIXA SUPERIOR TORRE ENTRADAS CORRENTE

CHAPA SUPORTE PERFIL C

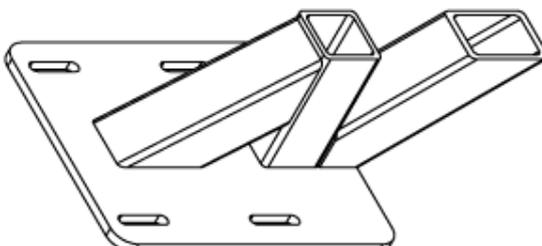
QTD.

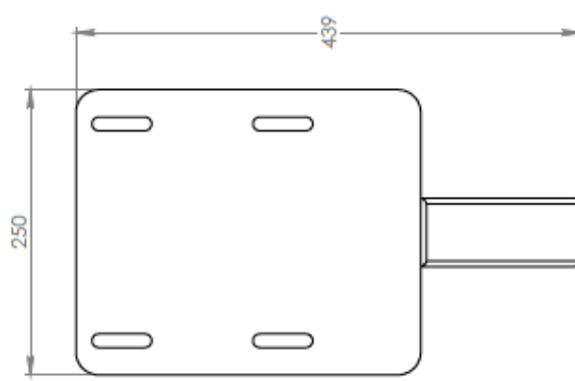
ESCALA 1 : 2.5

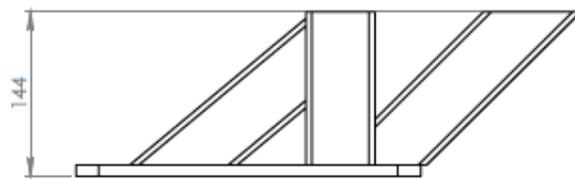
Referência: M0013	Descrição: CONJ. SOLDADO CAIXA PROTEÇÃO TORRE
Data: 06/11/2019	Projetista: Giovanni Ozéias Fritz
Material: LISTA DE MATERIAS	Peso(kg): 4.70
Folha: A4 Esc.: 1:3.5 Rev.: 00	
Área de Pintura(m²): 0.22	

FAHOR
Engenharia MECÂNICA

N° DO ITEM	N° DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0018	TUBO SUPORTE MOTOR CORTE RETO	1
2	L0021	TUBO CORTE EM V E CORTE EM ÂNGULO	1
3	L0022	CHAPA FIXAÇÃO MOTOR	1
4	L0106	TUBO DOIS ÂNGULOS	1







FAHOR Engenharia MECÂNICA

Referência: MS0002

Data: 09/10/2019

Material: LISTA DE MATERIAS

Descrição: SUPORTE PARA MOTOR

Projeta: Giovanni Ozéias Fitz

Peso(kg): 9.30

Folha: A4 Esc.: 1:5

Rev.: 00

Área de Pintura(m²): 0.36

Este desenho é projeto feito por Engenheiros e desenhadores em conformidade com as normas vigentes. Não podendo ser reproduzido, total ou parcialmente, sem a autorização expressa do autor. Qualquer reprodução ou utilização não autorizada é considerada uma infração e será punida legalmente e não se exclui a responsabilidade do autor por danos materiais e morais decorrentes de qualquer utilização não autorizada.

ÁREA: TÉCNICA DE PROJETO PARA MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE CORTA METAIS

PROFESSOR: DR. GILBERTO DA SILVA

ALUNO: GABRIEL DA SILVA

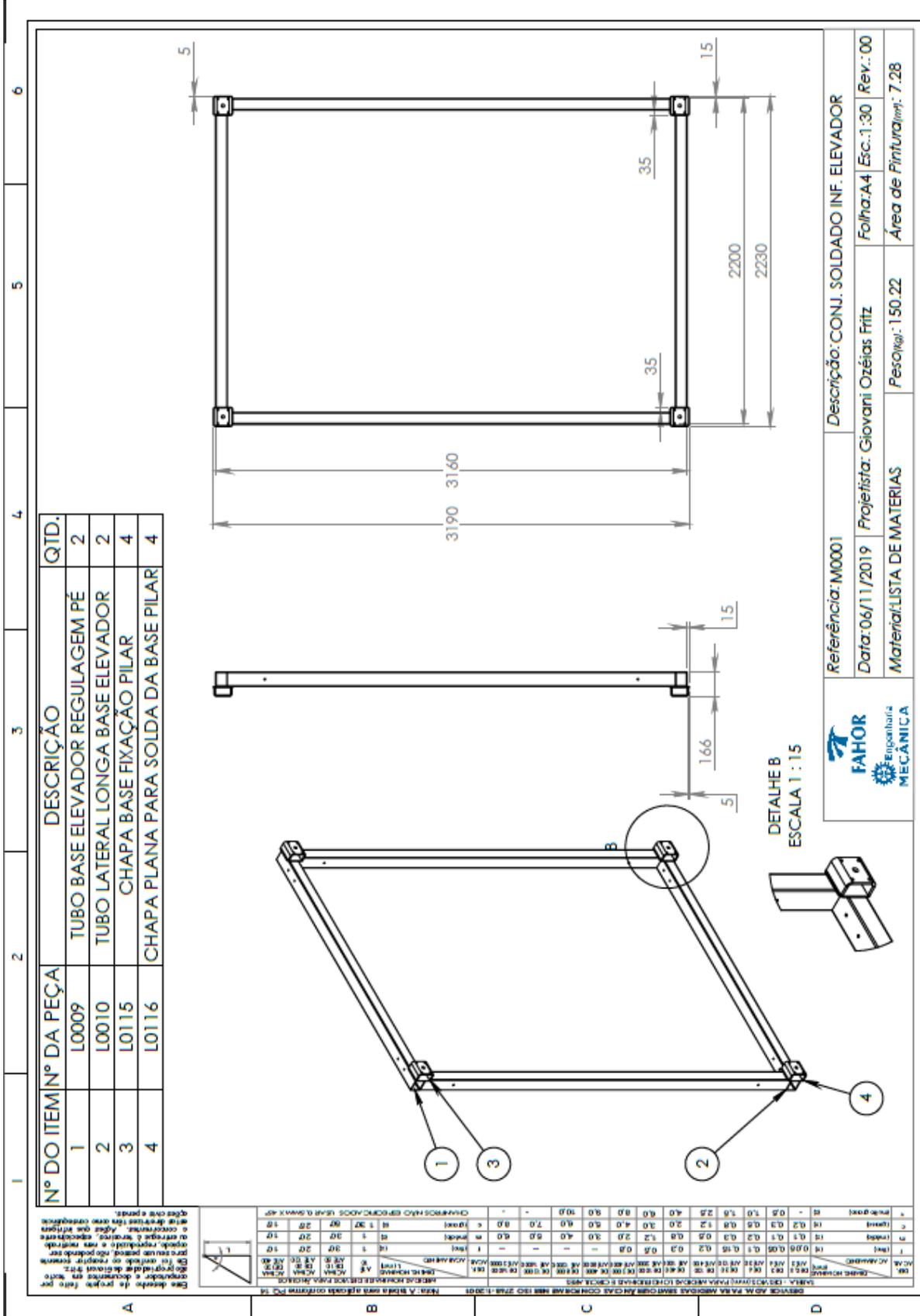
DISCIPLINA: MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE CORTA METAIS

DATA: 09/10/2019

PROFESSOR: DR. GILBERTO DA SILVA

ALUNO: GABRIEL DA SILVA

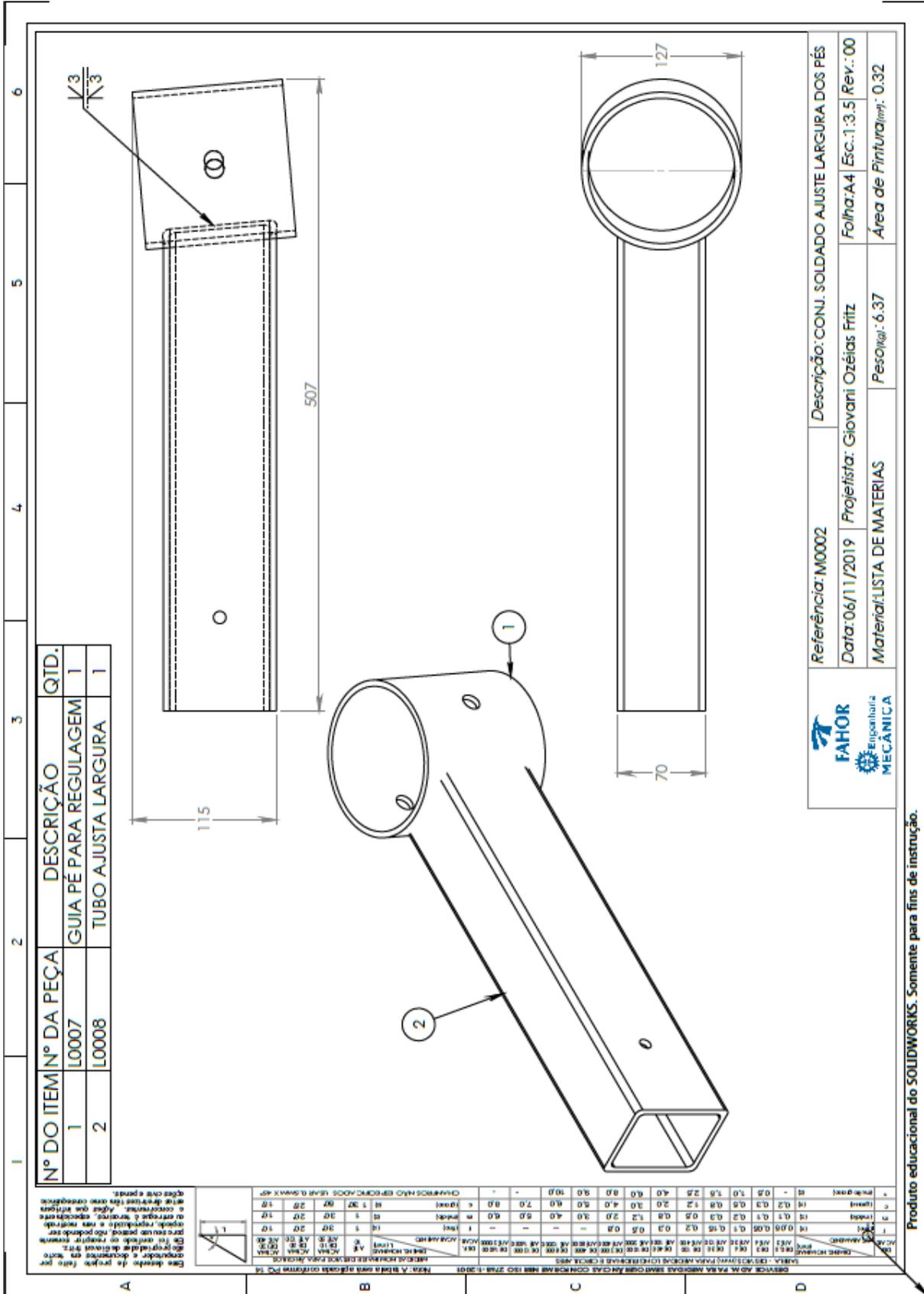
DISCIPLINA: MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DE CORTA METAIS



Referência: M0001	Descrição: CONJ. SOLDADO INF. ELEVADOR
Data: 06/11/2019	Projeta: Giovanni Ozéias Fritz
Folha: A4	Esc.: 1:30
Rev.: 00	
Material: LISTA DE MATERIAS	Peso(kg): 150.22
	Área de Pintura(m²): 7.28



Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.




FAHOR
 Engenharia
 MECÂNICA

Referência: M0002 Descrição: CONJ. SOLDADO AJUSTE LARGURA DOS PÉS
 Data: 06/11/2019 Projetista: Giovanni Ozéias Fritz Folha: A4 Esc.: 1:3.5 Rev.: 00
 Material: LISTA DE MATERIAS Peso (kg): 6.37 Área de Pintura (m²): 0.32

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

N° DO ITEM	N° DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0005	BUCHA ROSCADA	1
2	L0033	TUBO REGULAGEM ALT.	1

FAHOR Engenharia MECÂNICA

Referência: M0003 Descrição: TUBO REG. DE ALT. C/ BUCHA ROSCADA

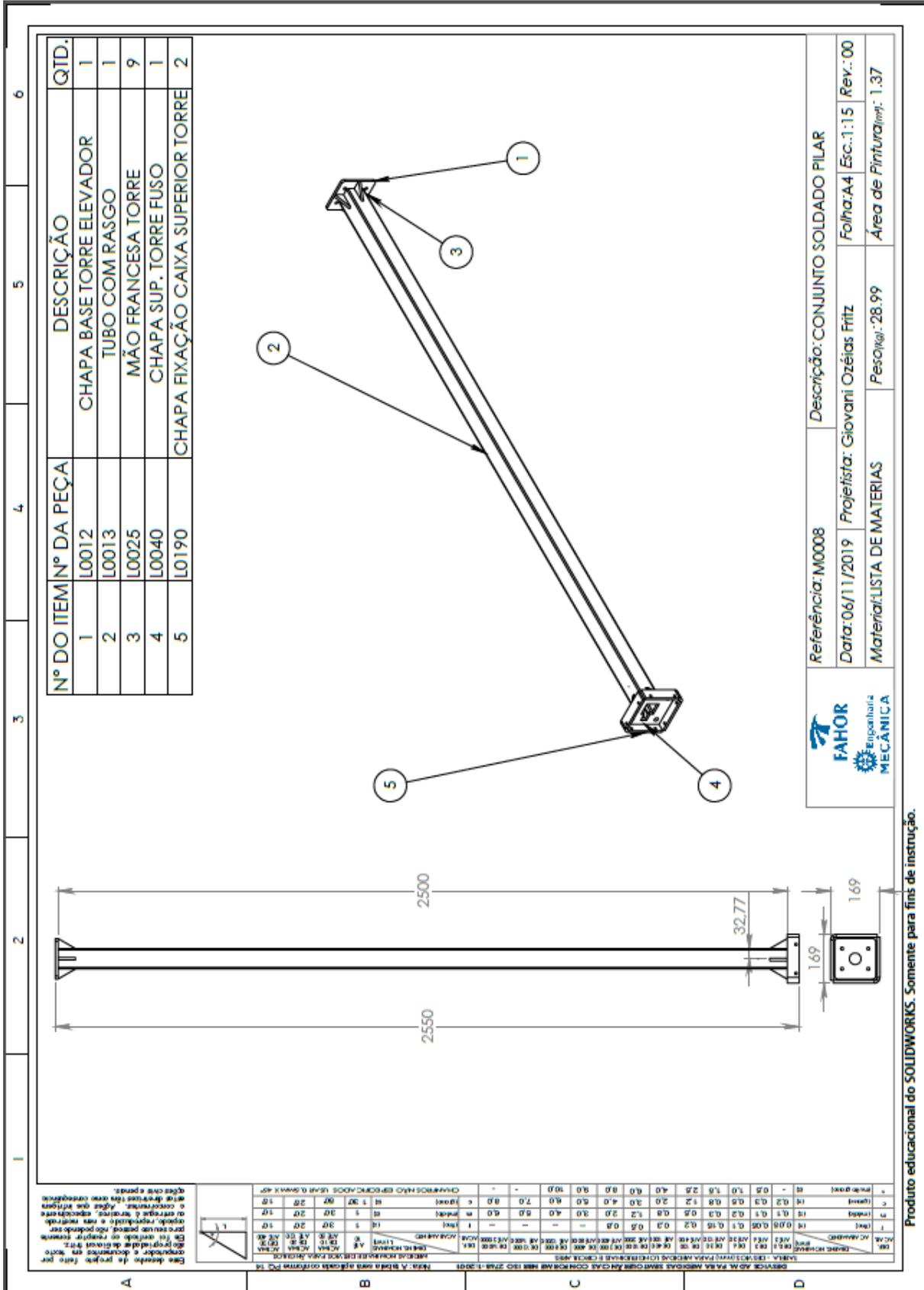
Data: 09/10/2019 Projetista: Giovanni Ozéias Fritz Folha: A4 Esc.: 1:4 Rev.: 00

Material: LISTA DE MATERIAS Peso (kg): 9,25 Área de Pintura (m²): 0,45

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	A0001	PERFIL C	1
2	A0002	CHAPA OBLONGO PROTEÇÃO CORRENTE	2

FAHOR
Engenharia
MECÂNICA

Referência: M0006
 Descrição: PERFIL C SUPERIOR PROTEÇÃO CORRENTE
 Data: 06/11/2019
 Projetista: Giovanni Ozéias Fritz
 Esc.: 1:15
 Rev.: 00
 Material/LISTA DE MATERIAS
 Peso(kg): 14.67
 Área de Pintura(m²): 1.26



Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0012	CHAPA BASE TORRE ELEVADOR	1
2	L0025	MÃO FRANCESA TORRE	9
3	L0040	CHAPA SUP. TORRE FUSO	1
4	L0120	TUBO TORRE COM SUPORTE PARA MOTOR	1
5	L0190	CHAPA FIXAÇÃO CAIXA SUPERIOR TORRE	2
6	MS0002	SUPORTE PARA MOTOR	1

FAHOR Engenharia MECÂNICA	Referência: M0009	Descrição: CONJ. SOLD. TORRE COM SUPORTE MOTOR	Folha: A4 Esc.: 1:16 Rev.: 00
	Data: 06/11/2019	Projelista: Giovanni Ozéias Fritz	Área de Pintura(m²): 1.73
	Material/LISTA DE MATERIAS		Peso(kg): 38.30

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

Nº DO ITEM/Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0078 BUCHA LATÃO COM ROSCA INTERNA	1
2	L0030 CHAPA PARA ELEVAÇÃO	1
3	L0192 CHAPA SUPERIOR DA PORCA DO FUSO	2
4	L0071 TUBO DE PROTEÇÃO DO FUSO	1

FAHOR Engenharia MECÂNICA	Referência: M0007.	Descrição: BUCHA PARA ELEVAÇÃO
Data: 07/11/2019	Projetista: Giovani Ozéias Fritz	Folha: A4 Esc.: 1:1
Material: LISTA DE MATERIAS		Peso(kg): 1.43
Área de Pintura(m²): 0.06		

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0017	BUCHA DE NYLON FURO	1
2	L0019	CONJ. FUSO	1
3	L0035	PORCA 24mm (ITEM COMERCIAL)	1
4	L0036	MANCAL ROLAMENTO 50mm (ITEM COMERCIAL)	1
5	L0037	ROLAMENTO 22 X 50 X 14mm (ITEM COMERCIAL)	1
6	L0042	BUCHA DE NYLON FUSO	1
7	L0051	ARRUELA 24mm (ITEM COMERCIAL)	2
8	L0073	PINHÃO ELEVAÇÃO ELEVADOR	1
9	M0007	BUCHA PARA ELEVAÇÃO	1
10	M0008	CONJUNTO SOLDADO PILAR	1

FAHOR Engenharia MECÂNICA	Referência: M0010	Descrição: PILAR ELEVADOR	Folha/A4
	Data: 07/11/2019	Projetista: Giovanni Ozéias Fritz	Esc.: 1:20
	Material: LISTA DE MATERIAS	Peso(kg): 43.20	Rev.: 00
		Area de Pintura(m²): 1.74	

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

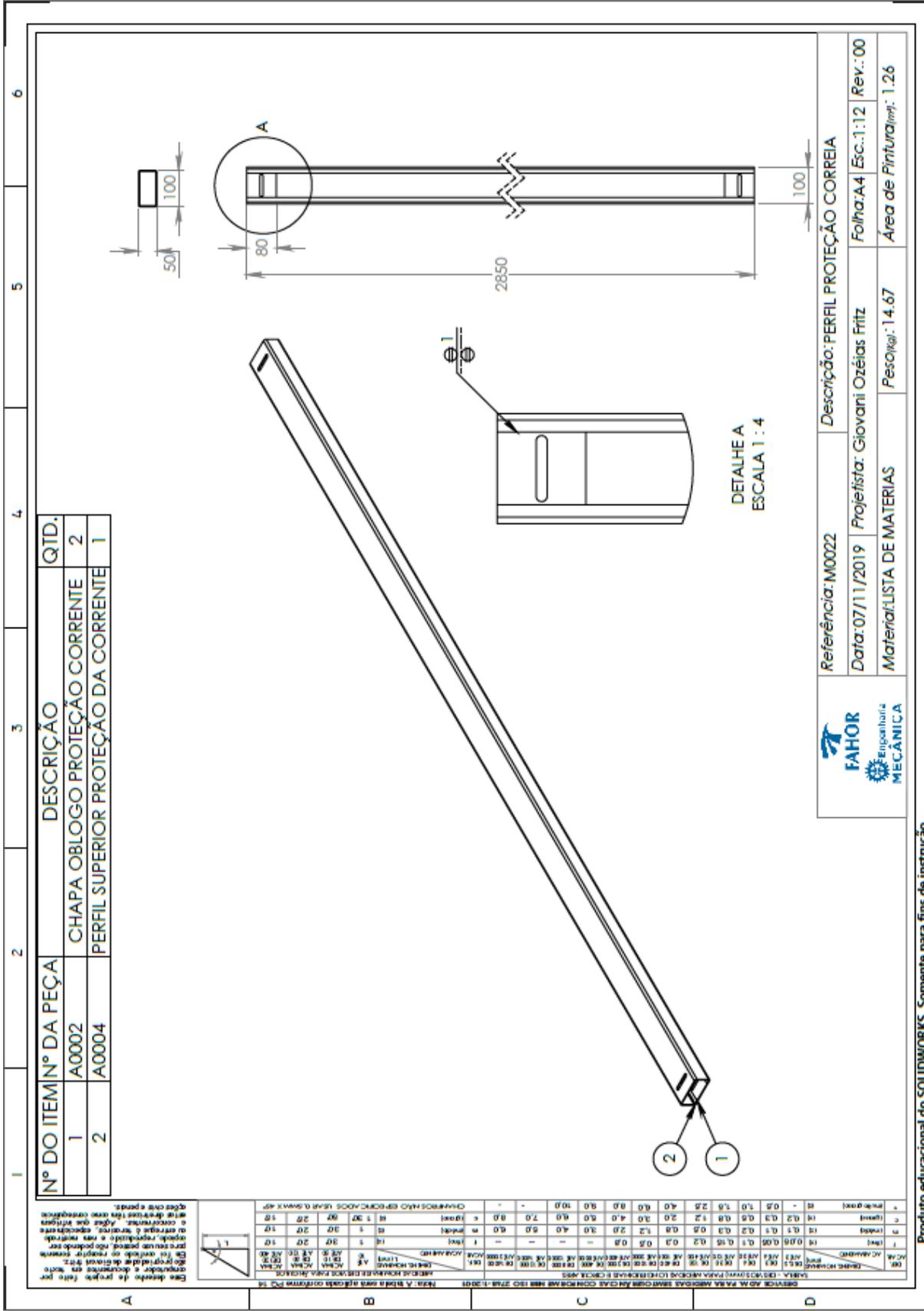
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0017	BUCHA DE NYLON FURO	1
2	L0019	CONJ. FUSO	1
3	L0035	PORCA 24mm (ITEM COMERCIAL)	1
4	L0036	MANCAL ROLAMENTO 50mm (ITEM COMERCIAL)	1
5	L0037	ROLAMENTO 22 X 50 X 14mm (ITEM COMERCIAL)	1
6	L0042	BUCHA DE NYLON FURO	1
7	L0051	ARRUELA 24mm (ITEM COMERCIAL)	2
8	L0073	PINHÃO ELEVAÇÃO ELEVADOR	1
9	M0007.	BUCHA PARA ELEVAÇÃO	1
10	M0009	CONJ. SOLD. TORRE COM SUPORTE MOTOR	1

FAHOR Engenharia MECÂNICA
 Referência: M0011 | Descrição: TORRE ELEVADOR COM SUPORTE PARA O MOTOR
 Data: 07/11/2019 | Projetista: Giovanni Ozéias Fritz | Folha: A4 | Esc.: 1:16 | Rev.: 00
 Material: LISTA DE MATERIAS | Peso (kg): 52.51 | Área de Pintura (m²): 2.10

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	M00049	CONJ. SOLDADO BASE ELEVADOR	1
2	L0058	CHAPA DE MADEIRA BASE PLATAFORMA	1
3	L0059	FECHAMENTO LATERAL DE ENTRADA	2
4	L0057	CHAPA DE MADEIRA LAT. PLATAFORMA	2
5	M0018	PORTA DE SAIDA PLATAFORMA	2
6	M0029	PORTA DIRECIONADORA	2
7	M0019	PORTA ENTRADA ELEVADOR	2
8	L0126	TRILHO PORTAS	3
9	L0140	FECHAMENTO CENTRLA DIRECIONADOR	1
10	M0032	PORTA FECHAMENTO DIRECIONAL	1
11	L0086	CHAPA DE ELEVAÇÃO	4

Referência: M0017	Descrição: PLATAFORMA DIRECIONADORA ELEVADOR
Data: 07/11/2019	Projelista: Giovanni Ozéias Fritz
Folha: A4	Esc.: 1:50 Rev.: 00
Material: LISTA DE MATERIAS	Peso (kg): 552.08
	Área de Pintura (m²): 62.54

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.



Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	A0002	CHAPA OBLONGO PROTEÇÃO CORRENTE	2
2	A0004	PERFIL SUPERIOR PROTEÇÃO DA CORRENTE	1

Referência: M0022	Descrição: PERFIL PROTEÇÃO CORREIA
Data: 07/11/2019	Projeto: Giovani Ozéias Frits
Material: LISTA DE MATERIAS	Peso(kg): 14.67
	Área de Pintura(m²): 1.26



Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0056	FECHAMENTO DE MADEIRA PORTA ENTRADA	1
2	L0191	ROLDANA 2 POL.	2
3	M0028	ESTRUTURA PORTA ENTRADA	1
4	PR0010	Parafuso sext. M8x50	2
5	PC00070	Porca sext. flang. M8	2

QTD.	DESCRIÇÃO	UNID.	VALOR	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	FECHAMENTO DE MADEIRA PORTA ENTRADA	UNID.	1,00	100,00	100,00
2	ROLDANA 2 POL.	UNID.	2,00	50,00	100,00
1	ESTRUTURA PORTA ENTRADA	UNID.	1,00	100,00	100,00
2	Parafuso sext. M8x50	UNID.	2,00	50,00	100,00
2	Porca sext. flang. M8	UNID.	2,00	50,00	100,00

FAHOR
Engenharia MECÂNICA

Referência: M0019 Descrição: PORTA ENTRADA ELEVADOR

Data: 10/11/2019 Projeto/ista: Giovanni Ozéias Fritz Folha:A4 Esc.:1:10 Rev.: 00

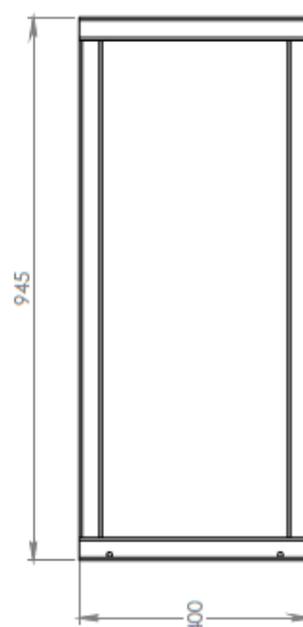
Material/LISTA DE MATERIAS Peso(kg): 20.38 Área de Pintura(m²): 2.63

DETALHE A
ESCALA 1 : 5

N° DO ITEM	N° DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0043	TUBO SUPERIOR PORTA ENTRADA	1
2	L0072	TUBO VERTICAL PORTA	2
3	L0125	TUBO INFERIOR PORTA COM ENTRADA PARA RODA	1

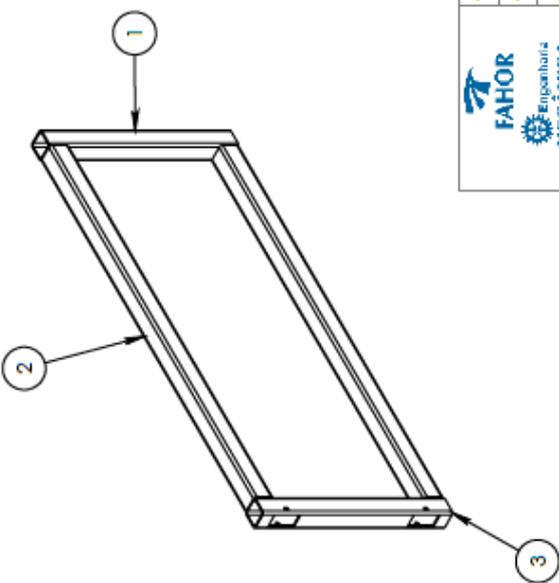


40



400

945



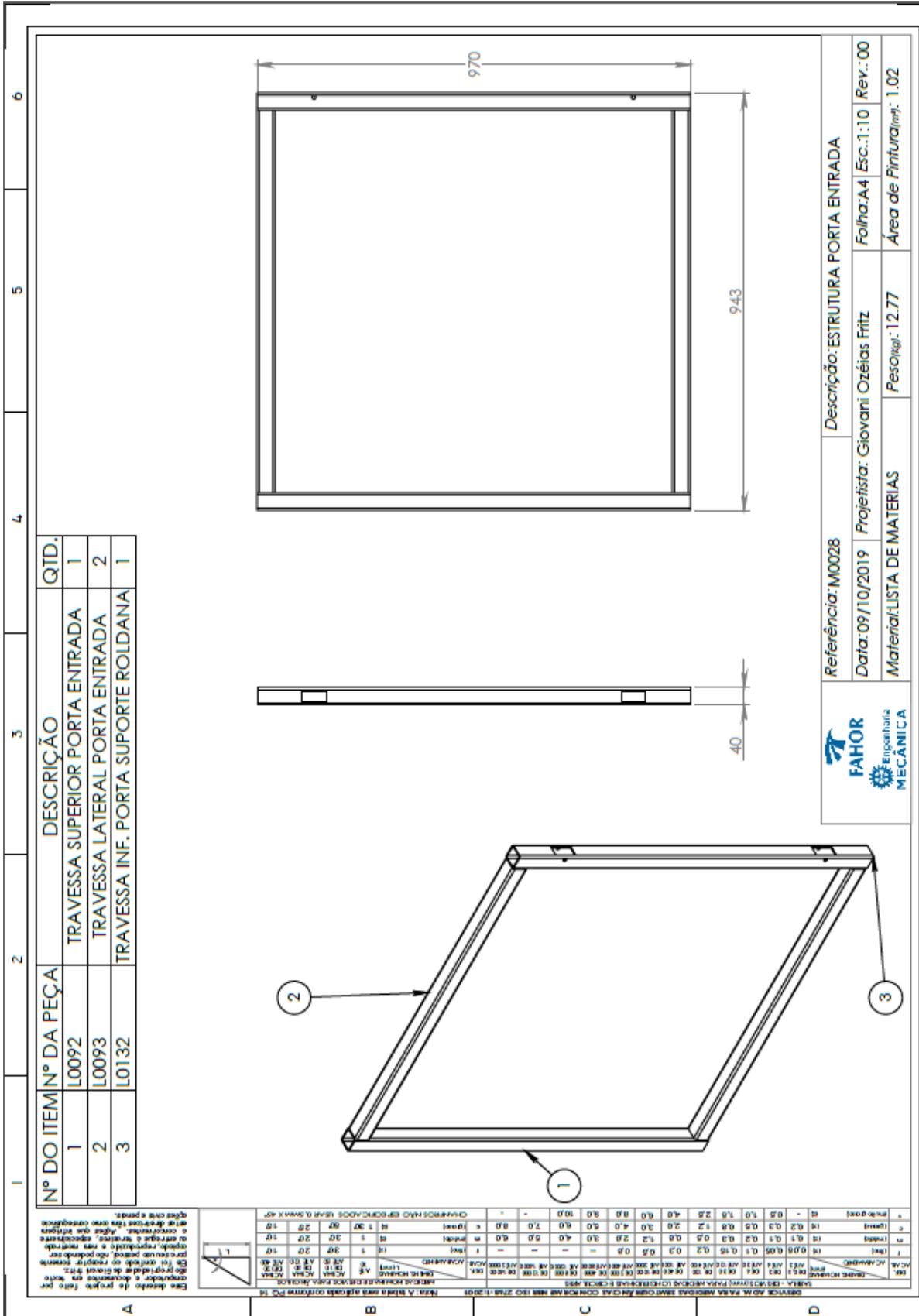
ITEM	QUANTIDADE	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	1	unidade	10,00	10,00
2	2	unidade	4,00	8,00
3	1	unidade	4,00	4,00
TOTAL				22,00

FAHOR
Engenharia
MECÂNICA

Referência: M0025 Descrição: ESTRUTURA PORTA SAIDA

Data: 09/10/2019 Projetista: Giovanni Ozéias Fritz Folha: A4 Esc.: 1:10 Rev.: 00

Material: LISTA DE MATERIAS Peso (kg): 8.79 Área de Pintura (m²): 0.70

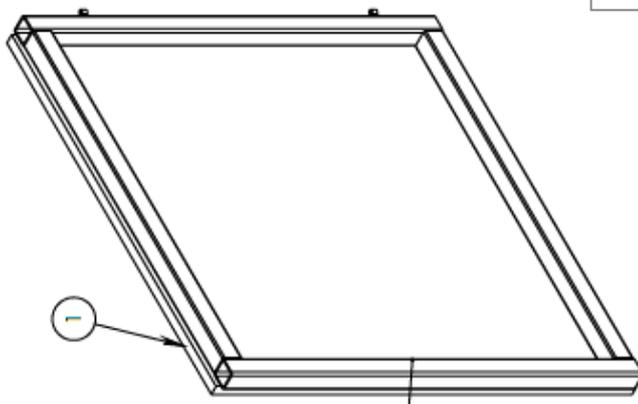
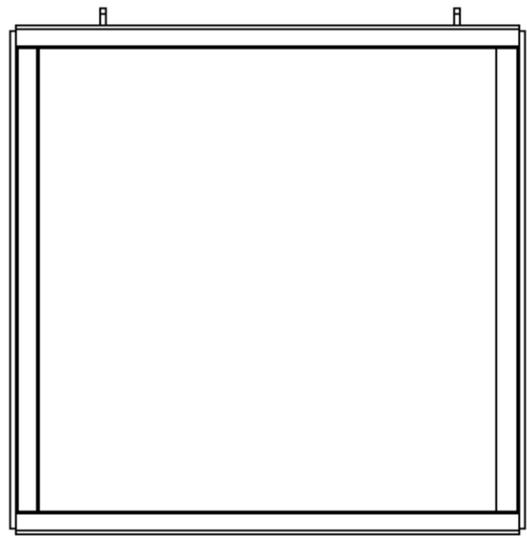
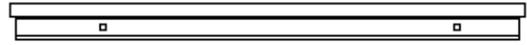


Referência: M0028
 Descrição: ESTRUTURA PORTA ENTRADA
 Data: 09/10/2019 | Projetista: Giovanni Ozeias Fritz
 Folha: A4 Esc.: 1:10 Rev.: 00
 Material: LISTA DE MATERIAS
 Peso(kg): 12.77
 Área de Pintura(m²): 1.02



Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

N° DO ITEM	N° DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0056	FECHAMENTO DE MADEIRA PORTA ENTRADA	1
2	M0033	ESTRUTURA PORTA DIRECIONADORA	1

FAHOR Engenharia MECÂNICA		Referência: M0029	Descrição: PORTA DIRECIONADORA
		Data: 08/11/2019	Projefista: Giovanni Ozéias Fritz
		Material: LISTA DE MATERIAS	Peso(kg): 18.84
			Esc.: 1:10
			Rev.: 00
			Área de Pintura(m²): 2.54

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

1	2	3	4	5	6
Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.		
1	L0067	ESCORA LATERAL PLATAFORMA	1		
2	L0137	DOBRADIÇA DIRECIONADORA	2		

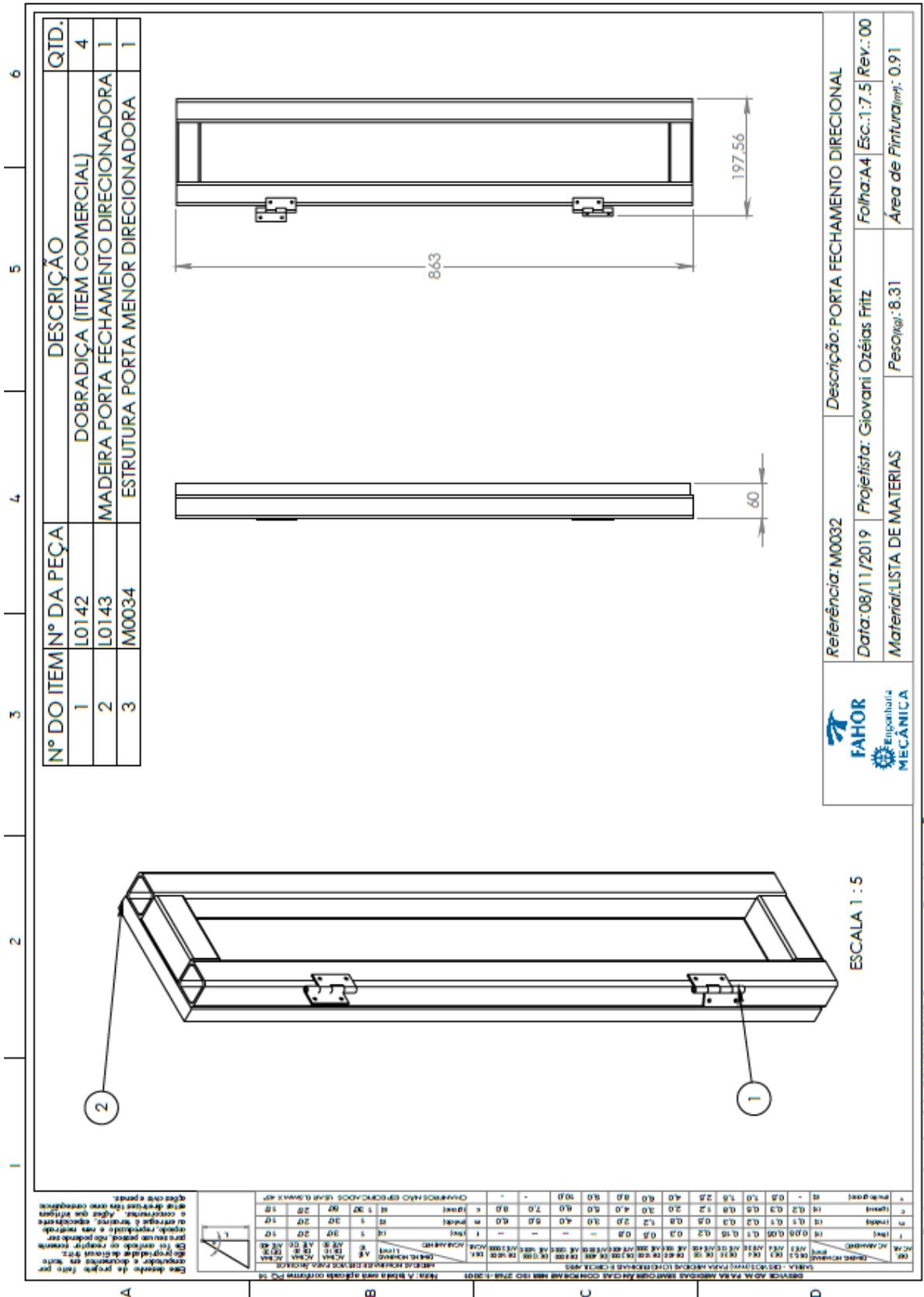
FAHOR
Engenharia
MECÂNICA

Referência: M0030 Descrição: TUBO REFORÇO CENTRAL DIRECIONADOR

Data: 08/11/2019 Projetista: Giovanni Ozéias Fritz Folha: A4 Esc.: 1:5 Rev.: 00

Material: LISTA DE MATERIAS Peso(kg): 3.38 Área de Pintura(m²): 0.27

| ITEM | QUANTIDADE | UNIDADE | VALOR |
|------|------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 1 | 1 | m | 1.00 |
| 2 | 2 | m | 2.00 |



FAHOR
Engenharia
MECÂNICA

Referência: M0032 Descrição: PORTA FECHAMENTO DIRECIONAL

Data: 08/11/2019 Projetista: Giovanni Ozéias Fritz Folha: A4 Esc.: 1:7,5 Rev.: 00

Material: LISTA DE MATERIAS Peso(kg): 8,31 Área de Pintura(m²): 0,91

ESCALA 1 : 5

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

N° DO ITEM/N° DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0093 TRAVESSA LATERAL PORTA ENTRADA	2
2	L0136 TRAVESSA PORTA DIRECIONADORA	2
3	M0031 DOBRADIÇA PORTA DIRECIONADORA	2

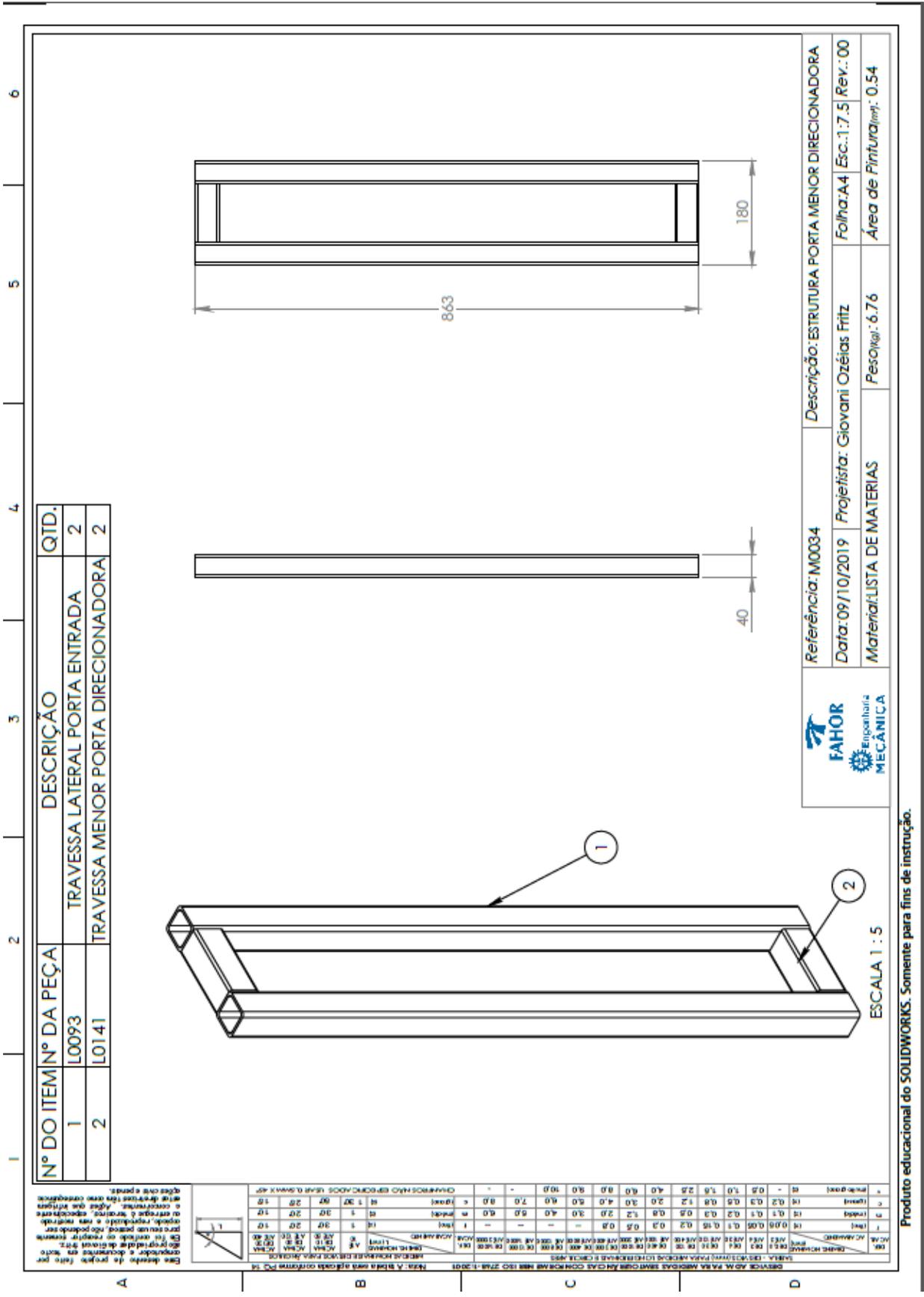
ITEM	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	2	L0093 TRAVESSA LATERAL PORTA ENTRADA	UN	1,00	2,00
2	2	L0136 TRAVESSA PORTA DIRECIONADORA	UN	1,00	2,00
3	2	M0031 DOBRADIÇA PORTA DIRECIONADORA	UN	1,00	2,00

FAHOR
Engenharia
MECÂNICA

Referência: M0033 Descrição: ESTRUTURA PORTA DIRECIONADORA

Data: 08/11/2019 Projetista: Giovanni Ozéias Fritz Folha: A4 Esc.: 1:10 Rev.: 00

Material: LISTA DE MATERIAS Peso (kg): 11,69 Área de Pintura (m²): 0,94



Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

N° DO ITEM N° DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0062 TAVESSA LONGA BASE PLATAFORMA	2
2	L0063 TUBO SUPERIOR PLATAFORMA	2
3	L0067 ESCORA LATERAL PLATAFORMA	11
4	L0084 TRAVESSA BASE PLATAFORMA	2
5	L0085 LATERAL BASE PLATAFORMA	2
6	L0111 TRAVESSA CENTRAL BASE	1
7	L0112 TRAVESSA CURTA BASE	4
8	L0124 PERFIL GUIA PORTA	3
9	L0134 TRAVESSA SUP. DIRECIONADORA	1
10	M0030 TUBO REFORÇO CENTRAL DIRECIONADOR	2

SEÇÃO C-C

SEÇÃO A-A

SEÇÃO B-B

DETALHE
ESCALA 1 : 25

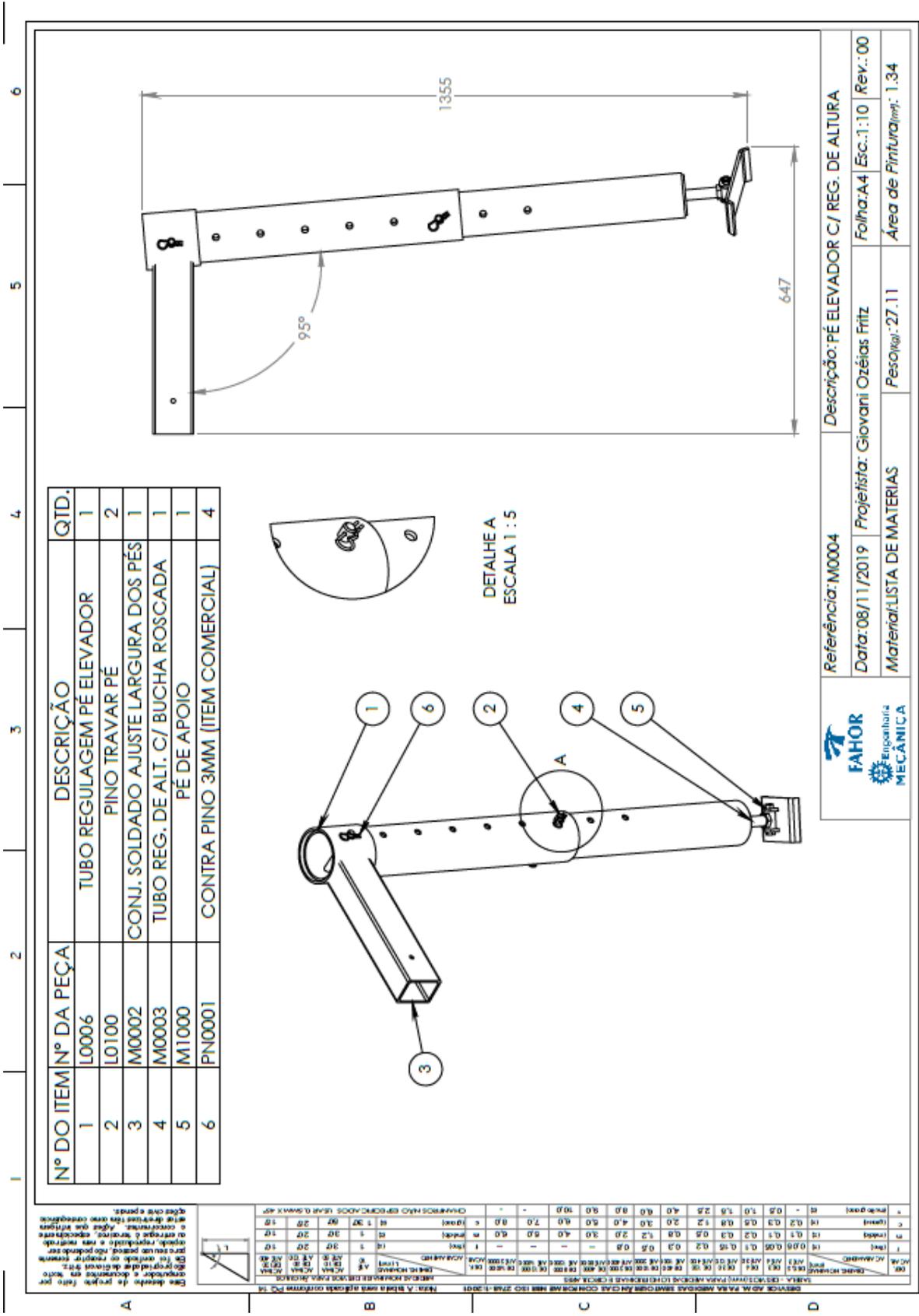
SEÇÃO A-A

SEÇÃO B-B

SEÇÃO C-C

SEÇÃO A-A

SEÇÃO B-B



N° DO ITEM	N° DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	PR0021	Parafuso sext. flang. M10 X 80	2
2	L0041	PINHÃO TENSOR	2
3	PR0010	Parafuso sext. M8x50	2
4	PO0071	Porca sext. flang. M10	2
5	L0104	CHAPA TENSIONADORA	2
6	L0105	BUCHA NYLON	2
7	M0013	CONJ. SOLDADO CAIXA PROTEÇÃO TORRE	1

A

B

C

D

FAHOR Engenharia MECÂNICA

Referência: M0012

Data: 10/11/2019

Projelista: Giovanni Ozéias Fritz

Material: LISTA DE MATERIAS

Peso (kg): 5.50

Área de Pintura (m²): 0.26

Descrição: CAIXA PROTEÇÃO MANCAL E PINHÃO

Produto educacional do SOLIDWORKS. Somente para fins de instrução.

APÊNDICE C

Abaixo é apresentado a montagem final da plataforma.

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	L0049	TRABANCO REFORÇO EM X	4
2	L0075	PIRÃO MECANISMO DE ELEVACÃO	1
3	L0076	PIRÃO MAIOR	1
4	L0113	CHAPA EMACAO TRABANCO LATERAIS	4
5	M0001	CONJ. SOLDADO INF. ELEVADOR	1
6	M0004	FE ELEVADOR C/ REG. DE ALTURA	4
7	M0006	PERFIL SUPERIOR PROTEÇÃO CORRENTE	1
8	M0010	PILAR ELEVADOR	3
9	M0011	TORRE ELEVACÃO COM SUPORTE PARA O MOTOR	1
10	M0012	CAIXA PROTEÇÃO MANICHALE PIRÃOS	4
11	M0014	PROTEÇÃO CORRENTE SUPERIOR	2
12	M0017	PLATAFORMA DIRECIONADORA ELEVADOR	1
13	M0022	PERFIL PROTEÇÃO CORREIA	1
14	MT10001	REPRESENTAÇÃO MOTOR ELÉTRICO	1
15	L0169	Chapa superior do trábano	4
16	PR0019	Porca sext. flang. M8x20	32
17	PO0072	Porca sext. flang. M12	12
18	PR0022	Parafuso sext. flang. M12x40	4
19	PO0076	Porca sext. flang. M20	4
20	PR0020	Porca sext. flang. M10x25	16
21	PO0071	Porca sext. flang. M10	32
22	PR0017	Porca sext. flang. M10x40	4
23	PR0014	Parafuso sext. M10x100	8
24	PR0021	Parafuso sext. flang. M10 X 80	4
25	PR0024	Parafuso allen cat. cil. M14x25	16
26	PO0080	Porca Sext. flang. M16	16
27	PO0070	Porca sext. flang. M8	32

DETALHE C
ESCALA 2 : 35

DETALHE D
ESCALA 2 : 35

FAHOR
Engenharia MECÂNICA

Referência: MONTAGEM FINAL Descrição: PLATAFORMA MÓVEL COMPLETA
 Data: 10/11/2019 Projeto: Giovanni Ozéias Fritz Folha: A4 Esc.: 1:100 Rev.: 00
 Material: LISTA DE MATERIAS Peso (kg): 1104,05 Área de Pintura (m²): 89,30

Projeto: ABA MONTAGEM PLATAFORMA MÓVEL COMPLETA
 Escala: 1:100
 Data: 10/11/2019
 Projeto: GIOVANNI OZÉIAS FRITZ
 Folha: A4
 Escala: 1:100
 Revisão: 00

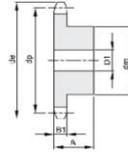
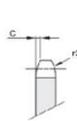
Este desenho de projeto não pode ser usado para a fabricação de peças sem a aprovação prévia do autor. Qualquer alteração deve ser aprovada por escrito pelo autor. Este documento é propriedade intelectual da FAHOR Engenharia Mecânica e não pode ser reproduzido sem a autorização expressa da FAHOR Engenharia Mecânica. A FAHOR Engenharia Mecânica não se responsabiliza por danos materiais ou morais decorrentes do uso não autorizado deste documento. Este documento contém informações confidenciais e não deve ser divulgado a terceiros sem a autorização expressa da FAHOR Engenharia Mecânica.

ANEXO A – CATÁLOGO DAS ENGRENAGENS P/ CORRENTES SIMPLES

ENGRENAGEM PARA CORRENTE SIMPLES

ENGRENAGEM PARA CORRENTE NORMA DIN 8187 - ISO/R606 1/2" x 5/16" 12,7 x 7,75 mm Rolo 8,51 mm DIN 08B - 1			
B1	b1	C	r3
7,2	7	1,3	13

ENGRENAGEM PARA CORRENTE NORMA - ISO/R606 - ANSI B29,1 ASA 40 12,7 x 7,95 mm Rolo 7,95 mm 08A - 1			
B1	b1	C	r3
7,2	7	1,6	13,5



PRODUTO VENDIDO EM UNIDADE AVULSA

Material aço SAE 1045 / * Material ferro com cubo soldado

CÓDIGO ASA	CODIGO DIN	SIMPLES							Peso (Kg)
		Z N° dentes	de ASA	de DIN	dp	dm	D1	A	
BE131040008	BE101340008	8	38,06	38,00	33,18	20	10	25	0,06
BE131040009	BE101340009	9	42,01	42,00	37,13	24	10	25	0,09
BE131040010	BE101340010	10	45,98	45,90	41,10	26	10	25	0,12
BE131040011	BE101340011	11	49,95	49,90	45,07	29	10	25	0,15
BE131040012	BE101340012	12	53,95	53,90	49,07	33	10	28	0,21
BE131040013	BE101340013	13	57,94	57,90	53,06	37	10	28	0,26
BE131040014	BE101340014	14	61,95	61,90	57,07	41	10	28	0,32
BE131040015	BE101340015	15	65,97	65,90	61,09	45	10	28	0,38
BE131040016	BE101340016	16	69,98	69,90	65,10	50	12	28	0,46
BE131040017	BE101340017	17	73,99	74,00	69,11	52	12	28	0,51
BE131040018	BE101340018	18	78,02	78,00	73,14	56	12	28	0,59
BE131040019	BE101340019	19	82,04	82,00	77,16	60	12	28	0,67
BE131040020	BE101340020	20	86,07	86,00	81,19	64	12	28	0,76
BE131040021	BE101340021	21	90,10	90,10	85,22	68	14	28	0,85
BE131040022	BE101340022	22	94,12	94,10	89,24	70	14	28	0,91
BE131040023	BE101340023	23	98,15	98,10	93,27	70	14	28	0,95
BE131040024	BE101340024	24	102,17	102,10	97,29	70	14	28	0,98
BE131040025	BE101340025	25	106,21	106,20	101,33	70	14	28	1,01
BE131040026	BE101340026	26	110,24	110,20	105,36	70	16	30	1,09
BE131040027	BE101340027	27	114,28	114,20	109,40	70	16	30	1,13
BE131040028	BE101340028	28	118,30	118,30	113,42	70	16	30	1,17
BE131040029	BE101340029	29	122,34	122,30	117,46	80	16	30	1,42
BE131040030	BE101340030	30	126,38	126,30	121,50	80	16	30	1,46
BE131040031	BE101340031	31	130,42	130,30	125,54	90	16	30	1,74
BE131040032	BE101340032	32	134,44	134,40	129,56	90	16	30	1,78
BE131040033	BE101340033	33	138,48	138,40	133,60	90	16	30	1,83
BE131040034	BE101340034	34	142,52	142,50	137,64	90	16	30	1,88
BE131040035	BE101340035	35	146,56	146,50	141,68	90	16	30	1,93
BE131040036	BE101340036	36	150,60	150,60	145,72	90	16	35	2,22
BE131040037	BE101340037	37	154,64	154,60	149,76	90	16	35	2,27
BE131040038	BE101340038	38	158,68	158,60	153,60	90	16	35	2,32
BE131040039	BE101340039	39	162,71	162,70	157,83	90	16	35	2,38
BE131040040	BE101340040	40	166,75	166,70	161,87	90	16	35	2,43
BE131040042	BE101340042	42	174,88	177,00	170,00	*88	20	42	2,77
BE131040045	BE101340045	45	186,98	189,00	182,10	*88	20	42	3,00
BE131040046	BE101340046	46	190,98	193,00	186,10	*88	20	42	3,06
BE131040048	BE101340048	48	199,08	201,00	194,20	*88	20	42	3,16
BE131040050	BE101340050	50	207,18	209,00	202,30	*88	20	42	3,30
BE131040055	BE101340055	55	227,38	229,00	222,50	*88	20	42	3,62
BE131040057	BE101340057	57	235,38	237,00	230,50	*88	20	42	3,85
BE131040060	BE101340060	60	247,58	249,00	242,70	*88	20	42	4,08
BE131040076	BE101340076	76	312,18	314,00	307,30	*88	25	42	5,56
BE131040095	BE101340095	95	388,98	391,00	384,10	*108	25	42	8,56

* Os produtos acima estão sujeitos a modificações técnicas ou dimensionais sem aviso prévio.

ANEXO B – CATÁLOGO DE CORRENTES SIMPLES NORMA DIN



CORRENTE E EMENDA DE ROLO NORMA DIN

Conforme norma ISO/R 606 - Padrão Europeu/DIN 8187 - Pré - tensionada



Corrente simples



Corrente dupla



Emenda simples

Emenda dupla



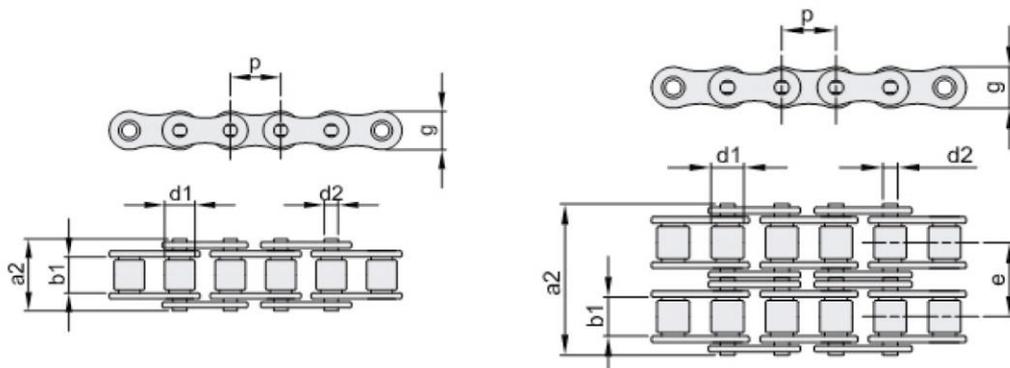
Emenda falsa simples

Emenda falsa dupla

CÓDIGO CORRENTE SIMPLES	CÓDIGO EMENDA SIMPLES	CÓDIGO EMENDA FALSA	TIPO	p		b1 (mm)	d2 (mm)	d1 (mm)	a2 (mm)	g (mm)	Carga de ruptura KN	Peso (kg) Corrente / Metro
				(mm)	(POL.)							
FO04B1.00	FO04B1.26	FO04B1.13	04-1	6	—	2,80	1,85	4,00	7,40	5,00	3,00	0,12
FO05B1.00	FO05B1.26	FO05B1.13	05B-1	8	—	3,00	2,31	5,00	8,60	7,11	5,00	0,18
FO06B1.00	FO06B1.26	FO06B1.13	06 B1	9,525	3/8"	5,72	3,28	6,35	13,05	8,26	9,00	0,39
FO08B1.00	FO08B1.26	FO08B1.13	08 B1	12,7	1/2"	7,75	4,45	8,51	17,00	11,81	18,00	0,69
FO10B1.00	FO10B1.26	FO10B1.13	10 B1	15,875	5/8"	9,65	5,08	10,16	19,60	14,73	22,40	0,91
FO12B1.00	FO12B1.26	FO12B1.13	12 B1	19,05	3/4"	11,68	5,72	12,07	22,07	16,13	29,00	1,12
FO16B1.00	FO16B1.26	FO16B1.13	16 B1	25,4	1"	17,02	8,28	15,88	36,10	21,08	60,00	2,59
FO20B1.00	FO20B1.26	FO20B1.13	20B-1	31,75	1 1/4"	19,56	10,19	19,05	43,20	26,42	95,00	3,68
FO24B1.00	FO24B1.26	FO24B1.13	24B-1	38,1	1 1/2"	25,40	14,63	25,40	53,40	33,40	160,00	6,85
FO32B1.00	FO32B1.26	FO32B1.13	32B-1	50,8	2"	30,99	17,81	29,21	67,40	42,29	250,00	9,49

CÓDIGO CORRENTE DUPLA	CÓDIGO EMENDA DUPLA	CÓDIGO EMENDA FALSA	TIPO	p		b1 (mm)	d2 (mm)	d1 (mm)	a2 (mm)	g (mm)	e (mm)	Carga de ruptura KN	Peso (kg) Corrente / metro
				(mm)	(POL.)								
FO06B2.00	FO06B2.26	FO06B2.13	06 B2	9,525	3/8"	5,72	3,28	6,35	23,80	8,26	10,24	15,21	1,36
FO08B2.00	FO08B2.26	FO08B2.13	08 B2	12,7	1/2"	7,75	4,45	8,51	31,00	11,81	13,92	27,99	1,37
FO10B2.00	FO10B2.26	FO10B2.13	10 B2	15,875	5/8"	9,65	5,08	10,16	36,02	14,73	16,59	40,05	1,73
FO12B2.00	FO12B2.26	FO12B2.13	12 B2	19,05	3/4"	11,68	5,72	12,07	42,20	16,13	19,46	52,02	2,40
FO16B2.00	FO16B2.26	FO16B2.13	16 B2	25,4	1"	17,02	8,28	15,88	68,00	21,08	31,88	95,40	5,21

* Os produtos acima estão sujeitos a modificações técnicas ou dimensionais sem aviso prévio.



ANEXO C – CATÁLOGO DO PARAFUSO DE ROSCA TRAPEZOIDAL



FUSO DE ROSCA TRAPEZOIDAL

Rosca direita e esquerda

Material: Aço 11SMnPb37 (W.NR:1.0737)

Resistência 460/650N/mm² - HB 120/200



CÓDIGO		TR (mm)	Passo (mm)	L (mm)	Peso (Kg)
DIREITA	ESQUERDA				
BMTR10X1500	BMTR10X1500SX	10	3	1500	0,67
BMTR12X1500	BMTR12X1500SX	12	3	1500	1,02
BMTR14X1500	BMTR14X1500SX	14	4	1500	1,33
BMTR16X1500	BMTR16X1500SX	16	4	1500	1,80
BMTR18X1500	BMTR18X1500SX	18	4	1500	2,37
BMTR18X2000	BMTR18X2000SX	18	4	2000	3,16
BMTR20X2000	BMTR20X2000SX	20	4	2000	3,90
BMTR25X2000	BMTR25X2000SX	25	5	2000	6,16
BMTR30X2000	BMTR30X2000SX	30	6	2000	8,80
BMTR30X4000	BMTR30X4000SX	30	6	4000	17,60
BMTR36X2000	BMTR36X2000SX	36	6	2000	12,54
BMTR36X4000	BMTR36X4000SX	36	6	4000	26,48
BMTR40X2000	BMTR40X2000SX	40	7	2000	16,14
BMTR40X4000	BMTR40X4000SX	40	7	4000	32,28
BMTR45X2000	BMTR45X2000SX	45	8	2000	20,60
BMTR45X4000	BMTR45X4000SX	45	8	4000	41,20
BMTR50X2000	BMTR50X2000SX	50	8	2000	25,84
BMTR50X4000	BMTR50X4000SX	50	8	4000	51,68
BMTR60X2000	BMTR60X2000SX	60	9	2000	37,70
BMTR60X4000	BMTR60X4000SX	60	9	4000	75,40

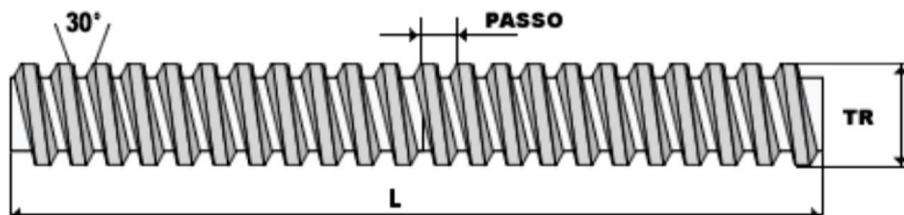
Rosca direita

Material: Aço inox AISI 304 18/10

Resistência 580/850 N/ mm² - HB 215 max



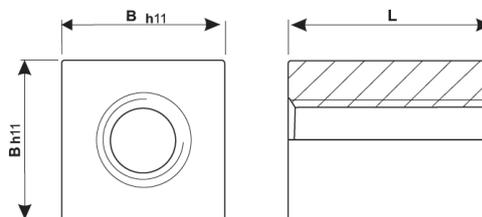
CÓDIGO		TR (mm)	Passo (mm)	L (mm)	Peso (Kg)
DIREITA	ESQUERDA				
BMTR10X1500D304	—	10	3	1500	0,68
BMTR12X1500D304	—	12	3	1500	1,02
BMTR14X1500D304	—	14	4	1500	1,34
BMTR16X1500D304	—	16	4	1500	1,80
BMTR18X2000D304	—	18	4	2000	3,17
BMTR20X2000D304	—	20	4	2000	3,90
BMTR25X2000D304	—	25	5	2000	6,17
BMTR30X2000D304	—	30	6	2000	8,00
BMTR40X2000D304	—	40	7	2000	16,14



* Os produtos acima estão sujeitos a modificações técnicas ou dimensionais sem aviso prévio.

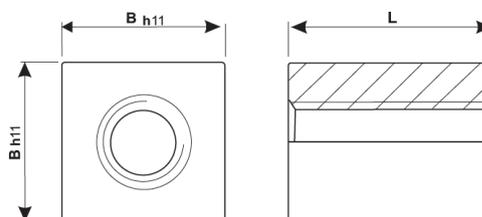
ANEXO D – CATÁLOGO DA PORCA QUADRADA

PORCA QUADRADA



Material: Aço 11SMnPb37 (W.NR:1.0737) - 460/650 N/mm²

CÓDIGO		ROSCA	Passo (mm)	B (mm)	L (mm)	Peso (kg)
DIREITA	ESQUERDA					
BMCHQ10A	BMCHQ10ASX	10	3	25	30	0,13
BMCHQ12A	BMCHQ12ASX	12	3	25	30	0,12
BMCHQ14A	BMCHQ14ASX	14	4	30	35	0,21
BMCHQ16A	BMCHQ16ASX	16	4	30	35	0,20
BMCHQ18A	BMCHQ18ASX	18	4	35	45	0,35
BMCHQ20A	BMCHQ20ASX	20	4	40	50	0,51
BMCHQ25A	BMCHQ25ASX	25	5	45	55	0,68
BMCHQ30A	BMCHQ30ASX	30	6	50	60	0,88
BMCHQ36A	BMCHQ36ASX	36	6	60	70	0,46
BMCHQ40A	BMCHQ40ASX	40	7	60	70	1,35
BMCHQ45A	BMCHQ45ASX	45	8	65	80	1,76
BMCHQ50A	BMCHQ50ASX	50	8	75	90	2,73
BMCHQ60A	BMCHQ60ASX	60	9	85	100	3,67



Material: Latão - OT58 - 350 N/mm²

CÓDIGO		ROSCA	Passo (mm)	B (mm)	L (mm)	Peso (kg)
DIREITA	ESQUERDA					
BMCHQ10O	BMCHQ10OSX	10	3	25	30	0,14
BMCHQ12O	BMCHQ12OSX	12	3	25	30	0,13
BMCHQ14O	BMCHQ14OSX	14	4	30	35	0,23
BMCHQ16O	BMCHQ16OSX	16	4	4	35	0,22
BMCHQ18O	BMCHQ18OSX	18	4	35	45	0,38
BMCHQ20O	BMCHQ20OSX	20	4	40	50	0,56
BMCHQ25O	BMCHQ25OSX	25	5	45	55	0,74
BMCHQ30O	BMCHQ30OSX	30	6	50	60	0,95
BMCHQ36O	BMCHQ36OSX	36	6	60	70	0,91
BMCHQ40O	BMCHQ40OSX	40	7	60	70	1,47
BMCHQ45O	BMCHQ45OSX	45	8	65	80	1,92
BMCHQ50O	BMCHQ50OSX	50	8	75	90	2,94
BMCHQ60O	BMCHQ60OSK	60	9	85	100	3,95

* Os produtos acima estão sujeitos a modificações técnicas ou dimensionais sem aviso prévio.

ANEXO E – CATÁLOGO DO MOTOR MONOFÁSICO

Motor Monofásico IP55 Uso Rural



Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p/I_n	Conjugado nominal C_p (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p/C_n	Conjugado máximo C_{max}/C_n	Rendimento $\eta\%$			Fator de potência $\cos\phi$			Fator de serviço F S	Momento de inércia J (kgm ²)	Tempo máx. com rotor bloqueado (s) a quente	Nível médio de pressão sonora dB (A)	Peso aprox. (kg)
cv	KW								% da potência nominal										

2 Pólos - 60 Hz

1/4	0,18	63	3430	2,10	4,5	0,052	2,6	2,7	42,0	48,0	55,0	0,59	0,66	0,72	1,15	0,0002	6,0	58,0	8,0
1/3	0,25	63	3450	3,7	5,0	0,068	2,5	2,7	36,0	44,0	49,0	0,58	0,61	0,63	1,15	0,0003	6,0	58,0	10,0
1/2	0,37	71	3485	4,00	5,2	0,102	2,3	3,0	43,0	50,0	55,0	0,60	0,69	0,76	1,15	0,0007	6,0	60,0	12,0
3/4	0,55	80	3510	5,60	5,7	0,152	2,3	2,7	48,0	53,0	60,0	0,67	0,71	0,76	1,15	0,0010	6,0	60,0	14,0
1,0	0,75	80	3500	7,00	6,8	0,204	2,2	2,6	60,0	65,0	67,0	0,52	0,65	0,72	1,15	0,0012	6,0	60,0	18,0
1,5	1,1	90S	3535	7,60	7,7	0,303	2,6	2,8	72,0	75,4	77,6	0,79	0,82	0,85	1,15	0,0020	6,0	62,0	26,0
2,0	1,5	90L	3535	10,0	7,2	0,405	3,0	2,6	71,0	73,0	74,4	0,78	0,86	0,90	1,15	0,0024	6,0	62,0	29,0
3,0	2,2	100L	3480	14,0	7,2	0,617	2,8	2,6	72,5	77,0	78,8	0,81	0,87	0,91	1,15	0,0064	6,0	63,0	32,0
4,0	3,0	W112M	3480	18,0	6,5	0,822	2,6	2,5	74,0	78,0	80,0	0,82	0,89	0,93	1,15	0,0072	6,0	63,0	36,0
5,0	3,7	112M	3490	22,0	7,0	1,02	2,8	2,8	77,0	79,0	870,0	0,90	0,94	0,95	1,15	0,0084	6,0	68,0	48,0
7,5	5,5	W132S	3480	32,0	6,5	1,13	2,2	2,6	81,0	83,0	84,0	0,92	0,93	0,94	1,15	0,0104	6,0	68,0	54,0
10,0	7,5	132M	3500	40,0	6,2	2,04	1,8	2,5	84,5	85,5	86,2	0,94	0,95	0,97	1,15	0,0243	6,0	70,0	72,0
*12,5	9,2	132M	3500	50,0	7,5	2,55	1,7	2,9	86,0	88,0	90,0	0,90	0,91	0,93	1,15	0,0317	6,0	70,0	81,0

4 Pólos - 60 Hz

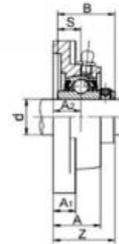
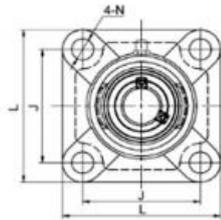
1/6	0,12	63	1710	1,80	4,5	0,069	2,0	1,8	35,0	39,0	43,0	0,60	0,64	0,70	1,25	0,0004	6,0	53,0	8,0
1/4	0,18	71	1725	3,00	4,7	0,103	3,5	2,5	34,0	40,0	44,0	0,48	0,56	0,62	1,15	0,0006	6,0	52,0	10,0
1/3	0,25	71	1720	3,80	4,0	0,137	2,8	2,0	39,0	44,0	76,0	0,47	0,55	0,62	1,15	0,0009	6,0	52,0	11,0
1/2	0,37	80	1750	4,50	5,5	0,204	2,3	2,6	51,0	55,0	58,0	0,57	0,61	0,64	1,15	0,0027	6,0	53,0	16,0
3/4	0,55	80	1740	6,5	5,5	0,308	2,0	2,2	54,0	60,0	62,0	0,52	0,60	0,66	1,15	0,0030	6,0	53,0	18,0
1,0	0,75	80	1720	6,25	5,0	0,416	2,0	2,0	63,0	67,0	68,6	0,63	0,70	0,78	1,15	0,0037	6,0	53,0	20,0
1,0	0,75	90S	1760	6,00	8,2	0,406	3,0	2,5	62,0	66,0	68,0	0,75	0,79	0,82	1,15	0,0039	6,0	55,0	27,0
1,5	1,1	90L	1760	7,50	8,5	0,610	2,8	2,9	66,0	72,0	75,2	0,77	0,85	0,89	1,15	0,0052	6,0	55,0	30,0
2,0	1,5	100L	1725	10,5	6,0	0,830	2,6	2,5	66,0	71,0	72,4	0,77	0,84	0,88	1,15	0,0084	6,0	57,0	39,0
3,0	2,2	W112M	1750	14,0	7,0	1,22	2,4	2,8	70,0	76,0	78,8	0,85	0,88	0,91	1,15	0,0100	6,0	57,0	40,0
4,0	3,0	112M	1745	19,0	7,1	1,64	2,9	2,6	74,0	79,0	80,0	0,81	0,88	0,90	1,15	0,0183	6,0	54,0	52,0
5,0	3,7	W132S	1745	22,0	7,5	2,05	3,2	2,7	77,0	80,0	82,0	0,85	0,91	0,93	1,15	0,0187	6,0	54,0	55,0
7,5	5,5	132M	1730	33,5	6,5	3,10	3,2	2,5	77,0	80,0	81,4	0,85	0,90	0,92	1,15	0,0380	6,0	58,0	65,0
10,0	7,5	132M	1740	42,0	6,5	4,11	2,5	2,4	78,0	81,5	82,0	0,95	0,96	0,97	1,15	0,0500	6,0	58,0	76,0
*12,5	9,2	132M	1740	50,0	7,0	5,14	2,2	2,4	79,0	84,0	85,3	0,95	0,96	0,98	1,15	0,0558	6,0	71,0	90,0

ANEXO F – CATÁLOGO DE MANCAL QUADRADO

O mancal escolhido para o projeto é o modelo da série UCF, código STES208UCF, do tipo quadrado e possui comercialização já com o rolamento acoplado o que facilita a colocação do item.



MANCAL QUADRADO



SÉRIE UCF

MANCAL EM FERRO FUNDIDO CINZENTO
TRAVAMENTO POR PRISIONEIRO
ROLAMENTO EM AÇO Gcr15
FURO CILÍNDRICO

CÓDIGO	DIMENSÕES (mm)										PARAFUSO (MM)	PESO (KG)
	EIXO d	L	J	A2	A1	A	N	B	S	Z		
STES203UCF	17	86	64	15	11	25,5	12	27,4	11,5	30,9	M10	0,61
STES204UCF	20	86	64	15	12	25,5	12	31,0	12,7	33,3	M10	0,61
STES205UCF	25	95	70	16	14	27,0	12	34,1	14,3	35,8	M10	0,80
STES206UCF	30	108	83	18	14	31,0	12	38,1	15,9	40,2	M10	1,00
STES207UCF	35	117	92	19	16	34,0	14	42,9	17,5	44,4	M12	1,40
STES208UCF	40	130	102	21	16	36,0	16	49,2	19,0	51,2	M14	1,80
STES209UCF	45	137	105	22	18	38,0	16	49,2	19,0	52,2	M14	2,20
STES210UCF	50	143	111	22	18	40,0	16	51,6	19,0	54,6	M14	2,40
STES211UCF	55	162	130	25	20	43,0	19	55,6	22,2	58,4	M16	3,50
STES212UCF	60	175	143	29	20	48,0	19	65,1	25,4	68,7	M16	4,20

ANEXO H – TABELAS DE COEFICIENTES

Tabela 1

Tipo de Corrente	Relação de Transmissão					
	1	2	3	4	5	6
Corrente de rolos	31	27	25	23	21	17
Corrente silenciosa	40	35	31	27	23	19

Tabela 2

passo	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"
rpm máx	3300	2650	2200	1650	1300

Tabela 3 - Coeficientes de segurança n_s

Passo	RPM da Engrenagem Menor								
	50	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
Cor. de rolos 1/2" – 5/8"	7,0	7,8	8,6	9,4	10,2	11,0	11,7	13,2	14,8
3/4" – 1/4"	7,0	8,2	9,4	10,3	11,7	12,9	14,0	16,3	–
1 1/4" – 1 1/2"	7,0	8,6	10,2	13,2	14,8	16,3	19,5	–	–
Cor. Dentadas 1/2" – 5/8"	20,0	22,2	24,4	28,7	29,0	31,0	33,4	37,8	42,0
3/4" – 1/4"	20,0	23,4	26,7	30,0	33,4	36,8	40,0	46,5	53,5

Tabela 4 - Número máximo de rotações (rpm)

Tipo de Corrente	Nº de Dentes do Pinhão	Passo da Corrente t (mm)				
		12	15	20	25	30
Rolos	15	2300	1900	1350	1150	1000
	19	2400	2000	1450	1200	1050
	23	2500	2100	1500	1250	1100
Cilíndricos	27	2550	2150	1550	1300	1100
	30	2600	2200	1550	1300	1100
12,70		12,70	15,87	19,05	25,40	31,75
Elos Dentados	15 a 35	3300	2650	2200	1650	1300