



**EDUARDO LUIS VOLKEN
RODRIGO OST**

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO MOTORIZADO PARA
REMOÇÃO DE CARCAÇAS SUÍNAS DO CRIADOURO**

Horizontalina - RS

Ano 2019

EDUARDO LUIS VOLKEN

RODRIGO OST

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO MOTORIZADO PARA
REMOÇÃO DE CARCAÇAS SUÍNAS DO CRIADOURO**

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. Luis Carlos Wachholz.

Horizontina - RS

Ano 2019

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

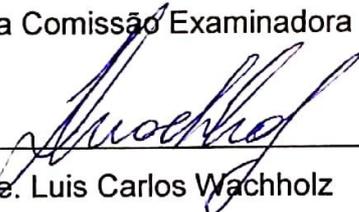
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**“PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM VEÍCULO MOTORIZADO PARA
REMOÇÃO DE CARCAÇAS SUÍNAS DO CRIADOURO”**

**Elaborada por:
EDUARDO LUIS VOLKEN, RODRIGO OST**

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

Aprovado em: 28/11/2019
Pela Comissão Examinadora

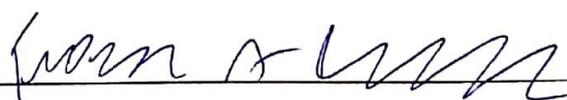


Me. Luis Carlos Wachholz

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Me. Francine Centenaro Gomes
FAHOR – Faculdade Horizontina



Me. Francisco Antonio Kraemer
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

Ano 2019

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi o que me deram em todos os momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

“Projetar é fácil quando se sabe como fazer. Tudo se torna mais fácil quando se conhece o modo de proceder para alcançar a solução de algum problema”.

Bruno Munari

RESUMO

O ramo de suinocultura vem crescendo cada vez mais de forma exponencial com o passar do tempo e atualmente o Brasil é um dos principais produtores de suínos do mundo, contudo, o elevado número de suínos em granjas e o alto número de doenças presentes, o suinocultor precisa estar preparado para estes e demais problemas que possam vir a ocorrer durante o processo e terminação, um deles, a mortalidade dos suínos. O projeto tem como principal objetivo, facilitar o manejo dessas carcaças suínas após a mortalidade do animal de forma segura e eficiente, pois atualmente o produtor precisa realizar o manejo de forma manual sem ergonomia ou segurança. A metodologia de Bruno Munari passará a ser o principal recurso para o desenvolvimento do projeto, pois as formas propostas por Munari, são objetivas e diretas para a ideia proposta. Para isso o projeto de um veículo elétrico para a remoção dessas carcaças suínas foi desenvolvido, para assim, auxiliar o produtor no seu dia-a-dia garantindo a ergonomia, praticidade e segurança operacional do operador, baseado em conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Mecânica.

Palavras-chave: Manejo. Suinocultura. Facilitador.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método proposto por Bruno Munari.....	16
Figura 2 - Gráfico da produção de carne suína no Brasil	17
Figura 3 - Maiores produtores mundiais de carne suína	18
Figura 4 - Destino da produção brasileira de carne suína.....	18
Figura 5 - Sistema de terminação com cama sobreposta	20
Figura 6 - Sistema de terminação com esterqueira.....	21
Figura 7 - Modelo de composteira de alvenaria de tijolos	22
Figura 8 - Comportamento interno da temperatura da composteira.....	23
Figura 9 - Modelo de composteira.....	24
Figura 10 - Relação mortalidade x Total do lote.....	24
Figura 11 - Evolução de agentes patogênicos no sistema contínuo	26
Figura 12 - Evolução de agentes patogênicos no sistema TD - TF.....	27
Figura 13 - Transportador manual de carcaças suínas	28
Figura 14 - Características do veículo.....	29
Figura 15 - Transportador elétrico de carcaças suínas	29
Figura 16 - Corrente de rolos Simples.....	30
Figura 17 - Detalhamento dos componentes de uma corrente de transmissão	30
Figura 18 - Fluxograma do método de Munari	31
Figura 19 - Sistema de roletes tracionadores.....	36
Figura 20 - Esquema de fixação dos roletes	36
Figura 21 - Sistema de transmissão para os roletes tracionadores.....	37
Figura 22 - Projeto em 3D	37
Figura 23 - Esquema elétrico	44
Figura 24 - Vista isométrica esquerda.....	47
Figura 25 - Vista isométrica direita.....	48
Figura 26 - Vista frontal	49
Figura 27 - Vista do comando de movimentação	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Especificações do veículo	35
Quadro 2 - Propriedades mecânicas do AÇO AISI 1020	38
Quadro 3 - Propriedades mecânicas do Aço Inox	38
Quadro 4 - Dados de entrada para os cálculos	39
Quadro 5 - Relação de Mão-de-Obra.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção diária de dejetos suínos de acordo com sua fase	19
Tabela 2 - Método proposto por Munari	32

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ABSC	Associação Brasileira dos Criadores de Suínos
ABPA	Associação Brasileira de Produção Animal
CCRCPR	Compostagem de Carcaças e Resíduos das Criações na Propriedade Rural
CISPOA	Coordenadoria de Inspeção Sanitária dos Produtos de Origem Animal
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
NR	Norma Regulamentadora
PIB	Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.4 HIPÓTESES.....	13
1.5 JUSTIFICATIVA	13
1.6 OBJETIVOS	14
1.6.1 Objetivo Geral	14
1.6.2 Objetivos específicos.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	15
2.2 METODOLOGIA PROPOSTA POR BRUNO MUNARI	16
2.3 SUINOCULTURA BRASILEIRA E MUNDIAL.....	17
2.4 SISTEMA DE TERMINAÇÕES COM CONTROLE DE DEJETOS	18
2.4.1 Sistema de terminação em cama sobreposta	20
2.4.2 Sistema de terminação com esterqueira	20
2.5 COMPOSTAGEM SUÍNA.....	21
2.5.1 Composteira	22
2.5.2 Funcionamento da composteira	22
2.5.3 Sistema brasileiro de compostagem	23
2.6 MORTALIDADE SUÍNA.....	24
2.7 SISTEMA DE MANEJO DAS INSTALAÇÕES	25
2.7.1 Sistema de Manejo Contínuo (SMC).....	25
2.7.2 Sistema de manejo Todos Dentro, Todos Fora (TD – TF)	26
2.8 ERGONOMIA OPERACIONAL	27
2.9 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS ATUALMENTE PARA A REMOÇÃO	28
2.9.1 Transportador de carcaça manual.....	28
2.9.2 Carrinho elétrico para remoção de carcaças.....	28
2.10 TRANSMISSÃO POR CORRENTES	29
3 METODOLOGIA	31
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	31
3.1.1 Método de Munari	31
3.1.2 Ciclo de detalhamento.....	32
3.1.3 Projeto computacional.....	33
3.1.4 Construção do protótipo	33
3.1.5 Ciclo de aquisição	34
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	34
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
4.1 CICLO DE DETALHAMENTO	35
4.1.1 Especificações do produto	35
4.2 SISTEMA ELÉTRICO.....	44
4.3 MATERIAIS E COMPONENTES.....	45
4.4 CUSTOS DO PROTÓTIPO	45
4.4.1 Custos de mão-de-obra.....	46
4.5 PROTÓTIPO	47
CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A – RELAÇÃO DE MATERIAIS	55

APÊNDICE B – RELAÇÃO DE CUSTOS DO PROTÓTIPO	57
APÊNDICE C – IMAGEM DETALHADA DO PROTÓTIPO	59
ANEXO A – CATÁLOGO DE CORRENTES DE TRANSMISSÃO	60
ANEXO B – CATÁLOGO DE ROLAMENTOS NSK.....	61

1 INTRODUÇÃO

No estado do Rio Grande do Sul, a suinocultura tem contribuído de modo significativo com um desenvolvimento estadual, que por sua vez, se espalhou a nível nacional, alavancando o desenvolvimento econômico do país, que ao longo da sua história, vem contribuindo para o desenvolvimento social e econômico nas diversas regiões do território brasileiro.

Atualmente a dificuldade que as pessoas que trabalham com suínos vêm passando após o óbito dos animais é grande, pois o processo de retirada da carcaça suína, é realizada de forma manual e exige um grande esforço físico. Normalmente nesse estágio de criação o suíno está com grande peso e fica difícil de fazer a remoção, pois após o fato ocorrido, é necessário a rápida remoção do animal para um local adequado.

Com as leis vigentes que priorizam o bem-estar dos colaboradores, implicam na necessidade de equipamentos que supram os requisitos legais de ergonomia e segurança operacional. Fazendo com que qualquer atividade que envolva trabalho braçal e contato com animais atendam o que é estabelecido.

Visando a qualidade de vida das pessoas envolvidas em tais atividades, como também evitar afastamentos por lesões ou doenças provenientes do manejo e contato com os suínos, com isso é de suma importância o desenvolvimento de mecanismos capazes de acompanhar a demanda da produção, sem causar danos aos envolvidos com esse ofício.

Com o projeto e desenvolvimento de um veículo para a remoção das carcaças suínas, o produtor será capaz de alcançar a excelência em manejo das carcaças dos animais até a área externa apropriada, pensando na ergonomia, segurança e agilidade do processo, tornando assim, o dia-a-dia do produtor mais eficaz.

1.1 TEMA

Com este trabalho, se busca desenvolver o projeto de um veículo motorizado para remoção de carcaças suínas de criadouros.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Será um protótipo elétrico e mecânico para a remoção de carcaças suínas de dentro da unidade de terminação em piso regular até uma área externa delimitada

para carcaça. Terá uma automação de forma simples, podendo ter, no futuro um *upgrade* do sistema elétrico para forma mais automática. Este protótipo será operado por uma única pessoa de forma ergonômica e segura, não possuindo arestas cortantes para não ferimento dos outros animais. Visando a redução de custos para a fabricação do protótipo, será construído com materiais mais comuns, não visando a resistência a corrosão e a durabilidade.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Com a produção de suínos em larga escala, surgem demandas de equipamentos mais práticos e eficazes para assegurar o processo de remoção de animais que entram em processo de decomposição. Devido a mortalidade de suínos pelos mais variados motivos, faz-se necessário o desenvolvimento de veículos para o transporte deles. Este veículo deve atender certas requisições, que por sua vez, garantem a ergonomia dos operadores envolvidos, provendo de um tamanho compacto para facilitar o percurso, auto propélido para evitar esforços desnecessários e praticidade.

Com base nos fatos apresentados, o problema de pesquisa se caracterizou com a seguinte pergunta: o desenvolvimento de um veículo motorizado, realmente irá auxiliar o produtor com a remoção da carcaça suína?

1.4 HIPÓTESES

Com base em pesquisas sobre o assunto, foi desenvolvido uma hipótese para a construção do veículo, sendo ela:

- Projetar um veículo movido por motores elétricos, com movimentação frente e ré, com um mecanismo construído com roletes em aço inox, provido de um motor elétrico para carregar/descarregar a carcaça suína de forma prática e eficiente com o uso de correntes e rodas dentadas na relação, capaz de controlar sua movimentação através de um painel de controle.

1.5 JUSTIFICATIVA

Devido à alta taxa de mortalidade na fase de terminação dos suínos, momento em que os animais já possuem um peso elevado, normalmente a distância para a

remoção é longa, e a necessidade da retirada do animal é imediata, para evitar a contaminação dos outros animais, ou ainda, serem devorados pelos mesmos.

Afim de resolver as necessidades citadas acima, projetar um veículo com as especificações necessárias e os materiais adequados para o uso em unidades de terminação suína.

A necessidade de implantar essa tecnologia na área da suinocultura, nos possibilita diversas formas de projetar e atender as exigências das leis trabalhistas e sanitárias, quanto a funcionalidade, ergonomia e segurança devido a existência de possíveis contaminantes presentes nas carcaças suínas, contudo pretende-se desenvolver um veículo no qual evite o contato do colaborador com a carcaça e ainda evita desgastes desnecessários e possíveis lesões do colaborador ao conduzir as carcaças, para fora do criatório até uma área de descarte apropriada do mesmo.

Um veículo com estas especificações, é um produto novo no mercado nacional, existem apenas veículos manuais, que não podem ser considerados similares com a proposta apresentada, sendo uma inovação no segmento, com o uso de materiais adequados, com um mecanismo resistente e apropriado para função exigida.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é projetar um veículo elétrico motorizado para a remoção de carcaças suínas com peso de até 150 kg de dentro de Unidades de Terminação até uma área externa delimitada para o descarte.

1.6.2 Objetivos específicos

- Definir local para realizar os testes com o veículo de remoção de carcaças;
- Projetar a hipótese mencionada em software de CAD para a melhor percepção do projeto;
- Construir o protótipo do veículo;
- Realizar testes práticos com o protótipo, avaliando a eficiência de trabalho proposto, se o sistema elétrico atende os requisitos de movimentação e de comportamento da estrutura com a devida carga;
- Apresentar os resultados obtidos;

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este referencial irá trazer informações referentes a suinocultura no Brasil e no exterior, mercado da suinocultura mundial, granjas (terminações) a nível regional, alguns equipamentos no mercado em dias atuais, também serão abordadas as definições sobre o método de projeto utilizado.

2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Entre as décadas de 80 e 90, foram desenvolvidos projetos de pesquisa relacionados com manufatura enxuta e a gestão do processo desenvolvimento do produto.

Nessa época o processo de desenvolvimento do produto era dividido em três grandes etapas, sendo elas:

- Estratégia de Desenvolvimento, onde é apresentado a estrutura do planejamento e gerenciamento do projeto.
- Gerenciamento do Projeto Específico, onde é abordado pontos de gerenciamento, liderança e interações entre atividades relacionadas ao projeto específico.
- Aprendizagem, onde é apresentado formas para garantir a melhoria do processo e a aprendizagem organizacional, a partir da experiência do projeto.

Segundo ENEGEP (2008), o processo de desenvolvimento pode ser caracterizado por um conjunto de atividades, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, considerando algumas estratégias competitivas e de produtos da empresa. Ainda por sua vez, pode afirmar que é um processo multidisciplinar em essência, estando associado a cooperação entre marketing, pesquisa, desenvolvimento e operações de manufatura, com o seu grau de inovação dos produtos e aos momentos em que se dá tal integração nas etapas iniciais do projeto ou fases posteriores, podendo estar ligado diretamente ao sucesso do produto.

Algumas empresas normalmente enfrentam dificuldades em encontrar profissionais capazes de gerenciar de forma correta esse processo, pois o desenvolvimento de produtos e a gerência dessa atividade típica que afeta a engenharia.

De acordo com ATTUATI (2017), o processo de desenvolvimento do produto é um processo no qual converte necessidades e requisitos dos clientes em informação a um produto ou sistema técnico que possa ser produzido, sendo um processo que faz o uso das informações do mercado, e de toda uma equipe de produção.

2.2 METODOLOGIA PROPOSTA POR BRUNO MUNARI

Segundo MUNARI (2008, p. 2) “Projetar é fácil quando se sabe como fazer. Todo se torna fácil quando se conhece o modo de proceder para alcançar a solução de algum problema, e os problemas com que deparamos na vida são infinitos: problemas simples que parecem difíceis porque não se conhecem e problemas que parecem impossíveis de resolver”.

Por ter uma estrutura simplificada, o método de projeto proposto por Bruno Munari, permite uma visão geral do projeto dando ênfase que as atividades sejam desenvolvidas com linguagem de forma prática e clara.

Esse método é basicamente composto por quatro etapas simples, mas direcionadas para o tratamento do problema, recolhimento de dados, dando ênfase a definição do problema em sua estrutura.

A Figura 1, mostra como é subdividido em partes esse método.

Figura 1 – Método proposto por Bruno Munari



Fonte: Autores, Adaptado de Munari (2008, p. 55)

A estrutura do método mencionado acima, representa a forma correta de que como o projeto irá ocorrer quanto as suas interações e seus fluxos de atividades e ações.

2.3 SUINOCULTURA BRASILEIRA E MUNDIAL

Atualmente cada setor no Brasil tem seu mercado, que por sua vez é formado por agentes econômicos que desempenham grandes atividades para se fazerem presentes na venda do produto final.

Segundo ABCS (2016), quando o PIB da suinocultura brasileira é observada, essa cadeia gerou R\$ 62,5 bilhões, ou US\$ 18,7 bilhões no fechamento do ano de 2015, contudo, como essa cadeia vem sendo de grande relevância, no mesmo ano, a produção de suínos para abate movimentou R\$ 16,1 bilhões, ou US\$ 4,8 bilhões, o que significa 10,8% da movimentação financeira de toda a cadeia.

Com toda essa movimentação e arrecadação de impostos obtidos com as vendas da cadeia produtiva foi de R\$ 19,2 bilhões, ou US\$ 5,7 bilhões, as vendas de insumos para a indústria brasileira e produção de suínos arrecadaram R\$ 1,6 bilhões, o que resulta na arrecadação em impostos agregados de R\$ 17,6 bilhões, ou US\$ 5,2 bilhões para o ano (ABPA, 2017).

De acordo com a ABPA (2017), o Brasil vem crescendo em produção de carne suína desde o ano 2000, representado na Figura 2, o aumento gradativo dessa produção de carne suína.

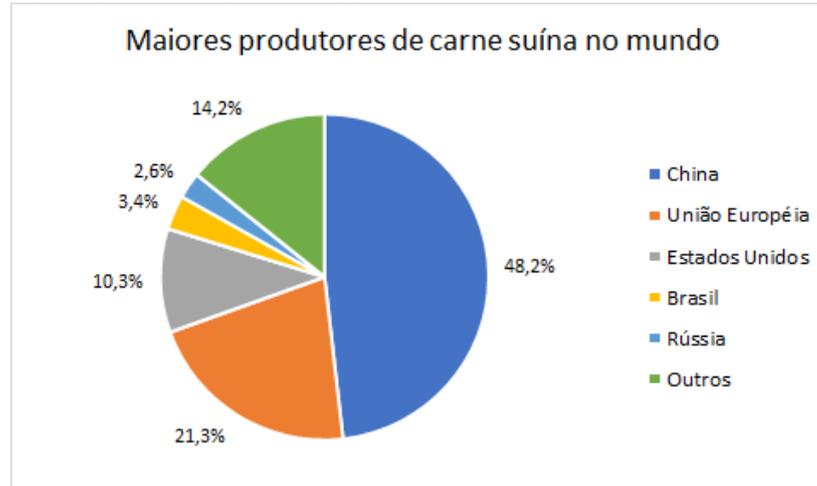
Figura 2 - Gráfico da produção de carne suína no Brasil



Fonte: Adaptado de ABPA, (2017)

Segundo ABPA (2017), os maiores produtores mundiais de carne suína são: China (52.9 mil ton.), União Europeia (23,4 mil ton.), EUA (11.3 mil ton.), Brasil (3,7 mil ton.), ficando a frente da Rússia (2,8 mil ton.). Esses valores podem ser observados mais detalhadamente na Figura 3.

Figura 3 - Maiores produtores mundiais de carne suína



Fonte: Adaptado de ABPA, (2017)

Segundo ABPA (2016), no ano de 2016, as exportações de suínos fecharam em torno de 20%, o restante ficou para consumo interno brasileiro, o que é possível visualizar na imagem abaixo.

Figura 4 - Destino da produção brasileira de carne suína



Fonte: Adaptado de ABPA, (2016)

2.4 SISTEMA DE TERMINAÇÕES COM CONTROLE DE DEJETOS

De acordo com DARTORA e PERDOMO e TUMELERO (1998), a produção de suínos no sul do Brasil, com isso gera uma grande quantidade de dejetos líquidos,

levando a problemas com o manejo, poluição ambiental, armazenamento e distribuição desses líquidos.

A quantidade total de dejetos produzidos por um suíno é determinada pela fase do seu desenvolvimento, sendo um dado de suma importância para o planejamento desde a coleta desse dejetos até a distribuição do mesmo na lavoura.

A Tabela 1 representa a produção diária de dejetos suínos de acordo com o seu desenvolvimento.

Tabela 1 - Produção diária de dejetos suínos de acordo com sua fase

Categoria	Esterco(kg/dia)	Esterco + urina (Kg/dia)	Dejetos Líquidos (litros/dia)
Suínos 25 a 100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
Leitões na creche	0,35	0,95	1,40
Média	2,35	5,80	8,60

Fonte: DARTORA e PERDOMO e TUMELERO apud OLIVEIRA, (1998).

Segundo ROHENKOHL (2003), o sistema de produção é definido, como o conjunto de componentes inter-relacionados e organizados para produzir suínos. O sistema é formado por seis componentes básicos, a saber:

- Produtor;
- Animais e sua capacidade genética;
- Alimentação;
- Manejo;
- Instalações;
- Insumos para controle sanitário;

O sistema confinado de alta tecnologia e eficiência está aplicado a etapa de produção em terminação. É uma das etapas de especialização da produção de suínos, na qual o produtor apenas faz a engorda dos suínos recebido em sua propriedade com 60 dias de idade e 25 quilogramas, e o envia para abate entre 140 e 180 dias e com aproximadamente 130 quilogramas (ROHENKOHL, 2003).

Para ROHENKOHL (2003), as duas variantes são determinadas pelo Sistema de Terminação em Cama Sobreposta, ou, Sistema de Terminação como o uso de Esterqueira/Bioesterqueira.

2.4.1 Sistema de terminação em cama sobreposta

Com a produção confinada intensiva de suínos em cama sobreposta, essa alternativa constitui-se ao sistema que utiliza esterqueiras para armazenagem e o controle de dejetos. Nelas os dejetos sofrem compostagem a fim de reduzir os riscos de poluição, pois essa cama é formada por matérias absorventes como a casca de arroz, maravalha e palha.

Como alternativa aos sistemas de produção convencionais, onde os animais são criados em galpões cujo piso é feito de concreto tradicional, uma alternativa encontrada foi o sistema de cama sobreposta (*Deep Bedding*), cujo sistema é substituído por um leito coberto por palha, casca de arroz ou até maravalha, sendo assim, com a produção de dejetos suínos diretamente nesse leito, o próprio substrato desenvolve o processo de compostagem dentro da própria baia (EMBRAPA, 2006).

Na Figura 5, é possível observar a construção da Unidade de Terminação com cama sobreposta.

Figura 5 - Sistema de terminação com cama sobreposta



Fonte: Adaptado de EMBRAPA, (2001)

2.4.2 Sistema de terminação com esterqueira

Para ROHENKOHL (2003), a esterqueira é uma câmara que recebe dejetos da pocilga continuamente. A descarga é feita com tanque distribuidor de adubo orgânico, que pode ser constituída em alvenaria, com tijolos ou pedras grés, piso e concreto, alguns produtores usam polietileno de alta densidade para forrar o fundo da esterqueira, ou até mesmo o uso de manta plástica.

A Figura 6, representa um sistema de terminação com esterqueira onde todos os dejetos ficam a céu aberto.

Figura 6 - Sistema de terminação com esterqueira



Fonte: Autores, (2019)

2.5 COMPOSTAGEM SUÍNA

Conforme FAEP (2013), a necessidade de uma legislação para o descarte de carcaças suínas, evitando que os suínos mortos deixem as propriedades, evita-se os descaminhos e a proliferação de possíveis doenças que os animais mortos possam ter.

Com o uso de composteiras ou ainda reciclagem de carcaças, as mesmas podem ser usadas para a produção de ração, farinhas e gorduras, para o uso animal. Para a CISPOA-RS, entende-se por carcaça suína, o animal abatido, desprovido ou não de cabeça.

Segundo EMBRAPA (2016), a compostagem é um processo de fermentação natural que ocorre quando se tem a presença de ar e umidade, fazendo com que as carcaças sejam decompostas pela ação dos microrganismos.

Para DEPAIVA (2016), atualmente a compostagem é a forma mais econômica e ambientalmente correta por permitir a reciclagem desses resíduos orgânicos, com o uso de menos mão-de-obra, quando comparado com os outros processos.

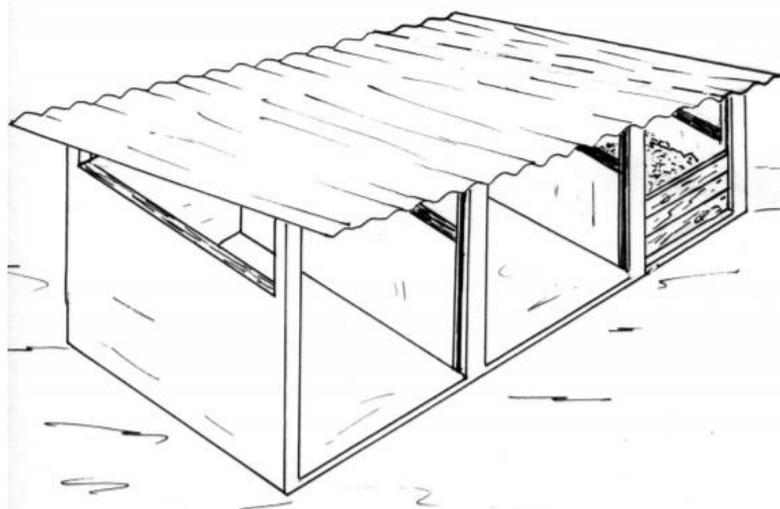
2.5.1 Composteira

Segundo EMBRAPA (2001), após a morte dos suínos ou até mesmo os restos de parição, podem vir a desencadear grandes doenças, mau cheiro e criando insetos, porém, dando um destino correto a essas carcaças, que podem ser ambientalmente corretas e não prejudicando o meio ambiente, a criação de composteiras é muito importante para todo o criador de suínos.

Uma composteira pode ser construída com madeiras brutas e beneficiadas, porém tendo uma menor vida útil, ou alvenaria de tijolos ou até mesmo blocos pré-fabricados.

A Figura 7 abaixo representa uma composteira de alvenaria.

Figura 7 - Modelo de composteira de alvenaria de tijolos



Fonte: Adaptado de EMBRAPA, (2001)

2.5.2 Funcionamento da composteira

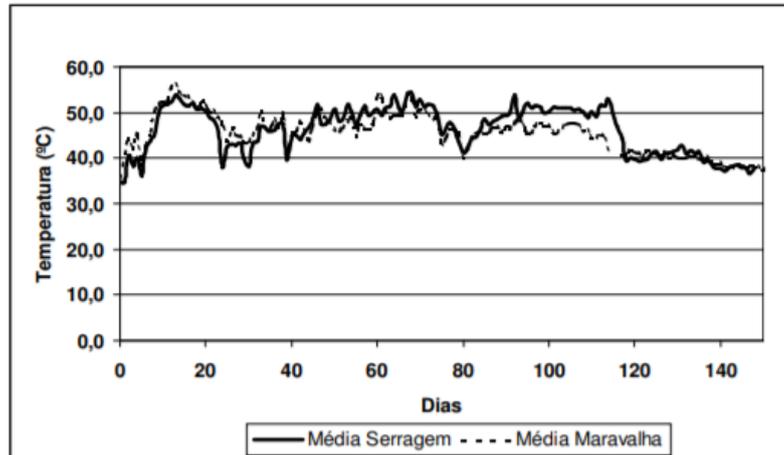
A composteira é capaz de decompor a carcaça dos animais, não prejudicando o meio ambiente, mas, para que isso ocorra, uma mistura de ar e umidade são necessários no ambiente.

Antes de colocar o animal na composteira, é necessário fazer uma cama com material aerador, que após o animal entrar na compostagem, será necessário cobrir a carcaça do animal com substratos de maravalha e serragem, e para concluir, adicionar água com uma quantia da metade do peso do animal a ser decomposto.

Para todo esse processo estar concluído, são necessários de 100 a 120 dias, com a temperatura interna do ambiente dentro da composteira podendo variar de 60 até 70 °C.

Para analisarmos o comportamento das temperaturas dentro do período necessário para compostagem, o quadro abaixo representa esse comportamento, (EMBRAPA, 2006).

Figura 8 - Comportamento interno da temperatura da composteira



Fonte: Adaptado de EMBRAPA, (2006)

2.5.3 Sistema brasileiro de compostagem

Segundo ABCS (2016), a suinocultura brasileira teve melhoras impressionantes em quase todos os índices, como tamanho da leitegada, conversão alimentar e ganho de peso por dia em seus animais. Este salto qualitativo acontece por vários fatores como nutrição, manejo correto.

Conforme EMBRAPA (2018), o Brasil produz mais de um milhão de toneladas de carcaça de animais mortos e a legislação brasileira impede o transporte desse material, onerando ainda mais a criação de suínos.

Segundo carta de CCRCPR (2006), o descarte de carcaças suínas e restos de parição é feita em composteiras, com serragem umedecida com 30% do peso do suíno para aumentar a fermentação e consequente decomposição do cadáver suíno.

Figura 9 - Modelo de composteira



Fonte: Autores, (2019)

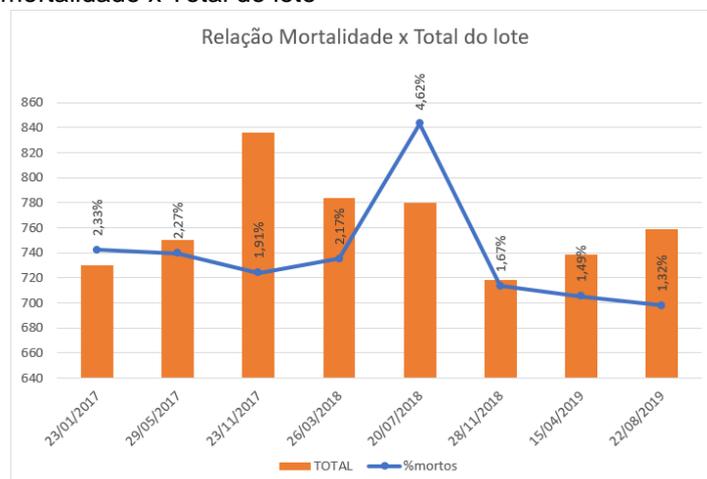
2.6 MORTALIDADE SUÍNA

Segundo KOKETSU (2000), a mortalidade suína de matrizes está relacionada a quantidade de animais, ao calor e a diminuição do tempo de lactação dos leitões, forçando as criadeiras a uma nova lactação.

Conforme (SANZ et al,2007), as principais causas de mortalidade suína, está relacionada a distúrbios gastrintestinais, infecção urinária, problemas cardiovasculares, partos e distúrbios no puerpério (período entre o parto volta o estado normal dos órgãos genitais, bem como do organismo da fêmea ao estado anterior ao da lactação), enquanto a eutanásia é utilizada com mais frequência nos problemas locomotores.

Abaixo a Figura 10, representa a relação de mortalidade pela quantidade de suínos por lote, em uma localidade do noroeste gaúcho desde o ano de 2017 até o momento.

Figura 10 - Relação mortalidade x Total do lote



Fonte: Autores, (2019).

2.7 SISTEMA DE MANEJO DAS INSTALAÇÕES

De acordo com SESTI; SOBESTIANSKY e BARCELLOS (1998), como os animais de diferentes idades são mantidos e transitam nas instalações, considerando a entrada e saída, associado a forma de limpeza e desinfecção é conhecida como manejo da instalação.

Até hoje existem dois tipos de manejo, o SMC (Sistema de Manejo Contínuo) e o SM TD-TF (Sistema de Manejo Todos Dentro, Todos Fora).

2.7.1 Sistema de Manejo Contínuo (SMC)

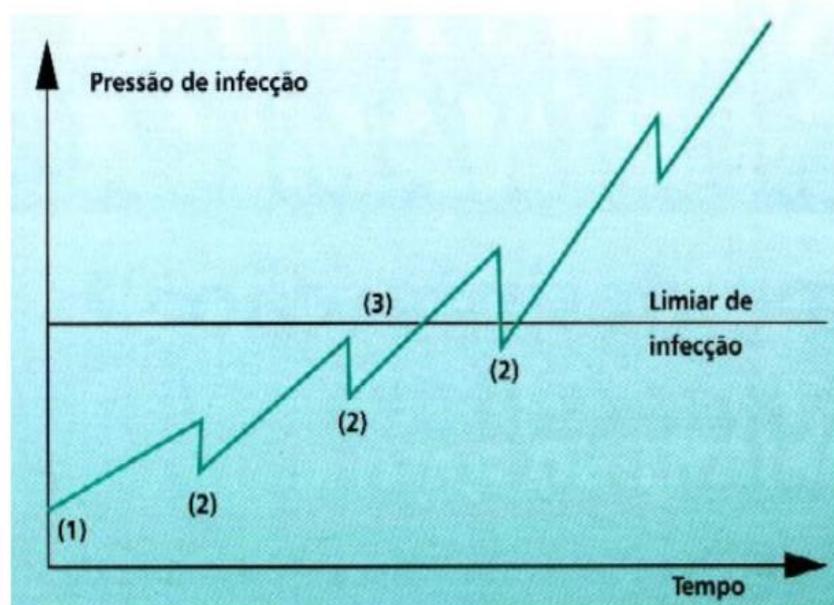
O sistema de manejo contínuo, é aquele em que os suínos de diferentes idades, são mantidos em diferentes instalações, e em geral existe a transferência de novos lotes para as baias sem que ocorra um programa de limpeza e desinfecção prévio.

Os animais mais velhos acumulam e transferem uma flora microbiana para os mais novos, dessa forma os agentes infecciosos se perpetuam nas instalações e dificilmente consegue-se manter um nível de infecção controlado. Com esse manejo, implica a ocorrência ininterrupta de partos, o que acaba resultando na presença simultânea de porcas com leitões recém-nascidos e com leitões mais velhos. A partir do momento em que a concentração de agentes patogênicos ultrapassar o limiar de infecção, poderá ocorrer doenças como diarreias, pneumonias ou artrites e a taxa de mortalidade tende a aumentar (SESTI; SOBESTIANSKY; BARCELLOS, 1998).

O gráfico na Figura 11, mostra os indicadores dos níveis de contaminação, de acordo com a

pressão de infecção e o tempo.

Figura 11 - Evolução de agentes patogênicos no sistema contínuo



Fonte: SESTI; SOBESTIANSKY; BARCELLOS (1998)

A numeração citada acima na figura 10, tem o seguinte significado:

- 1) Início da contaminação de uma sala maternidade, a pressão de infecção é baixa.
- 2) Cada queda de curva de evolução indica que algumas celas parideiras na maternidade foram limpas, lavadas e desinfetadas.
- 3) O nível de infecção foi ultrapassado e a possibilidade de ocorrência de doenças é grande.

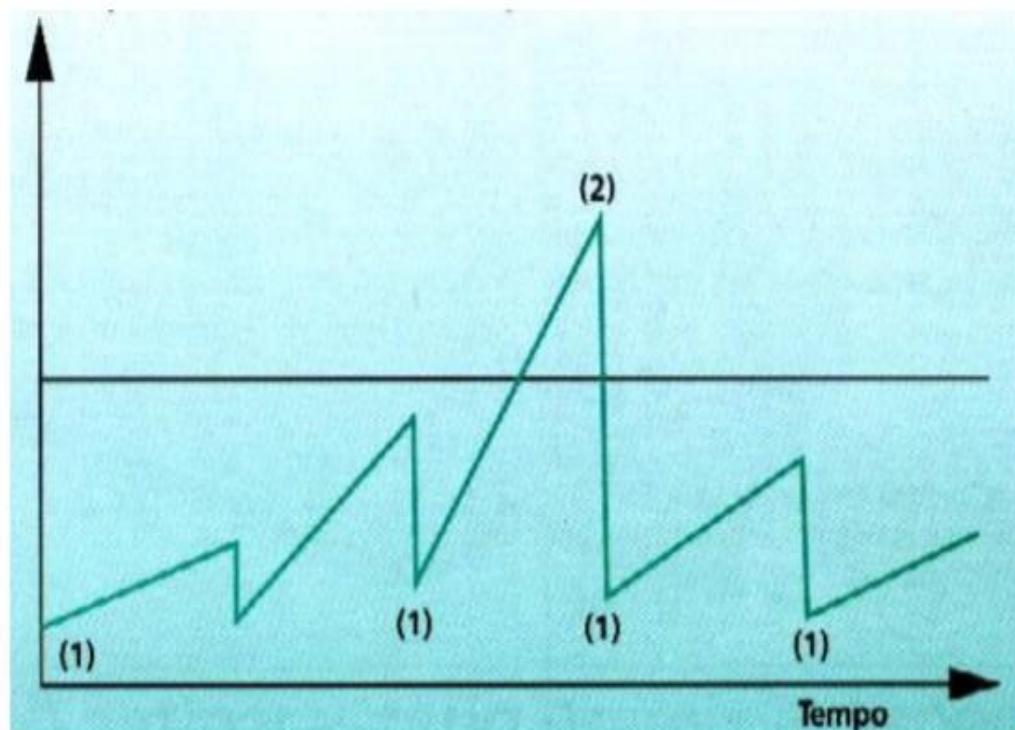
2.7.2 Sistema de manejo Todos Dentro, Todos Fora (TD – TF)

Segundo SESTI; SOBESTIANSKY e BARCELLOS (1998), com esse sistema, tem como fundamentação a formação de grupos de animais que são todos transferidos de uma instalação para outra dentro da granja ao mesmo tempo, de acordo com o período necessário. Nas maternidades esse sistema consiste em inúmeras salas de parto ao invés de uma única, essa forma pode se fazer a limpeza e a desinfecção completa e ao mesmo tempo em todas as áreas da sala do parto, dessa forma o nível de concentração da flora microbiana dos animais velhos aos animais novos é semelhante ao de uma granja nova.

O sistema TD-TF é somente usado em unidades de terminação, não sendo recomendado o uso do mesmo sistema em outras áreas, pois são acrescentados mais alojamentos, porém, em locais corretos para o uso, esses custos são compensados pela redução da taxa de mortalidade, morbidade e redução nos gastos com medicamentos, cujo custo é extremamente elevado, da granja o que resulta em uma perda na produtividade (SESTI; SOBESTIANSKY; BARCELLOS, 1998).

Com o gráfico representado na Figura 12, é possível analisar a evolução dos agentes patogênicos no respectivo sistema, podendo assim obter breve diferença entre os dois sistemas de manejo.

Figura 12 - Evolução de agentes patogênicos no sistema TD - TF



Fonte: SESTI; SOBESTIANSKY; BARCELLOS (1998)

O melhor sistema de manejo para evitar certas infecções para os animais seria o sistema todos dentro, todos fora, pois, a assertividade de cura é grande no mesmo tempo em relação ao sistema de manejo contínuo.

2.8 ERGONOMIA OPERACIONAL

Atualmente a norma que rege a saúde e ergonomia ocupacional é a NR 17 (Norma Regulamentadora), que visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho com as características psicofisiológicas dos

trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo conforto, segurança e desempenho eficiente.

2.9 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS ATUALMENTE PARA A REMOÇÃO

2.9.1 Transportador de carcaça manual

Sendo munidos com três rodas, das quais uma é giratória e com um guincho manual, tal carro provoca um esforço excessivo do operador, tanto para colocar a carcaça sobre o carro, bem como, para deslocar o animal fora da granja, além do contato com a carcaça que até então não se tem certeza do motivo do óbito, podendo haver contaminação do colaborador.

Não havendo um custo tão alto em sua produção, porém deixando de lado alguns quesitos importantes, como segurança do operador, ergonomia e o contato com o animal, empresas oferecem um transportador manual, representado na Figura 13.

Figura 13 - Transportador manual de carcaças suínas



Fonte: AgriExpo, (2019)

2.9.2 Carrinho elétrico para remoção de carcaças

Atualmente com as normas regulamentadoras de segurança, ergonomia do operador, empresas do ramo vem pensando em desenvolver um equipamento que atenda todas essas normas, sendo capazes de realizar o manejo adequado da carcaça do animal de forma prática e eficiente.

No mercado alemão de suínos, por exemplo, o sistema de manejo de carcaças suínas é feito por um veículo elétrico operado por uma pessoa através de um painel de controle, oferecendo ergonomia e segurança ao trabalhador não precisando entrar em contato com o animal morto ou os outros animais.

A Figura 14, mostras as características de um veículo elétrico para remoção de carcaças suínas fabricado na Alemanha:

Figura 14 - Características do veículo

CARRINHO DE CARÇAÇA SUÍNA (PARA ANIMAIS EM TERMINAÇÃO)			
MODELO: PPU0010			
TIPO	QTDE.	VALOR	SI
Comprimento	-	110	cm
Largura	-	56	cm
Altura	-	113	cm
Velocidade (frente)	-	5	km/h
Velocidade (ré)	-	2,5	km/h
Motor	1	400	W
Alimentação	-	24	V DC
Roletes	3	40	rpm
Bateria	1	8	Ah
Peso	-	60	Kg

Fonte: Adaptado de Meier Brakenberg, (2019)

A Figura 15, representa o veículo alemão para remoção de carcas suínas:

Figura 15 - Transportador elétrico de carcaças suínas



Fonte: Adaptado de Meier Brakenberg, (2019)

2.10 TRANSMISSÃO POR CORRENTES

Segundo INDUSCOR (2019), correntes de transmissão mecânica, são as correntes que atualmente chamamos de correntes de rolos, ou correntes para transmissão de potência. Por ter um custo benefício alto e prático, essas correntes possuem um alto rendimento e eficácia.

Composto por uma engrenagem motora e pelo menos uma movida e um lance de correntes, podem garantir até 98% de rendimento bem lubrificadas e calculadas.

Atualmente existem muitos modelos de correntes, diversas configurações, formas que abrangem diversas aplicações.

Com a Figura 16, o modelo mais comercialmente vendido no mercado, a corrente simples de rolos.

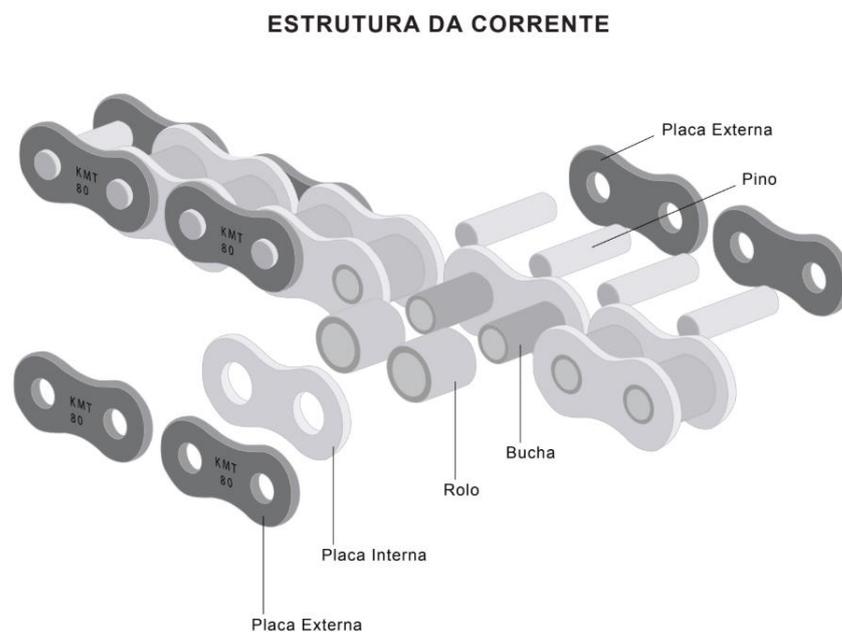
Figura 16 - Corrente de rolos Simples



Fonte: Adaptado de Induscor, (2019).

Para um melhor conhecimento sobre correntes de transmissão, a Figura 17 mostra de forma mais detalhada os componentes que formam a corrente.

Figura 17 - Detalhamento dos componentes de uma corrente de transmissão



Fonte: Adaptado de Correntes KAMART, (2015).

3 METODOLOGIA

Nessa parte do projeto será apresentados o método de Munari, bem como os materiais, objetos deste estudo, e os demais recursos utilizados para a realização do projeto.

Como início, foram analisados equipamentos para remoção de carcaças suínas, tanto no Brasil, como no exterior, identificando toda sua forma estrutural, elétrica e de funcionamento.

Tornou-se necessário conhecer e definir os materiais a serem considerados no projeto, a capacidade máxima de carga do veículo, sistema de movimentação, sistema elétrico, para isso, foi aplicado equações específicas para o dimensionamento do veículo e análise em software de CAD.

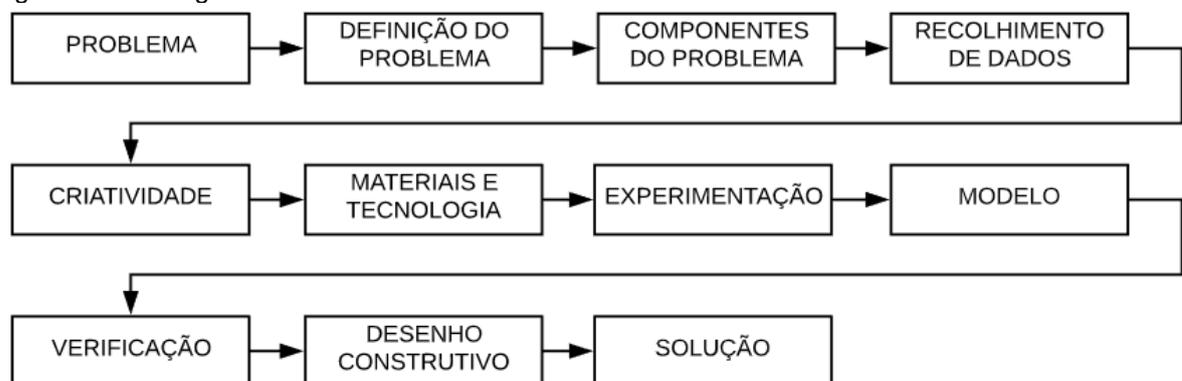
De modo que o produto não sirva apenas para manifestação dos projetistas, para que se obtenha um ótimo resultado visando a qualidade do produto final, o intuito desta metodologia será identificar quem são os clientes ao longo do ciclo de vida do produto final, podendo assim, oferecer um equipamento de alta qualidade e baixo custo de produção.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

3.1.1 Método de Munari

O ciclo proposto por Munari, foi adaptado ao tema do devido projeto, com seus possíveis problemas e soluções, essas etapas do método estão representadas no fluxograma da Figura 18.

Figura 18 - Fluxograma do método de Munari



Fonte: Autores, (2019)

Para uma análise mais detalhada do fluxograma citado acima, foi a Tabela 2, que explicará a real necessidade de cada etapa do método proposto.

Tabela 2 - Método proposto por Munari

PROBLEMA	Falta de sistema de movimentação adequado da carcaça dos suínos mortos de dentro da granja até uma área externa apropriada para o descarte.
DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	O atual problema pode ser definido como a importância do manejo adequado de carcaças suínas até um local correto para o descarte.
COMPONENTES DO PROBLEMA	Esforço excessivo do produtor, falta de segurança e risco com sua saúde pois há o contato com o animal morto, não sabendo as causas que o levaram ao óbito.
RECOLHIMENTOS DE DADOS	Análise de mercado para saber se já há equipamentos sendo ofertados, porém em busca de um sistema melhorado para o devido fim, levando em conta público alvo, o produtor de suínos.
CRIATIVIDADE	Através de modelos encontrados fora do Brasil, busca-se trazer essa tecnologia para o suinocultor brasileiro, dando assim, mais praticidade na hora de realizar o manejo adequado da carcaça suína.
MATERIAIS E TECNOLOGIAS	Para desenvolvimento de projeto, visando baixo custo de produção e materiais mais comuns, será utilizado tubos estruturais e chapas de AÇO AISI 1020, tendo em vista que o projeto original tem como material principal o AÇO INOX AISI 304.
EXPERIMENTAÇÃO	Após a fabricação do protótipo, será realizado teste em propriedades rurais para comprovação do estudo de manejo de carcaças de forma adequada.
MODELO	O modelo será projetado e analisado em Software CAD, com matérias primas de menor valor agregado, mas realizando as simulações necessárias.
VERIFICAÇÃO	Utiliza-se o modelo projetado em CAD, para verificar sua resistência, funcionalidade e durabilidade, simulando algumas condições adversas referente ao uso do equipamento.
DESENHO CONSTRUTIVO	Com o detalhamento de todo o projeto concluído (cotas, matéria prima e especificações técnicas), os desenhos estão prontos para ir para indústria.
SOLUÇÃO	Com o produto final concluído, veículo de remoção de carcaças suínas, o produtor de suínos poderá realizar o manejo dessas carcaças de forma adequada, rápida, prática e com segurança, até o local adequado para o descarte.

Fonte: Autores (2019). Adaptado de Bruno Munari

3.1.2 Ciclo de detalhamento

O ciclo de detalhamento é muito importante e responsável pela concepção de documentos para a produção, com isso, pode se dizer que é nessa etapa do projeto que o produto começa a ganhar forma, pois é nessa etapa que se identifica as definições e capacidades produtivas e desejadas na próxima fase que será o modelamento 3D do produto com a utilização de um software CAD.

Após o modelamento, poderá ser feita a escolha do material adequado a ser usado, realizando simulações de esforços através de uma análise computacional detalhada, que conseqüentemente, encaminhará para cálculos de dimensionamento dos componentes, como engrenagens, parafusos, motores e rolamentos.

3.1.3 Projeto computacional

Para ter uma melhor percepção do projeto, todas as peças, montagens, detalhamentos do projeto serão realizados em um software CAD (Desenho Assistido por Computador), que por sua vez, é uma ferramenta de desenho, possibilita inúmeras formas de projetar e atualmente, essa ferramenta está entre uma das mais usadas no mundo da engenharia, oferecendo um desempenho favorável ao seu usuário.

Tal método consiste em um software voltado ao desenho técnico, reunindo diversas ferramentas destinadas aos mais variados fins.

3.1.4 Construção do protótipo

Para a construção do protótipo, foram realizadas pesquisas sobre a necessidade de novas tecnologias para área da suinocultura, como matéria prima própria para o uso, motores elétricos, componentes elétricos.

Com uma necessidade definida, buscou-se materiais e recurso, capazes de atender os proventos do projeto, porém como o objetivo é um protótipo de baixo custo, optou-se em realizar o mesmo com materiais mais baratos encontrados no mercado, como AÇO AISI 1020.

Com a montagem concluída do protótipo, serão feitos testes em campo, ou seja, em granjas suínas para a validação da estrutura, sistema elétrico e demais fatores importantes para o projeto, observando possíveis melhorias.

3.1.4.1 Processos utilizados na fabricação

Com o veículo desenvolvido no software CAD, gerados os pdf's, designou-se os processos de conformação para cada tipo de material:

- Para as chapas metálicas foram utilizados os processos de corte plasma CNC, dobra e soldagem.

- Cantoneiras foram cortadas em poli corte convencional, furadas em furadeira de bancada posteriormente soldadas.

- Os eixos e mancais foram usinados, conforme os padrões estabelecidos em projeto.

- Tubos redondos cortados e dobrados de acordo com os raios especificados.

- Painel de controle montado com a utilização de um *dimmer* (potenciômetro e placa de controle), botoeiras de três posições e chave geral.

- As engrenagens das relações, foram cortadas no corte plasma, enrijecidas por tratamento térmico (têmpera seletiva), soldadas em buchas (já furadas para posterior fixação nos eixos).

A montagem da estrutura foi feita através de fixação por parafusos.

Mancais lisos, foram utilizados tubos de perfil redondo usinados internamente, embuchados com buchas de nylon, com um eixo por toda sua extensão, este último com rebaixe nas extremidades para sua posterior fixação.

Os roletes dentados cortados em plasma CNC, feitos com orifícios de encaixe, para facilitar sua montagem e substituição.

3.1.5 Ciclo de aquisição

É através dessa etapa, que definiremos quais os componentes que serão comprados através de fornecedores externos ou fabricados. Para isso, um estudo em paralelo é necessário para avaliar o melhor processo de produção e tecnologia a ser utilizada e gastos com ferramentaria.

Para um melhor auxílio, na escolha destes processos ou quais componentes deverão ser comprados, existe uma extensão do software que será utilizado que por sua vez tem uma grande importância que gera a lista de todos os componentes do projeto, conhecida como BOM – *Bill of material*.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para a devida execução do projeto, serão utilizados conteúdos e conceitos estudados ao longo do curso de Engenharia Mecânica, juntamente com um *software* CAD para o auxílio do projeto.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CICLO DE DETALHAMENTO

Para o projetista é a etapa mais importante do projeto, pois é nela que se apresenta todo o detalhamento final do estudo, onde irá transpor toda sua ideia do papel para o produto real.

4.1.1 Especificações do produto

O produto proposto no projeto, segue as especificações descritas no Quadro 1, podendo ao longo do tempo, sofrer alterações de acordo com o conceito de melhoria contínua.

Quadro 1 - Especificações do veículo

CARACTERÍSTICAS DO VEÍCULO MOTORIZADO	
Comprimento	1200 mm
Largura	650 mm
Altura total	1130 mm
Peso máximo da carga	150 Kg
Alimentação Elétrica	24 V DC
Capacidade da bateria	80 Ah
Rotação do rolo Tracionado	25,5 rpm
Velocidade de movimento máx.	5 km/h

Fonte: Autores, (2019)

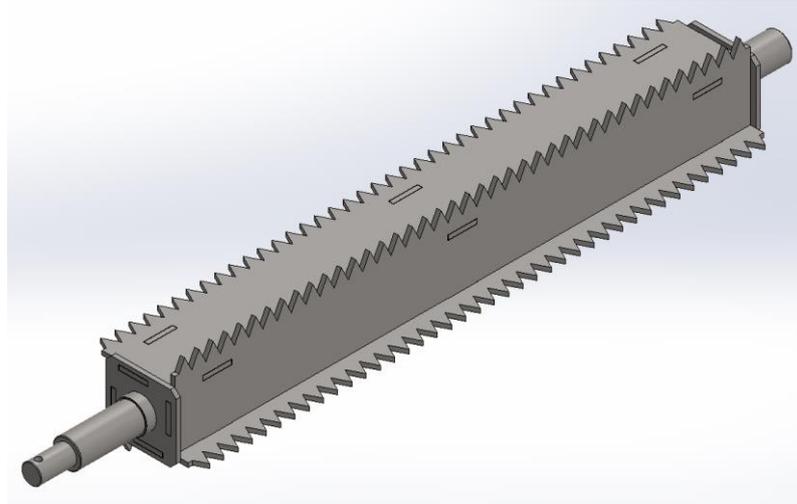
4.1.1.1 Modelo 3d

Para a modelagem do protótipo, se utilizou o *SolidWorks*, um software CAD (Computer Aided Design) que possibilitou o projeto dos componentes e conjuntos, tendo uma perspectiva real do projeto, após essa fase de criação e peças e conjuntos, fez-se necessário, realizar o detalhamento desses componentes, no qual está representado as medidas e tolerâncias reais do produto. Após o detalhamento dos componentes e conjuntos. Foi possível a execução de forma correta e simulações onde facilitassem o dimensionamento do projeto.

Com a utilização dessa ferramenta, é possível realizar simulações de esforços, tanto em peças como em grandes conjuntos, interferências em montagens, uma ferramenta excelente para o devido fim.

As imagens abaixo, representaram partes de componentes e conjuntos do protótipo, elaborados através da utilização da ferramenta 3D.

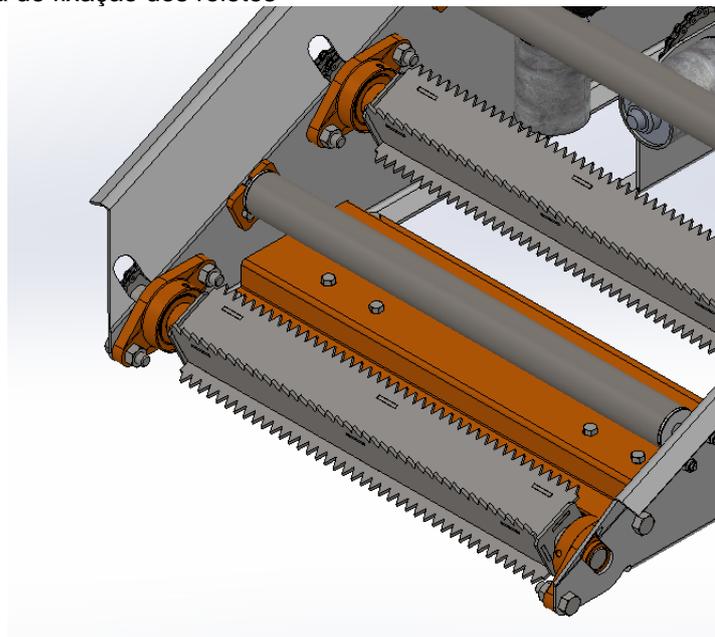
Figura 19 - Sistema de roletes tracionadores



Fonte: Autores, (2019).

A Figura 19 representa a vista isométrica da concepção utilizada para os roletes tracionadores no qual irão ter a função de carregar/descarregar a carcaça suína do veículo, sendo em vista que possuem dois tipos de roletes, um com sua geometria dentada e ou outro com geometria lisa.

Figura 20 - Esquema de fixação dos roletes



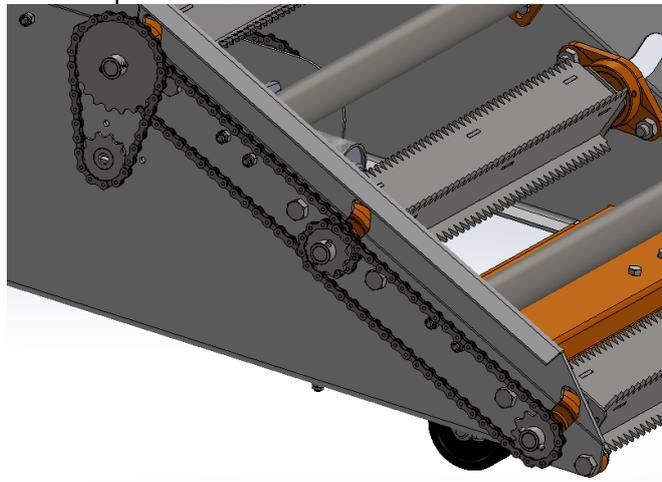
Fonte: Autores, (2019).

Na Figura 20, o esquema de fixação dos roletes tracionadores é feito através de dois mancais flangeados, parafusados diretamente na estrutura do veículo, um em cada extremidade dos roletes, no qual estão concêntricos como o auxílio de um eixo de barra redonda passante pela parte interior do rolete.

Entre os roletes tracionadores, ainda possuem roletes lisos que terão como função, apoiar o animal enquanto o carregamento/descarregamento é realizado.

Na Figura 21, é possível visualizar o sistema de transmissão, onde o motor está transmitindo seu movimento para o sistema de roletes tracionadores.

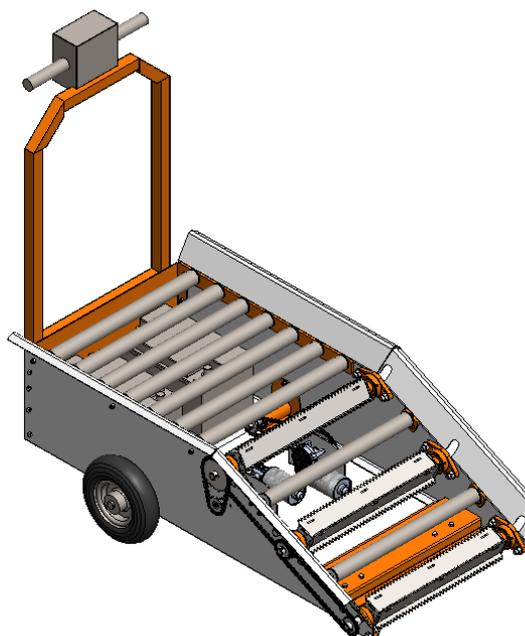
Figura 21 - Sistema de transmissão para os roletes tracionadores



Fonte: Autores, (2019).

Com a Figura 22, é possível visualizar o protótipo através do *software* 3D.

Figura 22 - Projeto em 3D



Fonte: Autores, (2019)

4.1.1.2 Material

Para a construção do protótipo e praticamente todos os seus componentes foi utilizado como material principal o AÇO AISI 1020 Laminado, para o qual as características são apresentadas no Quadro 2.

Por suas propriedades mecânicas, a escolha deste material levou-se em conta seu custo de aquisição e conformação e por ser bastante conhecido pelo ramo metalmeccânico, não necessitando altos investimentos em ferramental ou em processos de conformação do mesmo. Porém sabendo que não é o material adequado para o devido fim (somente apresentação do projeto), poderia se considerar como melhoria futura a utilização do AÇO INOX AISI 304, pois o mesmo possui propriedades mecânicas corretas para o uso.

Quadro 2 - Propriedades mecânicas do AÇO AISI 1020

PROPRIEDADES MECÂNICAS AÇO AISI 1020	TEMPERATURA DE AUSTETIZAÇÃO (°C)	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO (Mpa)	LIMITE DE ESCOAMENTO (MPa)	ALONGAMENTO (%)	REDUÇÃO DE ÁREA (%)	DUREZA (HB)	IMPACTO (J)
LAMINADO	-	450	330	36	59	143	87
NORMALIZADO	870	440	345	35,8	68	131	118
RECOZIDO	870	395	295	36,5	66	111	123

Fonte: Adaptado de LG STEEL, (2019).

Como forma comparativa, foi adicionado o Quadro 3, para que seja possível visualizar a diferença entre os dois materiais.

Quadro 3 - Propriedades mecânicas do Aço Inox

AISI/UNS	Resistência ao escoamento MPa	Resistência à tração MPa	Alongamento Mínimo,%	Dureza Vickers	Microestrutura
304L	210	515-680	45	155	Austenita
316L	220	515-690	40	160	Austenita
S 32304	400	600-820	25	230	Dúplex
S 31803	450	680-880	25	260	Dúplex
S 32750	550	800-1000	25	290	Dúplex

Fonte: Adaptado de Scielo, (2007).

4.1.1.3 Dimensionamento e cálculos

Para o dimensionamento do sistema elétrico do veículo, onde a fonte principal de energia serão duas (02) baterias de 80 Ah cada uma, a fim de suprir toda a parte elétrica do veículo que conta com três (03) motores elétricos iguais, cada uma tensão de 24 V DC e, uma rotação na saída do eixo de 51 rpm e ainda contando com uma

potência nominal de 46 watts, podendo ter uma velocidade variável que será estipulada nas próximas etapas.

4.1.1.4 Transmissão

Como a padronização das engrenagens tanto para a transmissão de movimentos dos rolos dentados e para a transmissão do eixo principal do veículo, foi levado em conta, alguns dimensionamentos pré-definidos, que estão representados no Quadro 4.

Quadro 4 - Dados de entrada para os cálculos

DADOS DE ENTRADA			
Definições	Siglas	Valores	Unidade (SI)
Potência do motor	P	46	W
Rotação de saída do motor	n_m	51	rpm
Torque máximo do motor	T	10	N.m
Diâmetro dos pneus de tração	d	0,220	m
Distância entre centros motor-roletes	-	86	mm
Distância entre centros (entre roletes)	-	240	mm
Distância entre centros motor-rodado	-	240	mm
Nº de dentes da engrenagem menor	Z1	11	-
Nº de dentes da engrenagem maior	Z2	22	-
Diâmetro da engrenagem maior	D1	86	mm
Diâmetro da engrenagem menor	D2	43	mm

Fonte: Autores, (2019)

Para encontrar a razão de transmissão entre a engrenagem do motor (motora) e a engrenagem dos roletes de tração (movida), utiliza-se a Equação 1, descrita abaixo:

$$i = \frac{Z2}{Z1} = \frac{22}{11} = 2 \quad (1)$$

Onde:

i = Razão de transmissão

Z1 = Nº de dentes da engrenagem menor

Z2 = Nº de dentes da engrenagem maior

Nesse caso a razão de transmissão será de 1:2, ou seja, a rotação será reduzida pela metade na entrada dos roletes de tração.

Na Equação 2, com a Potência (P) dada pelo motor, e a rotação ($n1$) de saída do motor, podemos encontrar o Torque (T) real que o motor está fornecendo ao sistema utilizando velocidade máxima estipulada em $v = 5 \text{ Km/h}$:

$$T = \frac{60 * P}{2\pi * n1} = \frac{60 * 46}{2\pi * 51} = 8,61 \text{ N.m} \quad (2)$$

Onde:

T = Torque (N.m)

P = Potência (W)

$n1$ = Rotação do motor (rpm)

π = Valor de PI (3,14159)

A rotação ($n2$) de entrada da engrenagem ($Z2$), no qual são os roletes de tração, de acordo com a Equação 3, será a seguinte:

$$n2 = \frac{n1 D1}{D2} = \frac{51 \cdot 43}{86} = 25,5 \text{ rpm} \quad (3)$$

Onde:

$n1$ = Rotação de saída do motor (rpm)

$n2$ = Rotação de entrada dos roletes de tração (rpm)

$D1$ = Diâmetro da engrenagem menor (mm)

$D2$ = Diâmetro da engrenagem maior (mm)

Como o passo da corrente escolhida é $t = 12,7 \text{ mm}$ e gira a $n = 51 \text{ rpm}$, a velocidade periférica da corrente é representada pela Equação 4:

$$vp = \frac{Z1 * t * n1}{60 * 1000} = \frac{11 * 12,7 * 51}{60 * 1000} = 0,119 \text{ m/s} \quad (4)$$

Onde:

vp = Velocidade periférica da corrente (m/s)

$Z1$ = N° de dentes da engrenagem menor

t = Passo da corrente (mm)

$n1$ = Rotação de saída do motor (rpm)

Para encontrar o número de elos necessários na corrente, é necessário utilizar a Equação 5:

$$y = \frac{Z1 + Z2}{2} + \frac{2 * C}{t} + \left(\frac{Z2 - Z1}{2 * \pi}\right)^2 * \frac{t}{C}$$

$$y = \frac{11 + 22}{2} + \frac{2 * 86}{12,7} + \left(\frac{22 - 11}{2 * \pi}\right)^2 * \frac{12,70}{86} = 30 \text{ Elos} \quad (5)$$

Onde:

$y = N^{\circ}$ de elos necessários

$Z1 = N^{\circ}$ de dentes da engrenagem menor

$Z2 = N^{\circ}$ de dentes da engrenagem maior

$C =$ Distância entre centros – menor (mm)

$t =$ Passo da corrente (mm)

$\pi =$ Valor de PI (3,14159)

Após encontrar o número de elos necessário e ter o passo da corrente escolhida, é possível calcular através da Equação 6, o comprimento necessário que a corrente precisará ter:

$$I = Y * t = 30 * 12,7 = 381 \text{ mm} \quad (6)$$

Onde:

$I =$ Comprimento total da corrente (mm)

$y = N^{\circ}$ de elos necessários

$t =$ Passo da corrente (mm)

b) Transmissão para os rodados

Para a rotação do rodado principal, temos a Equação 7, que por sua vez, calcula a rotação de saída nas rodas.

O valor de 3,6 encontrado na fórmula, tem como função, fazer a conversão de unidades envolvendo a velocidade que se encontra em km/h para m/s e o valor 60 converte segundos para minutos.

$$n = \frac{v * 60}{3,6 * \pi * d} = \frac{5 * 60}{3,6 * 3,14159 * 0,220} = 120,6 \text{ rpm} \quad (7)$$

Onde:

n = Rotação nas rodas (rpm)

π = Valor de PI (3,14159)

v = Velocidade de deslocamento (km/h)

d = Diâmetro da roda com o pneu (m)

Para encontrar a razão de transmissão entre a engrenagem do motor (motora) e a engrenagem nas rodas de tração (movida), utiliza-se a Equação 8, descrita abaixo:

$$i = \frac{n2}{n1} = \frac{120,6}{51} = 2,364 \quad (8)$$

Onde:

i = Razão de transmissão

$n1$ = Rotação de saída do motor (rpm)

n = Rotação nas rodas (rpm)

Nesse caso a razão de transmissão será de 2,364:1, ou seja, a rotação será ampliada do motor para as rodas de tração.

Sendo o número mínimo de dentes das engrenagens de 11 dentes, como a rotação será ampliada, a Equação 9 mostra que a engrenagem movida terá a quantidade de dentes de:

$$z3 = i * z1 = 2,364 * 11 = 26 \text{ dentes} \quad (9)$$

Onde:

$Z1$ = N° de dentes da engrenagem menor

$Z3$ = N° de dentes da engrenagem do motor

i = Relação de transmissão

Já para a distância entre os centros do motor aos rodados, os valores calculados foram os seguintes:

Como o passo da corrente escolhida é $t = 12,7$ mm e gira a $n = 51$ rpm, a velocidade periférica da corrente é representada pela Equação 10:

$$v_p = \frac{Z_3 * t * n}{60 * 1000} = \frac{26 * 12,7 * 51}{60 * 1000} = 0,2807 \text{ m/s} \quad (10)$$

Onde:

v_p = Velocidade periférica da corrente (m/s)

Z_3 = N° de dentes da engrenagem do motor

t = Passo da corrente (mm)

n_1 = Rotação de saída do motor (rpm)

Para encontrar o número de elos necessários na corrente, é necessário utilizar a Equação 11:

$$y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2 * C}{t} + \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2 * \pi} \right)^2 * \frac{t}{C}$$

$$y = \frac{11 + 26}{2} + \frac{2 * 240}{12,7} + \left(\frac{22 - 11}{2 * \pi} \right)^2 * \frac{12,70}{240}$$

$$y = 54 \text{ elos} \quad (11)$$

Onde:

y = N° de elos necessários

Z_1 = N° de dentes da engrenagem menor

Z_2 = N° de dentes da engrenagem maior

C = Distância entre centros – menor (mm)

t = Passo da corrente (mm)

π = Valor de PI (3,14159)

Após encontrar o número de elos necessário e ter o passo da corrente escolhida, é possível calcular através da Equação 12, o comprimento necessário para a corrente precisará ter:

$$I = Y * t = 30 * 12,7 = 686 \text{ mm} \quad (12)$$

Onde:

I = Comprimento total da corrente (mm)

y = N° de elos necessários

t = Passo da corrente (mm)

4.1.1.5 Correntes de transmissão

De acordo com o fornecedor e os cálculos acima, a corrente selecionada para a transmissão desejada no geral, será a ANSI 35-1, ou seja, uma corrente ASA 35 Simples, no qual, suas características estão descritas conforme demonstra o Anexo A.

4.1.1.6 Rolamentos

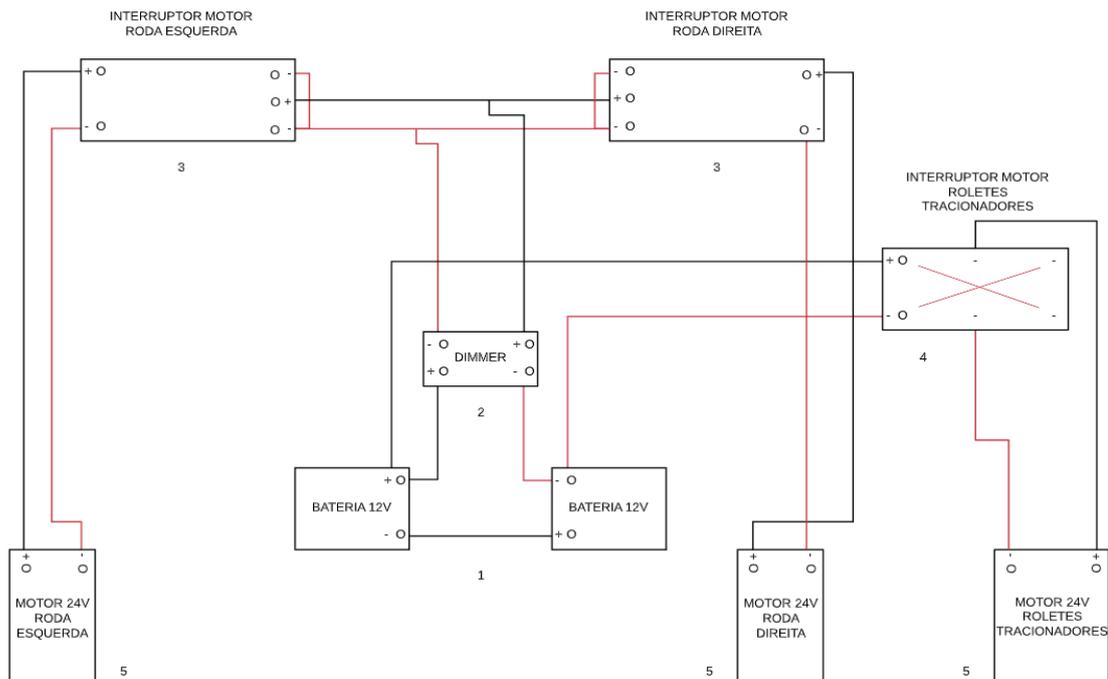
O dimensionamento dos rolamentos foi realizado por meio de escolha aos modelos convencionalmente encontrados no mercado e assim, selecionados com base no critério de aplicação com carga similar no rolamento.

Após estudo realizado sobre os rolamentos a serem utilizados na transmissão do veículo, foi encontrado o Rolamento 6004, suas características então descritas no Anexo B.

4.2 SISTEMA ELÉTRICO

Na Figura 23, é representado o esquema elétrico desenvolvido para o veículo, desde a representação das baterias até o botão de acionamento para os motores realizarem a movimentação do veículo.

Figura 23 - Esquema elétrico



Fonte: Autores, (2019).

A numeração envolvendo os componentes citados na Figura 23, possuem a seguinte função dentro do sistema elétrico:

- 1) Bateria 12V – Transforma em energia elétrica a reação química que ocorre internamente da bateria, proporcionando assim, a movimentação desejada no veículo.
- 2) *Dimmer* – Dispositivo utilizado para variar a intensidade da corrente elétrica em uma carga (Potenciômetro). No veículo de remoção de carcaças suínas, tem a função de variar a velocidade de movimentação.
- 3) Interruptor de vidro elétrico – Dispositivo utilizado em vidros elétricos de automóveis, munido de cinco pinos, com a função de mudar o sentido da corrente para levantar e baixar o vidro da porta. No veículo de remoção de carcaças suínas, tem a função de acionar o motor das rodas, com a função de movimentar o carro na direção frente/ré.
- 4) Interruptor talha elétrica – Dispositivo utilizado em talhas elétricas, com a função de mudar o sentido da corrente, para elevar/abaixar cargas, através de cabos de aço munidas de um dispositivo de fixação (gancho). No veículo de remoção de carcaças suínas, tem a função de acionar o motor dos roletes tracionadores, com a função de carregar/descarregar a carcaça do animal.
- 5) Motor 24V DC – Componente essencial para realizar a movimentação do veículo e dos roletes tracionadores acionados através dos interruptores.

4.3 MATERIAIS E COMPONENTES

No Apêndice A, são apresentados os componentes e materiais que serão utilizados para a fabricação do protótipo, e ainda os componentes que serão comprados, não levando em conta quantidade utilizada, mas sim, o que foi usado para a fabricação do protótipo.

4.4 CUSTOS DO PROTÓTIPO

Para obter o real custo de produção e montagem do protótipo, que envolve matéria-prima, custo para manufaturar as peças, itens comprados, foi criado um

quadro, no qual estão representados o item, a quantidade necessária, valor unitário e o valor total, que está descrito no Apêndice B.

4.4.1 Custos de mão-de-obra

Além de mencionar os custos de matéria-prima do protótipo, verificou-se a necessidade de contabilizar os custos de mão-de-obra.

O Quadro 5, apresenta a relação de máquinas, custos para a conformação de chapas e demais processos utilizados na construção do protótipo.

Quadro 5 - Relação de Mão-de-Obra

RELAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA			
TERCEIROS			
ITEM	DESCRIÇÃO	TEMPO TOTAL (h)	VALOR TOTAL (R\$)
1	CORTE PLASMA CNC	2h	R\$ 200,00
2	DOBRADEIRA CNC	1h30min	R\$ 50,00
3	USINAGEM	4h	R\$ 240,00
AUTORES			
ITEM	DESCRIÇÃO	TEMPO TOTAL (h)	
1	PROJETO	420h	
2	MONTAGEM	65h	
3	PINTURA DO PROTÓTIPO	2h	
4	TESTES DO PROTÓTIPO	10h	

Fonte: Autores, (2019)

4.5 PROTÓTIPO

Após passar por todas as etapas do projeto, foi evidenciada a construção do protótipo com as seguintes figuras.

Com a Figura 24, é possível visualizar o protótipo em uma vista isométrica esquerda, podendo visualizar alguns itens do sistema de transmissão lateral e o sistema de roletes, nessa fase o protótipo está totalmente montado, pronto para o uso.

Figura 24 - Vista isométrica esquerda



Fonte: Autores, (2019)

Na Figura 25, consta uma vista isométrica direita, podendo visualizar praticamente todos os detalhes do protótipo.

Figura 25 - Vista isométrica direita



Fonte: Autores, (2019)

Com a Figura 26, é possível, com uma vista frontal visualizar o sistema de roletes tracionadores e roletes lisos em suas devidas posições de trabalho.

Figura 26 - Vista frontal



Fonte: Autores, (2019).

Na Figura 27, é possível analisar a estrutura do puxador juntamente com seu quadro de comando central do protótipo, que é de fácil manuseio e ainda proporcionando a ergonomia desejada ao operador.

Figura 27 - Vista do comando de movimentação



Fonte: Autores, (2019).

CONCLUSÃO

Através da ideia proposta, foi desenvolvido e construído um veículo de remoção para carcaças suínas com movimentação elétrica, onde visou-se garantir a praticidade, segurança e ergonomia operacional do operador.

Desenvolvido a partir de componentes existentes no mercado, o veículo se tornou eficaz, garantindo um ótimo resultado para o trabalho realizado, ou seja, a remoção da carcaça suína de dentro da Unidade de Terminação até o local apropriado para o descarte é realizado de forma rápida e segura, não comprometendo a integridade dos outros animais e a saúde do operador, pois com esse sistema não é mais necessário o contato direto com a carcaça.

Os estudos realizados para o desenvolvimento do presente projeto, juntamente com a construção do protótipo, foram desafiadores, onde pode-se colocar em prática alguns dos conceitos de Desenho Técnico, Processos de Fabricação, Resistência dos Materiais, Elementos de Máquinas, Eletrônica, que foram estudados ao longo do curso de Engenharia Mecânica.

Como melhoria futura, é necessário a construção do veículo mais leve, com seus materiais em Aço Inox 304 e Alumínio, evitando assim, que os contaminantes existentes no ambiente oxidem o veículo

Desenvolver uma estrutura capaz de ser acoplada ao veículo para o transporte do operador, não havendo a necessidade de caminhar atrás.

Os motores elétricos devem ser próprios para o trabalho, assim podendo obter um melhor rendimento.

As baterias convencionais de chumbo poderão ser trocadas para baterias de lítio, pois seu rendimento é maior e possuem menor peso.

Mudança nos roletes tracionadores, ao invés de possuírem 4 faces dentadas, possuir 3 faces dentadas, obtendo o mesmo rendimento ou melhor.

Desenvolver um sistema motorizado exclusivo para o veículo com o sistema de redutor.

Através do problema proposto no início do projeto, o desenvolvimento do veículo de remoção para carcaças suínas de dentro do criadouro, mostrou ser de grande eficiência, atendendo todos os quesitos necessários para se transformar em um projeto de grande porte.

REFERÊNCIAS

AGRIEXPO. **Carrinho de Transporte para carcaças**. Disponível em: <<https://www.agriexpo.online/pt/prod/fm-grupo/product-171668-30085.html>>. Acesso em: 15 set. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. **Produção de Suínos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abcs.org.br/informativo-abcs/2832-preco-do-suino-volta-a-subir-no-mercado-interno>>. Acesso em: 13 out. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUÇÃO ANIMAL - ABPA. **Relatório Anual 2016 e 2017**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.

ATUATTI, H. JOÃO, **Projeto de desenvolvimento e dimensionamento de um misturador de insumos agrícolas**. Disponível em: <http://fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2017/JoaoHenriqueAttuati.pdf>. Acesso em 03 ago. 2019.

A VÓZ DA INDÚSTRIA, **Processos de Conformação Mecânica**. Disponível em: <<https://avozdaindustria.com.br/gest-o/conhe-os-processos-mais-usados-na-conforma-o-de-chapas-de-o>>. Acesso em: 23 set. 2019.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SUÍNOS E AVES. CNPSA. **Embrapa Suínos e Aves**. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/manejoprodu.html>>. Acesso em: 17 out. 2019.

CORRENTES DE TRANSMISSÃO, **Tipos de Correntes de Transmissão**. Disponível em: <<http://www.correntedetransmissao.com/Corrente-de-Transmissao-ASA-35>>. Acesso em: 21 out. 2019.

DE PAIVA, P. Doralice. **Emprego da Compostagem para Destinação Final de Suínos Mortos e Restos de Parição.** [artigo científico]. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82371/1/CiT26.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2019

DO AMARAL, Renato Dias Calado; DE PINA FILHO, Armando Carlos. **A Evolução do CAD e sua Aplicação em Projetos de Engenharia.** 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa suínos e aves.** 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>. Acesso em: 27 ago. 2019.

ENEGEP. **Portal Enegep.** Disponível em: <<http://portal.abepro.org.br/enegep/>>. Acesso em: 24 out. 2019.

FAEP. **Suínos e aves: demanda aquecida no mercado internacional.** Disponível em: <<https://sistemafaep.org.br/suinos-e-aves-demanda-aquecida-no-mercado-internacional>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

GONÇALVES, Rafael Garcia; PALMEIRA, Eduardo Mauch. **Suinocultura brasileira.** Observatorio de la economía Latinoamericana, n. 71, p. 01-11, 2006

INDUSCOR. **Correntes de Transmissão.** Disponível em: <<https://www.induscor.ind.br/catalogo.html>>. Acesso em: 08 nov. 2019

KAMART. **Catálogo Geral.** Disponível em: <<http://kamart.com.br/catalogo.html>>. Acesso em: 29 nov. 2019

KOKETSU, Y. (2000) ***Retrospective analysis of trends and production factors associated with sow mortality on swine-breeding farms in USA.*** Medicina Veterinária. 46, 249-56.

LG STEEL. **Propriedades mecânicas do Carbono.** Disponível em: <<http://lgsteel.com.br/propriedades-mecanicas-do-carbono.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

MEIER-BRAKENBERG. **Porky's Pick Up Carcass Trolley – for fattening pigs**. Disponível em: <<https://www.meier-brakenberg.de/en/products/p/carcass-trolley/-/porkys-pick-up-carcass-trolley-for-fattening-pigs/>> Acesso em: 09 nov. 2019.

MUNARI, Bruno. **Das Coisas Nascem Coisas**. Lisboa: Edições 70. 2008

OLIVEIRA, P. A. V. **Produção e manejo dos dejetos de suínos**. Concórdia-SC Embrapa Suínos e Aves, 2004. 19p. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/8-PauloArmando_Producao.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2019.

REDEETEC. **Conformação mecânica**. Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_ctrl_proc_indust/tec_metal/confor_m_mec/161012_confor_mec.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2019.

ROHENKOHL, J. **O Sistema de Terminação de Suínos: Uma análise econômica e ambiental a partir da teoria dos conjuntos Fuzzy**. [artigo científico]. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2664/000374420.pdf?sequence=1>> Acesso em: 09 nov. 2019.

Sanz, M.; Roberts, J. D.; Perfumo, C. J.; Alvarez, R. M.; Donovan, T.; Almond, G. W. 2007. **Assesment of sow mortality in a large herd**. **Journal of Swine Health and Production**, v.15, n.1, p.30-36

SESTI, Luiz; SOBASTIANSKY, Jurij; BARCELLOS, David E. S. N. de. **Limpeza e desinfecção em suinocultura**. **Suinocultura Dinâmica, Embrapa Suínos e Aves**, ano VI, n. 20, out. 1998. Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/suidin/sudi020.pdf>> Acesso em: 09 jul. 2019.

APÊNDICE A – RELAÇÃO DE MATERIAIS

MATERIAIS E COMPONENTES UTILIZADOS			
ITEM	DESCRIÇÃO	IMAGEM	MANUFATURAR OU COMPRAR
1	Chapa de Aço Carbono AISI 1020, espessuras variando de 2,5 mm até 6,35 mm		Manufaturar
2	Barra cantoneira de Aço Carbono AISI 1020		Manufaturar
3	Barra redonda de Aço Carbono AISI 1020		Manufaturar
4	Tubo industrial redondo de Aço Carbono AISI 1020		Manufaturar
5	Rolamento para mancal		Comprar
6	Parafuso sextavado para fixação		Comprar
7	Porca sextavada para fixação		Comprar
8	Pino elástico Norma DIN 1481		Comprar
9	Barra redonda de Nylon 6-6		Manufaturar

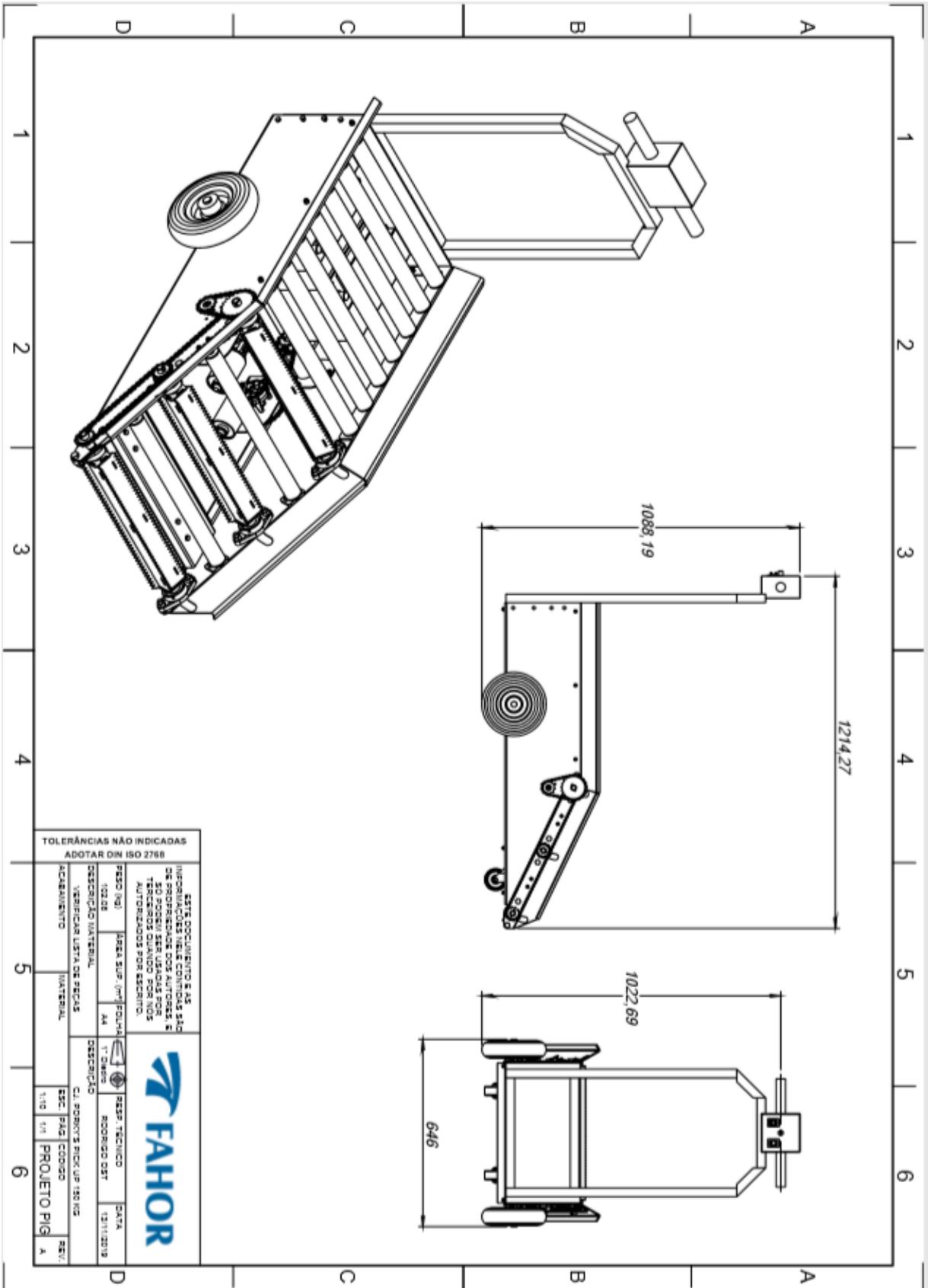
10	Mancal flangeado oval		Comprar
11	Corrente de Transmissão ASA 35		Comprar
12	Motor Elétrico 24V DC		Comprar
13	Cabeamento Elétrico Principal		Comprar
14	Terminais de Bateria		Comprar
15	Terminal macho e fêmea para cabos elétricos		Comprar
16	Interruptor vidro elétrico		Comprar
17	Interruptor guincho talha		Comprar
18	Dimmer		Comprar
19	Bateria 12V		Comprar
20	Roda com Pneu		Comprar

APÊNDICE B – RELAÇÃO DE CUSTOS DO PROTÓTIPO

ORÇAMENTO DO PROTÓTIPO				
ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
P0001	CHAPA LATERAL DIREITA	1	R\$ 8,65	R\$ 8,65
P0002	CHAPA LATERAL ESQUERDA	1	R\$ 8,65	R\$ 8,65
P0003	CHAPA SUPORTE ROLETE LISO	2	R\$ 2,10	R\$ 4,20
P0004	CHAPA ROSETA MENOR	7	R\$ 1,80	R\$ 12,60
P0005	CANTONEIRA SUPORTE MANCAL DO RODADO	2	R\$ 3,50	R\$ 7,00
P0007	CHAPA ENCOSTO MANCAL TRASEIRO	2	R\$ 3,25	R\$ 6,50
P0008	CHAPA SUPORTE MENOR ROLETE LISO	4	R\$ 1,30	R\$ 5,20
P0009	EIXO DO ROLO TRACIONADOR	3	R\$ 11,65	R\$ 34,95
P0010	CHAPA CENTRAL ROLETE TRACIONADOR	12	R\$ 4,10	R\$ 49,20
P0011	CHAPA FECHAMENTO LATERAL ROLETE TRACIONADOR	6	R\$ 0,98	R\$ 5,91
P0012	CHAPA REFORÇO INTERNO ROLETE TRACIONADOR	6	R\$ 0,80	R\$ 4,80
P0013	BUCHA DO MANCAL TRASEIRO	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
P0014	CHAPA SUPORTE MANCAL TRASEIRO	2	R\$ 1,10	R\$ 2,20
P0015	CHAPA TAMPA FECHAMENTO TRASEIRO	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
P0016	TUBO ROLETE LISO	9	R\$ 11,25	R\$ 101,25
P0017	ARRUELA INTERNA ROLETE LISO	18	R\$ 0,50	R\$ 9,00
P0018	EIXO ROLETE LISO	9	R\$ 11,25	R\$ 101,25
P0019	BUCHA NYLON FECHAMENTO ROLETE LISO	18	R\$ 2,00	R\$ 36,00
P0020	BUCHA DA TRANSMISSÃO	5	R\$ 2,00	R\$ 10,00
P0021	EIXO MANCAL TRASEIRO	2	R\$ 15,00	R\$ 30,00

P0022	CANTONEIRA SUPORTE DA BATERIA	2	R\$ 7,50	R\$ 15,00
P0023	TUBO PUXADOR TRASEIRO	1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
P0024	CHAPA FECHAMENTO LATERAL DO RODADO	2	R\$ 1,50	R\$ 3,00
P0025	TUBO COMANDO	2	R\$ 10,00	R\$ 20,00
P0026	CHAPA ROSETA MAIOR	1	R\$ 3,50	R\$ 3,50
P0027	BUCHA TRANSMISSÃO EXTERNA	1	R\$ 1,20	R\$ 1,20
P0028	CHAPA FIXAÇÃO MOTOR TRANSMISSÃO	2	R\$ 4,10	R\$ 8,20
P0029	CAIXA DE COMANDO	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
PO0110	PORCA SEXTAVADA M10	12	R\$ 0,70	R\$ 8,40
PR1030	PARAFUSO SEXTAVADO 10 X 30 mm	12	R\$ 1,10	R\$ 13,20
PO0106	PORCA SEXTAVADA M6	46	R\$ 0,35	R\$ 16,10
PR0616	PARAFUSO SEXTAVADO 6 X 16 mm	22	R\$ 0,40	R\$ 8,80
PR0620	PARAFUSO SEXTAVADO 6 X 20 mm	24	R\$ 0,45	R\$ 10,80
MC020	CJ. MANCAL FLANG. OVAL P/ EIXO 20 mm + ROLAMENTO	6	R\$ 30,00	R\$ 180,00
MD003	MOTOR 24 V BOSCH F006WMO310	3	R\$ 300,00	R\$ 900,00
MD002	BATERIA 12V 80 AH	2	R\$ 170,00	R\$ 340,00
MD004	CJ. RODA + PNEU 250 X 4	2	R\$ 54,50	R\$ 109,00
MD001	RODÍZIO GIRATÓRIO 3" BORRACHA PRETA	2	R\$ 28,50	R\$ 57,00
RL6004	ROLAMENTO SKF 6004	4	R\$ 12,00	R\$ 48,00
PE0526	PINO ELÁSTICO 5 X 26 mm	3	R\$ 1,50	R\$ 4,50
-	COMPONENTES ELETRÔNICOS	1	R\$ 75,00	R\$ 75,00
Valor Total (R\$)				R\$ 2.394,06

APÊNDICE C – IMAGEM DETALHADA DO PROTÓTIPO



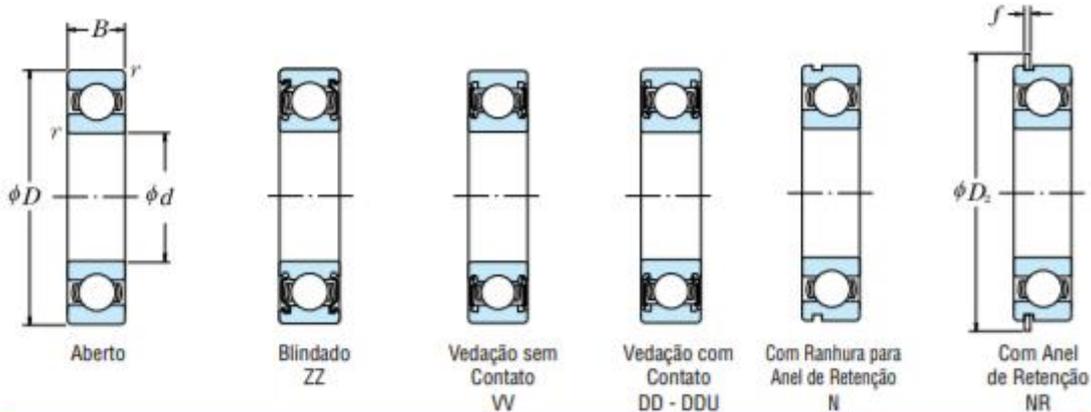
ANEXO A – CATÁLOGO DE CORRENTES DE TRANSMISSÃO

Referência		Passo P	Diâmetro do Rolo máx. d1	Largura entre Placas min. b1	PINO		PLACA		Passo Trans- versal kgf ANSI	Carga de Ruptura máx. kgf	Peso kg/m
ANSI	ISO e ABNT				Diâme- tro d2	Compri- mento L	Altura h	Espes- sura T			
25-1	04 A-1	6,35	3,30	3,18	2,31	7,90	6,00	0,80	-----	350	0,15
25-2	04 A-2					14,50			6,40	700	0,28
25-3	04 A-3					21,00			6,40	1050	0,44
25-4	04 A-4					27,20			6,40	1440	0,52
35-1	06 A-1	9,525	5,08	4,77	3,58	12,40	9,00	1,30	-----	790	0,33
35-2	06 A-2					22,50			10,13	1580	0,63
35-3	06 A-3					32,70			10,13	2370	1,05
35-4	06 A-4					47,30			10,13	3200	1,41
40-1	08 A-1	12,70	7,95	7,85	3,96	16,60	12,00	1,50	-----	1410	0,62
40-2	08 A-2					31,00			14,38	2820	1,12
40-3	08 A-3					45,40			14,38	4230	1,90
40-4	08 A-4					59,80			14,38	5640	2,57
50-1	10 A-1	15,875	10,16	9,40	5,08	20,70	15,09	2,03	-----	2220	1,02
50-2	10 A-2					38,90			18,11	4440	2,00
50-3	10 A-3					57,00			18,11	6660	3,09
50-4	10 A-4					75,10			18,11	8880	4,30
50-5	10 A-5					93,20			18,11	11100	5,37
60-1	12 A-1	19,05	11,91	12,57	5,94	25,90	18,00	2,42	-----	4150	1,50
60-2	12 A-2					48,80			22,78	6360	2,92
60-3	12 A-3					71,50			22,78	9540	4,54
60-4	12 A-4					94,50			22,78	13992	6,21
60-5	12 A-5					117,00			22,78	15900	7,75
80-1	16 A-1	25,40	15,88	15,75	7,92	32,70	24,00	3,25	-----	5670	2,60
80-2	16 A-2					62,70			29,29	11340	5,15
80-3	16 A-3					91,70			29,29	17010	7,89
80-4	16 A-4					121,00			29,29	22680	10,10
80-5	16 A-5					149,90			29,29	28350	12,96
100-1	20 A-1	31,75	19,05	18,90	9,53	40,40	30,00	4,00	-----	8850	3,91
100-2	20 A-2					76,40			35,76	17700	7,80
100-3	20 A-3					112,20			35,76	26550	11,77
100-4	20 A-4					147,80			35,76	35400	15,60
100-5	20 A-5					183,60			35,76	44205	19,46
120-1	24 A-1	38,10	22,23	25,22	11,10	50,30	35,70	4,80	-----	12700	5,62
120-2	24 A-2					95,80			45,44	25400	11,70
120-3	24 A-3					141,40			45,44	38100	17,53
120-4	24 A-4					187,00			45,44	50800	23,56
120-5	24 A-5					233,30			45,44	63530	29,40
140-1	28 A-1	44,45	25,40	25,22	12,70	54,40	41,00	5,60	-----	17240	7,50
140-2	28 A-2					103,30			48,87	34480	15,14
140-3	28 A-3					152,20			48,87	51720	22,20
140-4	28 A-4					200,40			48,87	68932	28,10
140-5	28 A-5					249,10			48,87	86165	34,90
160-1	32 A-1	50,80	28,58	31,55	14,27	64,80	47,80	6,40	-----	22680	10,10
160-2	32 A-2					123,30			58,55	45360	20,14
160-3	32 A-3					181,80			58,55	68040	30,02
160-4	32 A-4					241,40			58,55	90712	38,60
160-5	32 A-5					300,30			58,55	113390	48,20
200-1	40 A-1	63,50	39,68	37,85	19,85	80,30	60,00	8,00	-----	35380	16,15
200-2	40 A-2					151,90			71,55	70760	32,24
200-3	40 A-3					223,50			71,55	106140	49,03
200-4	40 A-4					-----			71,55	141536	64,50
200-5	40 A-5					-----			71,55	176920	80,50
240-1	48 A-1	76,20	47,63	47,35	23,81	95,50	72,39	9,50	-----	51030	23,20
240-2	48 A-2					183,40			87,83	102060	45,23
240-3	48 A-3					271,30			87,83	153090	71,60
240-4	48 A-4					-----			87,83	204108	91,30
240-5	48 A-5					-----			87,83	255135	114,00

Fonte: Adaptado de correntedetransmissao.com, (2019).

ANEXO B – CATÁLOGO DE ROLAMENTOS NSK

Diâmetro do Furo 10 – 22 mm



Dimensões (mm)	Capacidade de Carga Básica (N)				Capacidade de Carga Básica (kgf)		Fator f_0	Limite de Rotação (rpm)			Número do Rolamento				
	d	D	B	r min.	C_r	C_{0r}		C_r	C_{0r}	Graxa		Óleo	Aberto	Blindado	Vedado
									Aberto Z - ZZ V - VV	DU DDU	Aberto Z				
10	19	5	0,3	1 720	840	175	86	14,8	34 000	24 000	40 000	6800	ZZ	VV	DD
	22	6	0,3	2 700	1 270	275	129	14,0	32 000	22 000	38 000	6900	ZZ	VV	DD
	26	8	0,3	4 550	1 970	465	201	12,4	30 000	22 000	36 000	6000	ZZ	VV	DDU
	30	9	0,6	5 100	2 390	520	244	13,2	24 000	18 000	30 000	6200	ZZ	VV	DDU
	35	11	0,6	8 100	3 450	825	350	11,2	22 000	17 000	26 000	6300	ZZ	VV	DDU
	12	21	5	0,3	1 920	1 040	195	106	15,3	32 000	20 000	38 000	6801	ZZ	VV
24		6	0,3	2 890	1 460	295	149	14,5	30 000	20 000	36 000	6901	ZZ	VV	DD
28		7	0,3	5 100	2 370	520	241	13,0	28 000	—	32 000	16001	—	—	—
28		8	0,3	5 100	2 370	520	241	13,0	28 000	18 000	32 000	6001	ZZ	VV	DDU
32		10	0,6	6 800	3 050	695	310	12,3	22 000	17 000	28 000	6201	ZZ	VV	DDU
37		12	1	9 700	4 200	990	425	11,1	20 000	16 000	24 000	6301	ZZ	VV	DDU
15	24	5	0,3	2 070	1 260	212	128	15,8	28 000	17 000	34 000	6802	ZZ	VV	DD
	28	7	0,3	4 350	2 260	440	230	14,3	26 000	17 000	30 000	6902	ZZ	VV	DD
	32	8	0,3	5 600	2 830	570	289	13,9	24 000	—	28 000	16002	—	—	—
	32	9	0,3	5 600	2 830	570	289	13,9	24 000	15 000	28 000	6002	ZZ	VV	DDU
	35	11	0,6	7 650	3 750	780	380	13,2	20 000	14 000	24 000	6202	ZZ	VV	DDU
	42	13	1	11 400	5 450	1 170	555	12,3	17 000	13 000	20 000	6302	ZZ	VV	DDU
17	26	5	0,3	2 630	1 570	268	160	15,7	26 000	15 000	30 000	6803	ZZ	VV	DD
	30	7	0,3	4 600	2 550	470	260	14,7	24 000	15 000	28 000	6903	ZZ	VV	DDU
	35	8	0,3	6 000	3 250	610	330	14,4	22 000	—	26 000	16003	—	—	—
	35	10	0,3	6 000	3 250	610	330	14,4	22 000	13 000	26 000	6003	ZZ	VV	DDU
	40	12	0,6	9 550	4 800	975	490	13,2	17 000	12 000	20 000	6203	ZZ	VV	DDU
	47	14	1	13 600	6 650	1 390	675	12,4	15 000	11 000	18 000	6303	ZZ	VV	DDU
20	32	7	0,3	4 000	2 470	410	252	15,5	22 000	13 000	26 000	6804	ZZ	VV	DD
	37	9	0,3	6 400	3 700	650	375	14,7	19 000	12 000	22 000	6904	ZZ	VV	DDU
	42	8	0,3	7 900	4 450	810	455	14,5	18 000	—	20 000	16004	—	—	—
	42	12	0,6	9 400	5 000	955	510	13,8	18 000	11 000	20 000	6004	ZZ	VV	DDU
	47	14	1	12 800	6 600	1 300	670	13,1	15 000	11 000	18 000	6204	ZZ	VV	DDU
	52	15	1,1	15 900	7 900	1 620	805	12,4	14 000	10 000	17 000	6304	ZZ	VV	DDU
22	44	12	0,6	9 400	5 050	960	515	14,0	17 000	11 000	20 000	60/22	ZZ	VV	DDU
	50	14	1	12 900	6 800	1 320	695	13,5	14 000	9 500	16 000	62/22	ZZ	VV	DDU
	56	16	1,1	18 400	9 250	1 870	940	12,4	13 000	9 500	16 000	63/22	ZZ	VV	DDU

Notas (1) As tolerâncias das dimensões da ranhura e do anel de retenção são indicadas nas páginas de **A50** a **A53**.

(2) Quando da aplicação de uma grande carga axial, aumentar d_2 e diminuir D_2 em relação aos valores indicados.

(3) Anéis tipo N e NR aplicáveis somente para rolamentos abertos.

B 8

Fonte: Adaptado de Catálogo NSK Rolamentos, (2019, p. 151).