



**Gabriel Augusto Schaefer**

**INSERÇÃO DE SALA DE AVALIAÇÃO E TRITURADOR PARA  
COMPOSTAGEM DE CARÇAÇAS DE SUÍNOS NA GRANJA BELA  
UNIÃO**

Horizontalina - RS

**2018**

**Gabriel Augusto Schaefer**

**INSERÇÃO DE SALA DE AVALIAÇÃO E TRITURADOR PARA  
COMPOSTAGEM DE CARÇAÇAS DE SUÍNOS NA GRANJA BELA  
UNIÃO**

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. Ms Adalberto Lovato.

**Horizontina - RS**

2018

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

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

**"INSERÇÃO DE SALA DE AVALIAÇÃO E TRITURADOR PARA COMPOSTAGEM  
DE CARCAÇAS DE SUÍNOS NA GRANJA BELA UNIÃO"**

Elaborada por:

**Gabriel Augusto Schaefer**

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

Aprovado em: 05/12/2018

Pela Comissão Examinadora



---

Prof. Ms Adalberto Lovato

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



---

Prof. Ms. Andre Rogerio Kinalski Bender

FAHOR – Faculdade Horizontina



---

Prof. Dra. Marliza Beatris Reichert

FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2018

## Dedicatória

Dedico esse trabalho à minha família, por sempre me incentivar, me apoiar e investir em mim. Mãe, obrigado pelo carinho e dedicação, foi o combustível para nunca desistir. Pai seu esforço e ensinamentos me levaram até aqui. Ao meu irmão, o muito obrigado pelas palavras e apoio, foram essenciais para não me sentir sozinho nesta conquista.

## AGRADECIMENTO

A Deus, princípio e fim de todas as coisas; pela fé e pela conquista.

Aos meus pais Paulo e Cátia. A partir desse estudo levo a certeza de que somos um contínuo.

Ao meu irmão Cael. A vida é tão doce contigo.

Ao Orientador Professor Ms Adalberto Lovato. Agradeço os preciosos momentos de interação, de aprendizagem. Obrigado pela constante paciência e troca de conhecimento.

Ao Diretor Sedelmo Desbessel agradeço pela brilhante administração dessa Instituição de Ensino. É visível Vossa preocupação com nosso aprendizado.

Aos gestores da Empresa Granja Bela União: Sra. Liliane Carpenedo e Sr. Felipe Carpenedo, pela acolhida e diálogo permanente em relação às melhorias do processo de compostagem. Contem sempre comigo naquilo que puder agregar em valor e conhecimento em Vossa Empresa.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.  
(Ayrton Senna)

## RESUMO

Esse estudo responde a questão: quais as etapas do sistema de compostagem utilizado na Granja Bela União e em qual delas a inserção de uma sala de avaliação e de um triturador de carcaças suínas é adequado para diminuir o tempo do processo atual de compostagem. Para tanto, teve como objetivo geral detalhar as etapas do sistema de compostagem utilizado na referida Granja, inserindo um local de avaliação da carcaça de suínos adequado a higienização e um triturador compatível com a compostagem acelerada. Teve como objetivos específicos a identificação detalhada de cada uma das etapas do sistema de compostagem condizentes a preservação ambiental. Também, define um *layout* do processo de compostagem a partir da remoção da carcaça do local de criação adequado para a compreensão dos gestores e funcionários da granja e que atenda a necessidade de higienização. A metodologia utilizada é o estudo de caso. Constata-se que a inserção da sala de avaliação para a carcaça suína e a inserção da máquina de trituração para o sistema batelada RAC-120 matriz suína, traz relevantes benefícios aos colaboradores e ao meio ambiente, sendo que, enquanto aspecto conclusivo adequa o processo de compostagem as normas de higienização evitando a disseminação de bactérias e vírus, além de haver a aceleração do processo de compostagem. A hipótese inicialmente levantada se comprova no momento em que existe a necessidade de se destinar um local adequado, que segue as normas de ordem sanitária e ambiental, para a armazenagem temporária da carcaça que após avaliada, seja utilizada na compostagem, após passar pela etapa de trituração. A utilização do triturador diminui o período de compostagem.

**Palavras-chave:** Triturador de Carcaças. Instalação de suinocultura. Preparação de carcaças. Compostagem.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da compostagem tradicional e acelerada.....	23
Figura 2 – Modelo de carrinho para transporte de animais mortos e como devem ser carregados.....	24
Figura 3 – Triturador de carcaça de suíno para compostagem.....	26
Figura 4 – Equipamento para compostagem acelerada.....	29
Figura 5 – Entrada da Granja Bela União.....	31
Figura 6 – Retirada e transporte do animal para a área de compostagem.....	34
Figura 7 – A forma de esquartejamento realizado na Granja Bela União.....	34
Figura 8 – Células de compostagem.....	35
Figura 9 – Parte interna de uma das células.....	36
Figura 10 – As carcaças esquartejadas expostas em camadas cobertas com Substrato.....	36
Figura 11- Planta geral.....	37
Figura 12 – Monovia.....	39
Figura 13 – Mesa destinada a avaliação de carcaça.....	40
Figura 14 – Talha para içamento e movimento da carcaça.....	41

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 TEMA.....	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
1.4 HIPÓTESE.....	14
1.5 JUSTIFICATIVA.....	16
1.6 OBJETIVOS.....	16
<b>1.6.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>16</b>
<b>1.6.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 O SISTEMA DE COMPOSTAGEM A PARTIR DA DESTINAÇÃO DE CARÇAÇAS DE SUÍNOS.....	18
<b>2.1.1 Conceito de compostagem.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2 Os modelos tradicional e acelerado de compostagem.....</b>	<b>20</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	30
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	32
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
4.1 O SISTEMA DE COMPOSTAGEM DE CARÇAÇAS UTILIZADO NA GRANJA BELA UNIÃO.....	33
4.2 INSERÇÃO DE SALA DE AVALIAÇÃO E PREPARAÇÃO DAS CARÇAÇAS DE SUÍNO PARA O PROCESSO DE COMPOSTAGEM.....	37
4.3 INSERÇÃO DE TRITURADOR DE CARÇAÇA SUÍNA.....	41
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>

<b>APÊNDICES</b> .....	47
APÊNDICE A – SUPORTE TALHA.....	48
APÊNDICE B – MESA NECROPSIA.....	49
APÊNDICE C – MONOVIA .....	50
APÊNDICE D – PLANTA BAIXA DA SALA DE PREPARAÇÃO E EQUIPAMENTO.....	51
APÊNDICE E – CORTE AA.....	52
APÊNDICE F – IMAGEM DRONE.....	53

# 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial e o aumento no consumo de alimentos vêm gerando maior demanda de produção no Brasil, fazendo com que a agricultura seja “responsável por 5,5% do PIB, mas somada a pecuária e agroindústria, o setor chega a responder por 25% do produto interno bruto brasileiro” (JUNGMANN, 2017, p.1). A demanda de produção aquece o setor agrícola, acarretando no aumento da produção de grãos e criação de suínos para abate e exportação, atendendo a diferentes mercados consumidores.

Em relação à carne suína brasileira, conforme OCDE-FAO (2015, p.27),

Estimulada pelo preço relativamente baixo da ração e o aumento de preços, a produção de carne suína deve crescer 4,3 Mt (equivalente a peso de carcaça) em 2024, 24% a mais do que no período base. A crescente produção brasileira de carne suína garante principalmente a demanda crescente interna que aumentará para 3,7 Mt em 2024, 26% a mais do que o período base, mesmo com os preços ao consumidor interno aumentando 5% ao ano. A carne suína continua sendo a carne menos apreciada pelos consumidores brasileiros, e mesmo com o crescimento da população, o consumo per capita deve crescer de 2kg/p para 13,5 kg/p em 2024. [...] o Brasil deve aumentar as exportações de carne suína para a Federação Russa, devido à barreira de um ano à importação da Rússia imposta aos Estados Unidos, Austrália, Noruega, Canadá e União Europeia para reagir a as sanções econômicas. Parte da parcela do Brasil referente às exportações de carne suína para o mercado russo deve permanecer a médio prazo.

Na atualidade observa-se que no Brasil a suinocultura é uma atividade consolidada estando em crescente avanço, na busca da inserção de tecnologias capazes de tornar essa atividade capaz de suprir a demanda do consumo. Contudo, por ser um modelo de produção caracterizado pela criação intensiva e em confinamento acarreta no aumento do risco de contaminação ambiental.

Nessa perspectiva os produtores de suínos necessitam conciliar a produtividade com a preservação ambiental, principalmente estando atentos ao aumento da consciência ambiental e atendimento a legislação ambiental. Essas exigências movem a busca de alternativas em relação aos modos de produção, trocando modelos que se tornaram obsoletos e incorporando procedimentos novos a fim de sanar problemas de degradação ambiental gerados pela exposição de carcaças de suínos na superfície de terrenos com pouca cobertura.

Em relação à preservação ambiental, Dal Prá et al (2009, p.32) destacam que

O tratamento dos dejetos gerados pela suinocultura é tão importante quanto à própria criação dos animais, e deve ser analisado sob várias finalidades, tais como: a) Finalidade preservacionista: eliminar ou amenizar o elevado volume de dejetos gerado nas propriedades, de forma a reduzir ou extinguir o seu potencial poluente, evitando a degradação ambiental.

A criação de suínos produz uma taxa de mortalidade, sendo que aos produtores cabe dar um destino adequado a essas carcaças e restos de parição, que venha ao encontro da preservação ambiental. A maneira observada e mais comum utilizadas nas granjas de suínos é a compostagem realizada a partir de um processo de putrefação natural de carcaças envoltas em serragem, e expostas ao ar tendo somente o abrigo da água e da chuva, o qual faz proliferar inúmeras espécies de bactérias e fungos, responsáveis pela degradação de matéria orgânica.

O projeto inserção de triturador para compostagem de carcaça de suínos, conta com a parceria da Granja Bela União, unidade de maternidade com aproximadamente quatro mil matrizes com sede localizada na BR 472, na Localidade de Bela União, interior do município de Santa Rosa-RS.

Para tanto, esse projeto de Conclusão de Curso traz o tema, o problema de pesquisa, a hipótese, os objetivos geral e específicos, a justificativa, o referencia teórico, a metodologia, os recursos necessários à realização do projeto, o cronograma de execução e as referências, no propósito de inserção de triturador em sistema de procedimento para compostagem de carcaças de suínos, adequando às etapas do processo que compõe o sistema de compostagem a partir da destinação das carcaças oriundas da mortalidade de animais na Granja Bela União.

Nessa perspectiva esse estudo está dividido em 4 partes. A primeira apresenta a revisão de literatura que expõe sobre o sistema de compostagem a partir da destinação de carcaças de suínos, enfatizando o conceito de compostagem, os modelos tradicional e acelerado de compostagem, as etapas do processo e o equipamento adequado a compostagem acelerada.

A segunda parte traz a metodologia utilizada para a realização do estudo, especificando sobre os métodos e técnicas utilizadas e os materiais e equipamentos.

A terceira parte apresenta e analisa os resultados obtidos no decorrer do estudo, enfatizando sobre o sistema de compostagem de carcaças utilizado na Granja Bela União, a inserção de sala de avaliação e preparação das carcaças de suíno para o processo de compostagem e inserção de triturador de carcaça suína.

Em seguida, expõem-se aspectos conclusivos seguido das referências bibliográficas.

### 1.1 TEMA

A adequação de etapas do processo que compõe o sistema de compostagem, a partir da inserção de uma sala para avaliação das carcaças e um triturador no processo de destinação das mesmas provenientes da mortalidade de suínos na Granja Bela União.

### 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A decomposição total das carcaças de suínos acontece no período de 8 a 12 meses na Granja Bela União. Nesse período o local de compostagem desprende odor, atrai insetos e produz uma quantidade de bactérias e fungos que podem proliferar no meio ambiente. Dessa forma, o tema limita-se a adequação de etapas do processo que compõe o sistema de compostagem, a partir da inserção de uma sala de avaliação e um triturador de carcaças na Granja Bela União.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O projeto inserção de triturador em procedimento de compostagem almeja relatar o sistema atual utilizado na Granja Bela União, detalhando as etapas do sistema na intenção de inserir um triturador de carcaças que venha ao encontro da substituição do processo atual de esquartejamento manual, tornando o sistema mais dinâmico diminuindo o tempo de compostagem que é utilizado na Granja Bela União, em maravalha, sendo o período atual de 8 a 12 meses. Segundo Kunz et al., (2016, p.3-4),

A compostagem acelerada se constitui no mesmo processo de compostagem que ocorre no sistema tradicional (em leiras), mas valendo-se de equipamentos que possibilitam maior controle de processo (temperatura, umidade e aeração). Quando operado conforme as recomendações técnicas, o tempo de compostagem é reduzido em relação à compostagem tradicional, verificando-se que a trituração prévia das carcaças de animais mortos também aumenta a eficiência do processo. Os equipamentos de

compostagem acelerada devem ser construídos e operados de forma que a temperatura do material em compostagem atinja e mantenha-se sempre acima de 50°C. O tempo de retenção das carcaças de animais mortos no equipamento deve ser dimensionado de forma que todos os tecidos moles sejam totalmente decompostos e não estejam mais reconhecíveis em meio ao material em compostagem antes que este seja removido do equipamento. Todo o material em compostagem deve ainda passar por uma etapa de maturação (dentro ou fora do equipamento) e o fertilizante orgânico obtido ao final do processo deve atender os parâmetros de qualidade e critérios de uso estabelecidos nas normativas que regulamentam o tema.

Após informações obtidas com os gestores da Granja Bela União a respeito do atual problema com a demora observada na compostagem, levantou-se dados a respeito das ocorrências de óbitos e etapas do sistema de compostagem, buscando chegar a uma possível solução para aprimorar o processo atual.

A compostagem por ser um processo natural de degradação de matéria orgânica libera um odor devido ao chorume, atraindo insetos e até mesmo outros animais. Esse processo mencionado é o mais comum observado atualmente nas granjas de suínos que se localizam na Região do grande Santa Rosa – RS. Porém, para a destinação das carcaças de suínos existem outros métodos que podem ser usados, observando-se etapas apropriadas à preservação do meio ambiente, sendo essas a compostagem, as fossas anaeróbicas, o sistema de incineração e enterramento.

Dessa forma, tem-se como questão problema: Quais são as etapas do sistema de compostagem utilizado na Granja Bela União e em qual delas a inserção de um triturador de carcaças suínas se adequa para diminuir o tempo do processo atual de compostagem?

#### 1.4 HIPÓTESE

Nicoloso et al (2017) determinam que etapas específicas devam ser seguidas para que a destinação de animais mortos nas propriedades rurais aconteça de forma apropriada. A compostagem, a biodigestão e a incineração são consideradas tecnologias recomendadas para a destinação de resíduos de alto risco sanitário. De forma específica, Nicoloso et al., (2017, p. 7) esclarecem:

A destinação dos animais mortos dentro dos limites do estabelecimento rural envolve a remoção das carcaças dos locais de criação, a sua eventual armazenagem temporária em local apropriado (opcional), transporte até a

unidade de tratamento onde será processada e, posteriormente, a disposição final do resíduo tratado. Na unidade de tratamento, a carcaça pode ser submetida a um pré-processamento (trituração ou esarteamento manual e desidratação ou outro tratamento térmico). Estas etapas de pré-processamento são opcionais e podem ser indicadas, ou não, conforme o sistema de tratamento empregado posteriormente (compostagem, biodigestão ou incineração). A incineração é uma tecnologia recomendada especialmente para resíduos de alto risco sanitário. O resíduo tratado (composto orgânico, biofertilizante e cinzas) pode então ser encaminhado para disposição final (reciclagem como fertilizante, por exemplo). Outras tecnologias de pré-processamento e tratamento das carcaças de animais mortos poderão ser recomendadas à medida que sejam adaptadas e validadas de acordo com as características dos diferentes sistemas de produção animal praticados no Brasil.

Ainda conforme Nicoloso et al., (2017, p.22), o período de compostagem e período de maturação no sistema de compostagem tradicional recebem cada qual suas especificações da seguinte forma:

Período de compostagem: É o tempo necessário para decomposição dos tecidos moles da carcaça. Pode ser estimado em função da seguinte equação  $T = 7,42 \sqrt{P}$  onde T é o tempo de compostagem (dias) e P é o peso da carcaça (kg). Nesse período não há revolvimento das leiras. Monitorar temperatura e umidade.

Período de maturação: Pode ser estimado como 1/3 do tempo de compostagem ou no mínimo 30 dias, o que for maior. Nessa etapa as leiras são revolvidas semanalmente. A maturação está completa quando não há incremento de temperatura após o revolvimento (aeração) das leiras.

Na compostagem acelerada, Nicoloso et al., (2017, p. 25-26), esclarecem que deverá haver trituração das carcaças e o período de compostagem e maturação diminuam da seguinte forma:

Condição da carcaça: Devem ser previamente trituradas.

Período de compostagem: Para a completa decomposição dos tecidos moles das carcaças, recomenda-se um período mínimo de 10 dias de compostagem, em sistema de batelada. Resultados experimentais indicam tempo médio de compostagem (ou tempo de retenção para sistemas operando com alimentação contínua) de 21-28 dias para carcaças de aves e suínos. Salienta-se que o tempo para degradação do material orgânico será influenciado pela frequência de revolvimento e temperatura atingida durante o processo que deve ser monitorada [...]. O processo estará concluído quando ocorrer à redução e estabilização da temperatura do material em compostagem. Para sistemas de compostagem acelerada operando em regime contínuo, o tempo mínimo de residência do material dentro do reator deve ser calculado em função do volume útil do reator e período de compostagem indicado anteriormente.

Período de maturação: É o período posterior à remoção do material compostado do reator cilíndrico. Nessa etapa, as leiras são revolvidas semanalmente. A maturação estará completa quando não ocorrer incremento de temperatura após o revolvimento (aeração) das leiras.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

O Estudo ora proposto sobre a inserção de uma sala de avaliação de carcaças e de um triturador no processo de destinação das carcaças provenientes da mortalidade de suínos na Granja Bela União veio ao encontro da necessidade de se facilitar e ordenar um sistema ecologicamente correto de proteção da natureza.

Por se tratar de uma granja de maternidade suína a mesma deve ser modelo de produção para granjas menores. Esse desafio visou buscar ainda maneiras mais ecológicas sustentáveis para o descarte de carcaças, bem como o menor contato possível dos colaboradores com os animais mortos e a melhor maneira para atender as necessidades de higienização do processo de descarte.

Este estudo teve ainda uma importância impar, tanto para a empresa que pretendeu solucionar problemas ambientais, bem como proporcionar uma melhor qualidade de vida para os colaboradores, quanto para o acadêmico que desenvolveu na prática os ensinamentos obtidos no curso de Engenharia Mecânica da FAHOR.

É oportuno salientar que essas informações aqui descritas foram obtidas junto aos proprietários da empresa. Assim justifica-se o estudo.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo Geral

Detalhar as etapas do sistema de compostagem utilizado na Granja Bela União, inserindo um local de avaliação da carcaça de suínos adequado a higienização e um triturador compatível com a compostagem acelerada, diminuindo o tempo do processo atual na Granja citada.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

- Identificar e detalhar cada uma das etapas do sistema de compostagem condizentes a preservação ambiental;

- Definir um *layout* do processo de compostagem a partir da remoção da carcaça do local de criação que possa ser da compreensão dos gestores e funcionários da granja e que atenda a necessidade de higienização;
- Identificar o modelo de triturador de carcaças que melhor supra a necessidade do sistema batelada existente na granja.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Essa parte do estudo tem como foco o levantamento de informações e o que existe na bibliografia pertinente ao problema em estudo.

Nessa perspectiva, o referencial teórico no primeiro momento trata do conceito de compostagem, do sistema de compostagem tradicional e acelerado para após, tratar do sistema de compostagem na Granja Bela União. Essa explanação sobre o sistema de compostagem se faz necessária para que se possa compreender em que etapa do processo deverá ser inserido o triturador na Granja Bela União.

No segundo momento trata-se do modelo de triturador de carcaça suína que atende a NBR em relação a segurança de trituradores, detalhando sobre o mais adequado para ser inserido no processo de destinação das carcaças advindas da mortalidade de suínos na Granja citada. Bem como na inserção de local adequado para a avaliação e descarte de carcaças na Granja Bela União.

### 2.1 O SISTEMA DE COMPOSTAGEM A PARTIR DA DESTINAÇÃO DE CARCAÇAS DE SUÍNOS

#### 2.1.1 Conceito de compostagem

Observa-se que a compostagem se traduz em um sistema de maturação de qualquer matéria que seja orgânica. Conforme Oliveira, Dal Prá e Konzen (2004, p. 69) compostagem é

Um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido, passando pelos seguintes fases: uma inicial e rápida de fitotoxicidade (composto cru e imaturo), seguida pela fase de semicura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a cura, maturação, ou mais tecnicamente, a humificação, acompanhada de mineralização de determinados componentes da matéria orgânica, quando pode se dar encerrada a compostagem.

Para que a compostagem aconteça é necessário matéria orgânica e ambiente propício para que as fases de cura e maturação sejam atingidas. E no final do processo se obtenha o produto final denominado composto orgânico.

Pedroso-de-Paiva (2006) explica que a compostagem não acontece de forma automática, e não basta amontar carcaças de qualquer maneira.

Segundo Pedroso-de-Paiva (2006, p.8),

Trata-se de um processo biológico que é afetado por fatores como o nível de umidade e de entrada de ar, que influenciam a atividade dos organismos microscópicos que ajudam na decomposição da carcaça. Esses fatores devem ser controlados e torna-se necessário dar e manter as condições do meio para que essa atividade ocorra com eficiência.

Ainda segundo Oliveira, Dal Prá e Konzen (2004, p.69),

A compostagem consiste no processo de manejo de resíduos sólidos onde a fração orgânica do mesmo é decomposta biologicamente, sob condições controladas, até atingir um estado no qual o material possa ser manuseado, transportado, armazenado e/ou aplicado ao solo sem afetar adversamente o meio ambiente.

A partir desse esclarecimento, pode-se compreender que as carcaças de suínos provenientes de mortalidade na propriedade rural e na Granja Bela União são consideradas resíduos sólidos e/ou material orgânico que manejados serão decompostas biologicamente.

Cabe destacar que em relação à compostagem a partir de resíduos da suinocultura, essa técnica no Brasil passou a ser utilizada mais intensamente em áreas cujas águas estariam poluídas por nitrato (MAZÉ et al. 1999 apud OLIVEIRA; DAL PRÁ E KONZEN, 2004, p. 69).

Dal Prá et al (2009, p.41) destacam que

A compostagem de resíduos orgânicos é, principalmente, um processo de decomposição de materiais orgânicos, resultando em perda de matéria orgânica total e numa concentração dos constituintes inorgânicos. Os principais produtos do processo são materiais completamente mineralizados, onde há uma acentuada redução no volume e no peso específico do material bruto, que foi colocado no início do processo.

Pode-se compreender que a compostagem é um modelo de sistema usado para a destinação de material orgânico, que pode ser carcaça suína. Esse modelo evita o comprometimento do equilíbrio ambiental e a degradação de mananciais hídricos (DAL PRÁ et al., 2009). Realizar a compostagem de carcaças de suínos é uma garantia da obtenção do equilíbrio ambiental.

Paiva e Bley Júnior (2001) destacam que a compostagem é um método tradicional para a destinação de carcaças.

Cabe questionar quais são as partes que compõem o processo de compostagem nos modos tradicional e acelerado? Sobre esses assuntos trata-se a seguir nesse projeto.

### 2.1.2 Os modelos tradicional e acelerado de compostagem

Em relação aos sistemas de destinação de carcaças de suínos para a compostagem Nicoloso et al (2017) destacam em detalhes de que forma os sistemas tradicional e acelerado são realizados.

Esclarecem Nicoloso et al (2017, p. 18) que a compostagem tradicional é indicada para “resíduos de parto de suínos e mortalidade rotineira de suínos e aves em pequenos sistemas de produção”. Ainda, conforme Nicoloso et al (2017, p. 18) a unidade de manejo são células ou leiras de compostagem, sendo que as carcaças necessitam ser trituradas ou esquartejadas. Deve ser construído de concreto, alvenaria, madeira e/ou materiais alternativos, tendo como substrato para a cama de cobertura, material como a maravalha, a serragem, a palha dentre outros materiais que tenham alta capacidade de absorção de fluidos. O tamanho de cada célula deve permitir o manejo manual ou mecanizado, sendo que normalmente se utiliza um espaço de 1,5-5,0m de largura e comprimento, com altura de 1,0-1,5m.

Em relação às “leiras” que é o material em compostagem, mantem-se “30 cm de substrato (serragem ou outro material para absorver o chorume) no fundo” como uma primeira camada. Cada célula de compostagem deve ter “canaletas para a coleta do chorume e telas para evitar a entrada de pássaros e insetos” (NICOLOSO, 2017, p. 20).

Nicoloso et al (2017, p.19) explicam que

As carcaças trituradas devem ser homogeneizadas (misturadas) com o substrato. As carcaças esquartejadas ou inteiras (suínos pequenos ou aves) devem ser dispostas em camadas e cobertas com o substrato. Manter sempre uma camada de, ao menos, 10cm de substrato cobrindo as leiras de compostagem para evitar maus odores e proliferação de moscas.

Em relação ao período de compostagem no sistema tradicional o tempo é de 10 dias, independente do peso da carcaça, já que ela estará triturada tendo o tamanho de cada uma das partes menor que 3 cm (NICOLOSO et al., 2017).

Após o período de 10 dias, o material colocado para a compostagem entra no período de maturação, que é estimado em “30 dias”. Nessa parte do processo de compostagem as “leiras são misturadas semanalmente” e o processo estará completo quando não houver mais aumento de temperatura depois de ter sido revolvido as leiras (NICOLOSO et al., 2017, p. 19).

A quantidade de locais de compostagem ou leiras no sistema tradicional serão em número de três. A primeira destina-se ao “enchimento”, a segunda destina-se a “compostagem/maturação” e a terceira servirá para estocagem pelo tempo mínimo de 30 dias (NICOLOSO et al, 2017., p. 19).

Depois do composto se encontrar pronto por ter passado por todos os processos descritos por Nicoloso et al (2017, p.20) pode ser usado como fertilizante em “culturas agrícolas e florestas”, porém, seu uso é “vedado” em “pastagens, hortaliças ou frutíferas”.

Nicoloso et al (2017) determinam que etapas específicas devam ser seguidas para que a destinação de animais mortos nas propriedades rurais aconteça de forma apropriada. A compostagem, a biodigestão e a incineração são consideradas tecnologias recomendadas para a destinação de resíduos de alto risco sanitário. De forma específica, Nicoloso et al (2017, p.7) esclarecem:

A destinação dos animais mortos dentro dos limites do estabelecimento rural envolve a remoção das carcaças dos locais de criação, a sua eventual armazenagem temporária em local apropriado (opcional), transporte até a unidade de tratamento onde será processada e, posteriormente, a disposição final do resíduo tratado. Na unidade de tratamento, a carcaça pode ser submetida a um pré-processamento (trituração ou esquartejamento manual e desidratação ou outro tratamento térmico). Estas etapas de pré-processamento são opcionais e podem ser indicadas, ou não, conforme o sistema de tratamento empregado posteriormente (compostagem, biodigestão ou incineração). A incineração é uma tecnologia recomendada especialmente para resíduos de alto risco sanitário. O resíduo tratado (composto orgânico, biofertilizante e cinzas) pode então ser encaminhado para disposição final (reciclagem como fertilizante, por exemplo). Outras tecnologias de pré-processamento e tratamento das carcaças de animais mortos poderão ser recomendadas à medida que sejam adaptadas e validadas de acordo com as características dos diferentes sistemas de produção animal praticados no Brasil.

Ainda conforme Nicoloso et al (2017, p.22) o período de compostagem e período de maturação no sistema de compostagem tradicional recebem cada qual suas especificações da seguinte forma:

Período de compostagem: É o tempo necessário para decomposição dos tecidos moles da carcaça. Pode ser estimado em função da seguinte equação  $T = 7,42 \sqrt{P}$  onde T é o tempo de compostagem (dias) e P é o peso da carcaça (kg). Nesse período não há revolvimento das leiras. Monitorar temperatura e umidade.

Período de maturação: Pode ser estimado como 1/3 do tempo de compostagem ou no mínimo 30 dias, o que for maior. Nessa etapa as leiras são revolvidas semanalmente. A maturação está completa quando não há incremento de temperatura após o revolvimento (aeração) das leiras.

Na compostagem acelerada, Nicoloso et al (2017, p.26), esclarecem que deverá haver trituração das carcaças e o período de compostagem e maturação diminuem da seguinte forma:

Condição da carcaça: Devem ser previamente trituradas (2017, p. 25).

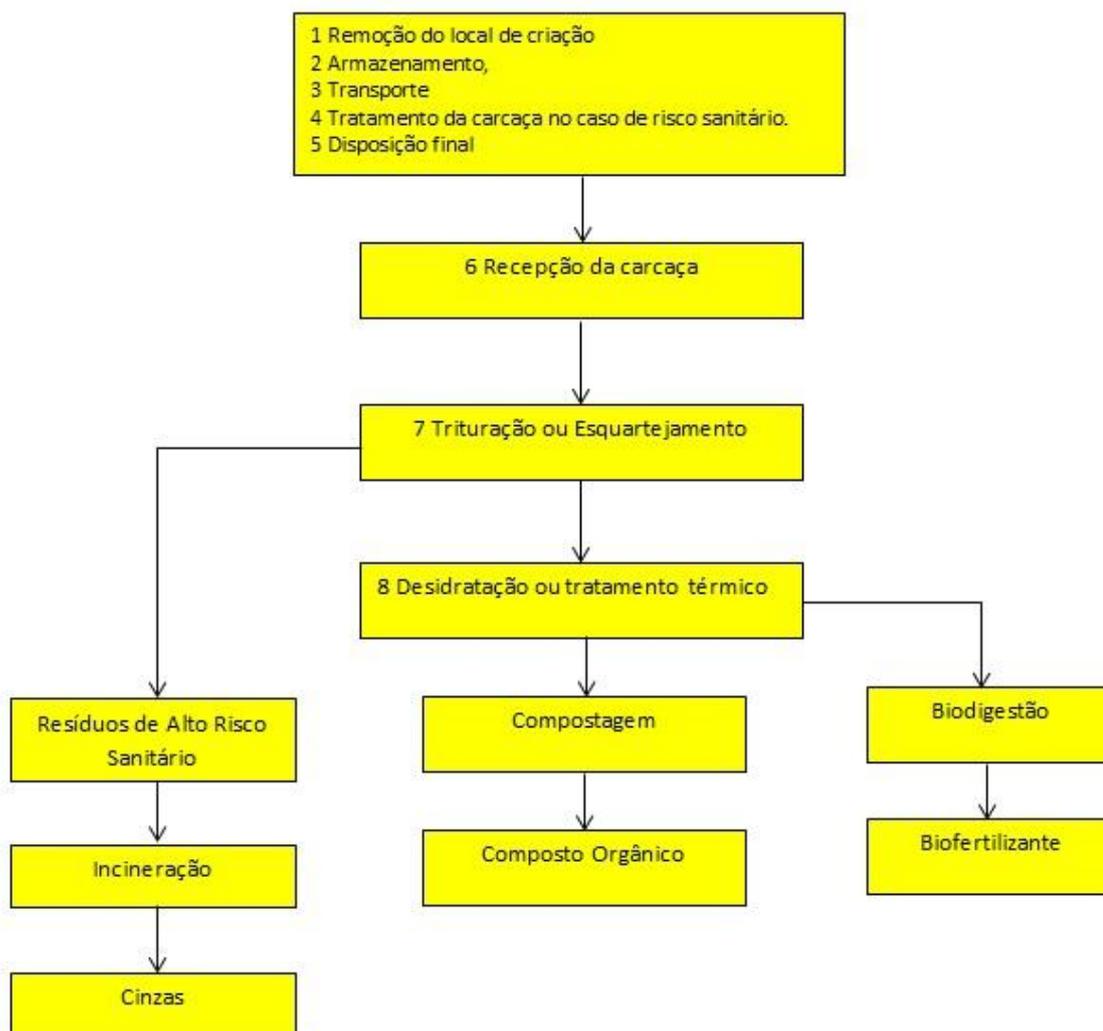
Período de compostagem: Para a completa decomposição dos tecidos moles das carcaças, recomenda-se um período mínimo de 10 dias de compostagem, em sistema de batelada. Resultados experimentais indicam tempo médio de compostagem (ou tempo de retenção para sistemas operando com alimentação contínua) de 21-28 dias para carcaças de aves e suínos. Salienta-se que o tempo para degradação do material orgânico será influenciado pela frequência de revolvimento e temperatura atingida durante o processo que deve ser monitorada [...]. O processo estará concluído quando ocorrer à redução e estabilização da temperatura do material em compostagem. Para sistemas de compostagem acelerada operando em regime contínuo, o tempo mínimo de residência do material dentro do reator deve ser calculado em função do volume útil do reator e período de compostagem indicado anteriormente.

Período de maturação: É o período posterior à remoção do material compostado do reator cilíndrico. Nessa etapa, as leiras são revolvidas semanalmente. A maturação estará completa quando não ocorrer incremento de temperatura após o revolvimento (aeração) das leiras.

Além disso, conforme Nicoloso et al (2017, p. 11) a higiene e desinfecção dos pontos de armazenagem devem acontecer de forma periódica, seguindo as normativas de ordem sanitária e ambiental.

O sistema de compostagem tradicional e acelerada segue as etapas da Figura 1.

Figura 1 – Etapas da compostagem tradicional e acelerada



Fonte: Adaptado de NICOLOSO et al., 2017, p. 07.

As etapas do processo de compostagem tradicional ou acelerada descritas por Nicoloso et al., (2017) devem acontecer da seguinte forma:

Etapa 1 – O primeiro momento trata-se da remoção do local de criação.

A remoção dos animais mortos do local de criação deve ser realizada de forma a minimizar os riscos sanitários ao rebanho e de acordo com normas de segurança do trabalho. A Embrapa Suínos e Aves desenvolveu um modelo de carrinho para transporte de suínos mortos que pode auxiliar nesse processo [...]. O equipamento é de baixo custo e evita o transporte manual de animais pesados, reduzindo o esforço do operador. O mesmo modelo pode ser utilizado para o transporte de animais vivos com dificuldade de locomoção. No entanto, destaca-se que **o carrinho utilizado para remoção dos animais mortos deve ser usado exclusivamente para essa finalidade**. O carrinho deve ser higienizado e desinfetado logo após o uso. A ocorrência de mortalidade que apresentem sintomas compatíveis

com doenças de notificação obrigatória deve ser imediatamente comunicada ao Serviço Veterinário Oficial.

A Figura 2 mostra de que forma deve o carrinho carregar os animais mortos ou carcaças, conforme indicação de Nicoloso et al (2017).

Figura 2 – Modelo de carrinho para transporte de animais mortos e como devem ser carregados



Fonte: NICOLOSO et al, 2017, p. 9.

#### Etapa 2 – Armazenamento temporário de carcaça (24 horas)

Nicoloso et al (2017, p.10) destacam que o período chamado de temporário não excede o tempo de 24 horas. Ainda, o local de armazenagem que pode ser uma câmara fria, do tamanho proporcional à mortandade diária de suínos, não pode ser usada para outra finalidade que não a de servir para armazenamento das carcaças. O local deve ser sombreado com iluminação adequada, fechado e inacessível para qualquer espécie de animais. Os animais mortos devem ser cobertos com lona plástica durante o armazenamento, como medida para controle de moscas. Em relação à localização na propriedade o armazenamento deve estar situado perto da

cerca de isolamento, facilitando tanto a retirada da carcaça pelo lado externo tanto quando pelo lado interno da cerca (NICOLOSO, 2017, p.10).

É apropriada a utilização de câmara fria para armazenagem de carcaças de acordo com Laboratório TEC-DAM da Embrapa Suínos e Aves, 2017.

Na etapa 3 considerada de transporte das carcaças na propriedade, não é admissível que o mesmo seja realizado por qualquer veículo. Conforme esclarecem Nicoloso et al o veículo destinado ao transporte de animais mortos não pode transitar por toda a propriedade, nem mesmo ser usado para “transportar ração, insumos alimentares e animais vivos” e devem ter estrutura mecânica e hidráulica que permita o carregamento e descarregamento de animais mortos, minimizando o contato dos operadores com os mesmos (NICOLOSO, 2017, p.12).

Na etapa 4, as carcaças vão para a unidade de tratamento. Nesse local o animal é registrado, pesado, sendo destinado pelo veterinário para a compostagem, para a biodigestão ou para a incineração. (NICOLOSO, 2017, p. 13). A unidade de tratamento também é fechada e inacessível para animais de qualquer espécie, além de ser higienizada e desinfetada após o processamento das carcaças. (NICOLOSO et al, 2017, p. 14).

A etapa 5 corresponde à disposição final da carcaça que será utilizada na compostagem, ou na biodigestão, ou então, deverá ser incinerada.

A etapa 6 refere-se à recepção da carcaça para trituração ou esquartejamento manual e desidratação ou outro tratamento térmico. (NICOLOSO et al, 2017, p. 8).

Na etapa 7 disposta na Figura 1, a carcaça passa pelo processo de trituração.

Nicoloso et al., (2017, p. 15) esclarecem que a trituração das carcaças (fragmentos < 3 cm) é necessária para reduzir o volume do material, aumentar a eficiência dos sistemas de tratamento e redução da mão-de-obra com o esquartejamento manual das carcaças. Porém, tecnicamente, o triturador deve atender as normas de segurança do operador, possibilitar que seja feita lavagem para higienização e desinfecção, ser construído e instalado de modo a coletar as carcaças.

Figura 3 – Triturador de carcaça de suíno para compostagem



Fonte: NICOLOSO et al, 2017, p. 9.

Conforme explicam Nicoloso et al (2017) quando tratam da etapas do processo de destinação das carcaças provenientes da mortalidade de animais, é na etapa da trituração ou esquartejamento que são identificados resíduos de alto risco sanitário, levando os mesmos para o processo de incineração.

Na etapa de trituração ou esquartejamento da carcaça é que o veterinário verifica se os resíduos são ou não de alto risco sanitário. Em caso positivo, a carcaça será levada para incineração e os resíduos se transformarão em cinzas. A incineração acontece na “temperatura superior a 800°C” (NICOLOSO et al, 2017, p. 30). As cinzas são inofensivas ao meio ambiente podendo ser incorporadas ao solo .

De acordo com a EMBRAPA Suínos e Aves (2009),

**Destinado à incineração de animais mortos de pequeno e médio porte, o Perozin INCA-40 incinera resíduos da produção com segurança sanitária e sem gerar odores ou fumaça.** O incinerador usa como fonte de calor o gás de cozinha (GLP) e possui uma capacidade de carga de 45 a 60 quilos de animais mortos por hora. Os resíduos gerados na incineração são pequenas quantidades de cinzas, estéreis e ricas em nutrientes, que podem ser utilizadas como fertilizante no solo. [...] O risco ambiental é praticamente nulo em função desse material que é queimado, evitando assim o risco biológico.

A etapa 8 é o período no qual acontece a desidratação ou tratamento térmico dos resíduos que não apresentaram risco sanitário. Os resíduos que recebem tratamento térmico farão parte da compostagem, sendo que o produto final será o composto orgânico.

Também é no período de desidratação ou tratamento térmico que os resíduos já triturados deverão ir para a biodigestão, transformando-se, finalmente, em biofertilizante.

Em relação ao sistema de compostagem acelerada, o processo de compostagem é o mesmo utilizado no sistema tradicional. Porém, conforme Kunz et al, ao se adotar equipamentos que permitem o controle dos processos como temperatura, umidade e aeração, o tempo de compostagem torna-se reduzido em relação à compostagem tradicional, sendo que ao se triturar as carcaças de suínos mortos tem-se ampliada a eficiência do processo. Em relação à temperatura, na compostagem acelerada essa deve manter-se sempre acima de 50°C. Em relação à trituração, todos os tecidos moles devem se encontrar irreconhecíveis quando estiverem prontos para irem para a próxima etapa chamada de desidratação (KUNZ et al, 2016).

Na compostagem acelerada, Nicoloso et al., (2017, p.25-26), esclarecem que deverá haver trituração das carcaças e o período de compostagem e maturação diminuem da seguinte forma:

Condição da carcaça: Devem ser previamente trituradas.

Período de compostagem: Para a completa decomposição dos tecidos moles das carcaças, recomenda-se um período mínimo de 10 dias de compostagem, em sistema de batelada. Resultados experimentais indicam tempo médio de compostagem (ou tempo de retenção para sistemas operando com alimentação contínua) de 21-28 dias para carcaças de aves e suínos. Salienta-se que o tempo para degradação do material orgânico será influenciado pela frequência de revolvimento e temperatura atingida durante o processo que deve ser monitorada [...]. O processo estará concluído quando ocorrer à redução e estabilização da temperatura do material em compostagem. Para sistemas de compostagem acelerada operando em regime contínuo, o tempo mínimo de residência do material dentro do reator deve ser calculado em função do volume útil do reator e período de compostagem indicado anteriormente.

Período de maturação: É o período posterior à remoção do material compostado do reator cilíndrico. Nessa etapa, as leiras são revolvidas semanalmente. A maturação estará completa quando não ocorrer incremento de temperatura após o revolvimento (aeração) das leiras.

Ainda, segundo Kunz et al (2016, p. 3) “todo o material em compostagem deve ainda passar por uma etapa de maturação [...] e o fertilizante orgânico obtido ao final do processo deve atender os parâmetros de qualidade e critérios de uso estabelecidos nas normativas que regulamentam o tema”.

Segundo Kunz et al., (2016, p.3-4),

A compostagem acelerada se constitui no mesmo processo de compostagem que ocorre no sistema tradicional (em leiras), mas valendo-se de equipamentos que possibilitam maior controle de processo (temperatura, umidade e aeração). Quando operado conforme as recomendações técnicas, o tempo de compostagem é reduzido em relação à compostagem tradicional, verificando-se que a trituração prévia das carcaças de animais mortos também aumenta a eficiência do processo. Os equipamentos de compostagem acelerada devem ser construídos e operados de forma que a temperatura do material em compostagem atinja e mantenha-se sempre acima de 50°C. O tempo de retenção das carcaças de animais mortos no equipamento deve ser dimensionado de forma que todos os tecidos moles sejam totalmente decompostos e não estejam mais reconhecíveis em meio ao material em compostagem antes que este seja removido do equipamento. Todo o material em compostagem deve ainda passar por uma etapa de maturação (dentro ou fora do equipamento) e o fertilizante orgânico obtido ao final do processo deve atender os parâmetros de qualidade e critérios de uso estabelecidos nas normativas que regulamentam o tema.

Observa-se que a etapa da trituração é importante, sendo que é após dessa que acontece a desidratação ou tratamento térmico, que vai acarretar na compostagem ou na produção de biodigestão. Do processo de compostagem obter-se-á o composto orgânico e do processo de biodigestão resultará na produção do biofertilizante. Vale lembrar de que os resíduos que vão para a compostagem recebem tratamento térmico.

Para que se realize a compostagem acelerada pode-se utilizar o equipamento RAC Suínos. Conforme a Empresa AGRO BONA (2017), o RAC Suínos é um equipamento que possibilita controlar as variáveis do processo de compostagem, proporcionando segurança sanitária e ambiental, assim como um composto final de elevado valor agrônômico. Os resíduos a serem processados são as carcaças provenientes da mortalidade de Suínos e resíduos de incubatório de suínos. As vantagens em relação aos demais sistemas de tratamento são:

- Menor tempo para estabilização do composto; proporciona segurança sanitária aos colaboradores e sistemas de produção; reduz a atração e proliferação de insetos e vetores, por ser um sistema fechado; reduz a emissão de gases causadores de efeito estufa, por se tratar de um sistema aeróbio; permite controlar

as variáveis do processo de compostagem (Relação Carbono, Nitrogênio, Temperatura, umidade e oxigenação); menor necessidade de mão de obra; minimiza o risco de geração de chorume e odores indesejáveis; menor custo de tratamento, pois dispensa uso de fontes energéticas nobres e o produto final é um composto uniforme e estabilizado, livre de cheiro, risco sanitário e ambiental (AGRO BONA, 2017).

O RAC – 120 de suínos tem a capacidade de até 6.000 animais alojados, sendo que o equipamento tem guincho manual. O RAC - 120 MATRIZ SUÍNOS, tem a capacidade de até 200kg de carcaça diária em média e é equipado com guincho elétrico (AGRO BONA, 2017).

A figura 4 mostra esse equipamento.

Figura 4 – Equipamento para compostagem acelerada



FONTE: AGRO BONA, 2018.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia do estudo é do tipo exploratório, descritivo e explicativo.

#### **3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS**

Segundo Gil (2008) a pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema, podendo haver levantamento bibliográfico, assumindo a forma de estudo de caso.

Ainda, conforme esclarece Gil (2008) é descritivo porque descreve as características de determinado fenômeno. Uma de suas peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tal como a observação sistemática. É explicativo porque detalham os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência do fenômeno, de uma realidade, explicando a razão e o porquê das coisas.

O tipo estudo de caso segundo Lakatos e Marconi (2003) correspondente a produção de dados e explicações que estão relacionados ao objetivo descrito no estudo.

Destaca Gil (2008) que o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita o seu detalhado conhecimento.

Enquanto tipo de delineamento o estudo é definido como estudo de caso, já que segundo Yin (2001) o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados. Este método é útil quando o fenômeno a ser estudado é amplo e reunindo informações detalhadas e sistemáticas de um fenômeno.

Conforme Mattar (2001, p. 23), no estudo de caso as informações podem ser informais, “centrada unicamente em observar objetos, comportamentos e fatos de interesse para o problema em estudo, mesmo que obtidos informalmente”.

Dessa forma, o estudo é realizado na Granja Bela União, envolvendo informações acerca do sistema de compostagem a partir de processo de destinação de carcaças advindas da mortalidade de suínos.

A coleta de dados envolve a descrição das partes do sistema de compostagem realizada através da observação direta.

A análise de dados envolveu a descrição detalhada dos procedimentos a serem adotados para se realizar a análise qualitativa das informações levantadas a partir das observações diretas do sistema analisado.

A pesquisa foi realizada a partir de conversas informais com gestores e funcionários responsáveis pelas etapas do processo de compostagem. Também, enquanto registro documental utilizou-se de fotografias e de vídeos curtos, que demonstraram os procedimentos realizados na granja e que foram devidamente analisados frente aos autores estudados em relação às normas sanitárias e ambientais.

Respeitando a natureza do estudo de caso, a pesquisa teve como local a Granja Bela União, BR-472, Santa Rosa - RS, 98900-000. A Figura 05 mostra a entrada da Empresa onde foi realizado o estudo.

Figura 05 – Entrada da Granja Bela União



Fonte: O Autor, 2018.

### 3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Na realização desse estudo foram utilizados como materiais e equipamentos: *Solidworks*, que se trata de um software para dimensionamento de desenhos em três dimensões. O *Autocad* que se trata de um software de dimensionamento de plantas. Um *Drone* marca DJII para a realização de imagens aéreas da área de execução do presente estudo (Ver apêndice F). Utilizou-se, também, um celular marca *Apple* para realização de fotografias e vídeos das diferentes etapas do processo de compostagem na Granja.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nessa parte do estudo expõe-se sobre o sistema de compostagem de carcaças utilizado na Granja Bela União e a inserção de sala de avaliação e preparação das carcaças de suíno para o processo de compostagem.

### 4.1 O SISTEMA DE COMPOSTAGEM DE CARCAÇAS UTILIZADO NA GRANJA BELA UNIÃO

O sistema de compostagem utilizado na Granja Bela União na atualidade, encontra fundamento em Pedroso-de-Paiva (2006, p.29), na obra Cartilha de compostagem de carcaças e resíduos das criações na propriedade rural, publicada pela Embrapa suínos e aves de 2006, na qual a composteira em sua etapa 6 deve ser feita em “camadas, tomando o cuidado de diminuir a largura para dar estabilidade à pilha (ângulo máximo de 45°)”. E, na sétima etapa explica que “ao se atingir cerca de 1,5 metros de altura, a pilha deverá ser coberta com material aerado e seco”.

As etapas da compostagem na Granja Bela União são as seguintes:

Etapa 1 - Retirada e transporte do animal morto para a área de compostagem.

A retirada da carcaça é realizada por dois ou três funcionários da Granja que carregam a carcaça para o local da compostagem. A quantidade de funcionários para carregar a carcaça depende do peso do animal. Porém, antes de ser retirado do local, se o animal possui brinco de identificação, esse é retirado e entregue ao gerente da granja que faz os devidos registros em arquivo próprio de obituário de animais da granja. Na figura 6 ao fundo, aparece o carrinho no qual os funcionários da granja utilizam para carregar a carcaça.

Figura 6 – Retirada e transporte do animal para a área de compostagem



Fonte: O Autor, 2018.

Etapa 2 – Dois funcionários da Granja com machadinhas e facões, na calçada que beira as células de compostagem fazem o esquartejamento da carcaça. Esse piso que é de alvenaria serve de local para o esquartejamento, recebendo as partes sólidas e líquidas advindas do animal morto. As Figuras 6 e 7 mostram a forma de esquartejamento.

Figura 7 – Forma de esquartejamento realizada na Granja Bela União



Fonte: O Autor, 2018.

Nessa segunda etapa são os funcionários ao abrir o animal, que verificam a causa da sua morte, decidindo se o mesmo vai para a compostagem ou deverá ser incinerado.

Etapa 3 – As carcaças são colocadas nas células de compostagem, seguindo as normas descritas por Pedroso-de-Paiva (2006).

As figuras 8 e 9 mostram como são as células de compostagem. As pilhas ao chegarem a 1m30cm, são fechadas na parte dianteira e traseira com tábuas. Não há telas de proteção e não há canaletas nas células para que o chorume escorra a um local apropriado. O chorume escorre pela calçada de concreto até atingir o solo. Observa-se, também, nas figuras 8 e 9 que duas partes das células são fechadas, e outras duas são abertas. Nas duas partes abertas observa-se a utilização de tapumes de madeira para o fechamento, na medida em que vai aumentando as camadas de carcaças e material seco que formam em cada célula uma pilha.

Figura 8 – Células de compostagem



Fonte: O Autor, 2018.

Figura 9 – Parte Interna de uma das células



Fonte: O Autor, 2018.

A Figura 10 mostra que a carcaça fica exposta para que outros animais entrem na célula, principalmente, as moscas e pássaros e que a compostagem chega a ficar perto do teto, inviabilizando o revolvimento para maturação, conforme esclarecem Nicoloso et al, 2017, p. 20.

Figura 10 – As carcaças esquartejadas expostas em camadas cobertas com substrato



Fonte: O Autor, 2018.

Porém, como nas células não existem canaletas, o chorume escorre pelas tábuas que fecham as células, atingindo a parte externa.

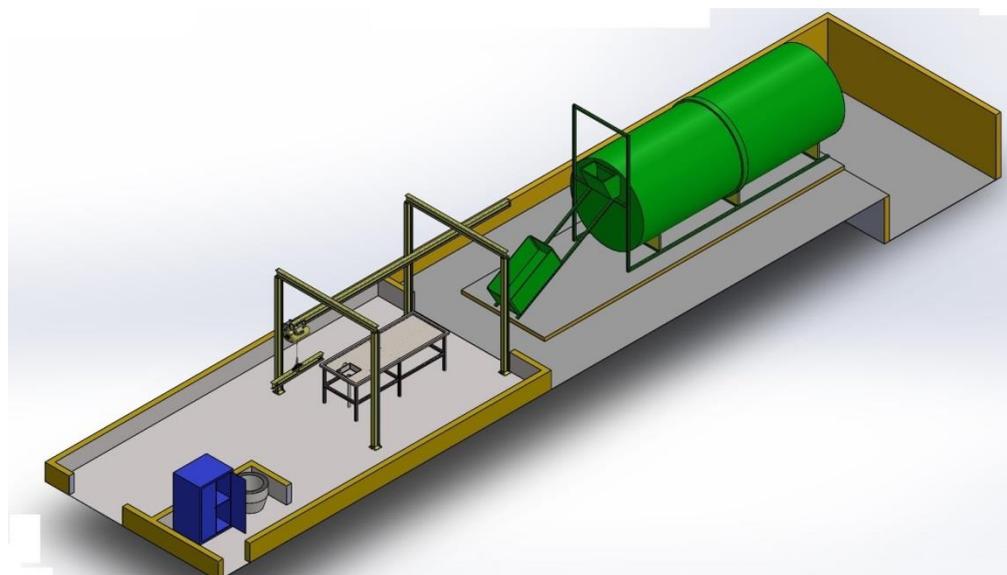
#### 4.2 INSERÇÃO DE SALA DE AVALIAÇÃO E PREPARAÇÃO DAS CARÇAÇAS DE SUÍNO PARA O PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Observou-se que a higiene e desinfecção dos pontos de armazenagem devem acontecer de forma periódica, seguindo as normativas de ordem sanitária e ambiental (NICOLOSO et al., 2017, p. 11).

Dessa forma, averiguou-se que o processo utilizado na Granja Bela União em relação a avaliação de carcaças advindas da maternidade era rudimentar, requerendo adequação em relação a higienização nos procedimentos. Assim, estudou-se na propriedade um local adequado para a construção de uma sala de avaliação de carcaças para o processo de compostagem que viesse atender as normativas de ordem sanitária e ambiental.

Na Figura 11 expõe-se a planta geral, no qual existe a recepção de carcaça, os movimentos da mesma para a mesa de trabalho (ver apêndice B), na qual os funcionários e veterinário da empresa realizam a abertura e avaliação da carcaça antes de ser destinada ao processo de compostagem.

Figura 11 – Planta Geral da sala de preparação de carcaça para o processo de compostagem (Ver apêndice C)



A sala de avaliação das carcaças será construída em alvenaria, revestida em suas paredes e piso, internamente, com cerâmicas que facilitarão o processo de limpeza e desinfecção atendendo as normas de vigilância sanitária (Ver apêndice E).

O telhado será feito com telhas. A construção da sala de avaliação será construída observando as determinações de Nicoloso et al (2017, p. 13),

Recomenda-se que sejam também construídas, quando necessário, de forma a facilitar a descarga das carcaças e outros insumos necessários e o recolhimento do resíduo tratado. O local deve ser sombreado e contar com iluminação adequada. Além disso, deve ser fechado e inacessível para animais de qualquer espécie, com tela nas aberturas afim de evitar a entrada de pássaros e insetos.

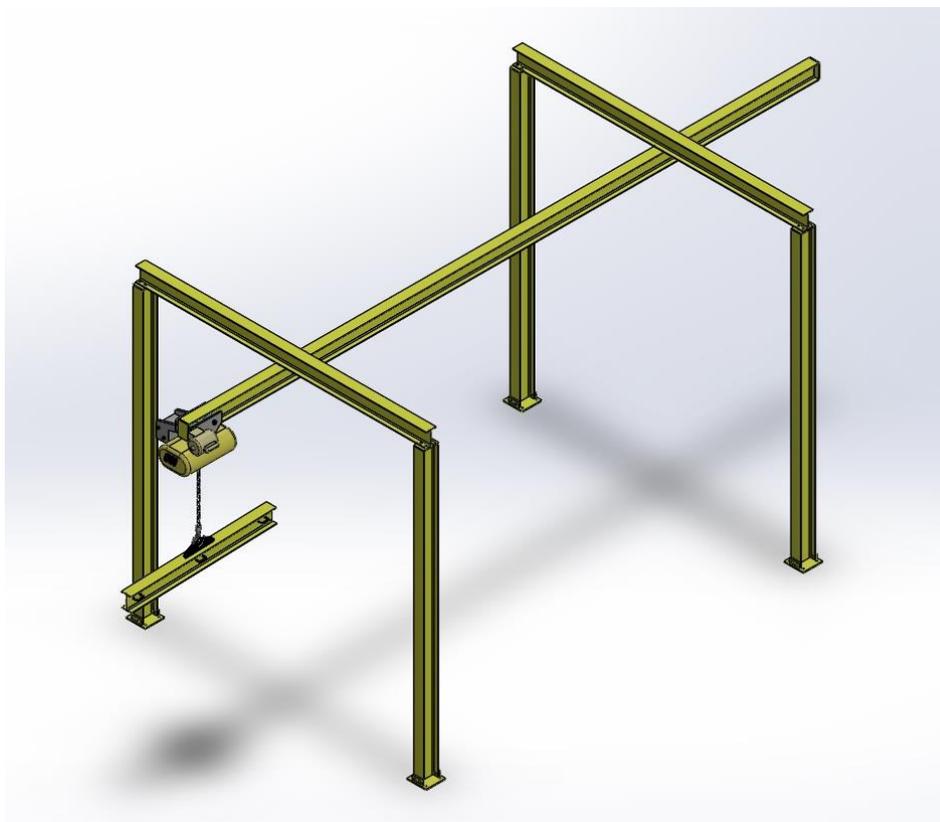
Os funcionários da Granja que trabalharão dentro dessa sala de avaliação de carcaças deverão estar usando as EPIs adequadas segundo dispõe as Normas de Segurança do Trabalho.

Dentro dessa sala também estarão dispostos além da mesa de trabalho e talha elétrica, materiais de higiene e desinfecção e materiais de EPIs.

Ao detalhar dos movimentos realizados nesse local específico, pode-se destacar o seguinte: Inicialmente, o trabalhador da granja com o carrinho de transporte traz a carcaça que deverá ser avaliada pelo veterinário. Esse carrinho adentra na sala de avaliação através de uma porta de correr, de metal com as dimensões apropriadas para a entrada e saída do carrinho de transporte.

A partir de que o carrinho esteja dentro da sala, é encaminhado para o suporte (ver apêndice A) que prende a carcaça e a eleva até a mesa de trabalho com uso de uma talha (Ver Figura 12).

Figura 12 - Monovia



Fonte: O Autor, 2018.

A monovia consiste em um conjunto de vigas de aço estrutural, de baixa liga e alta resistência para estrutura metálica (Ver apêndice D). A viga segue os padrões recomendados pela Gerdau.

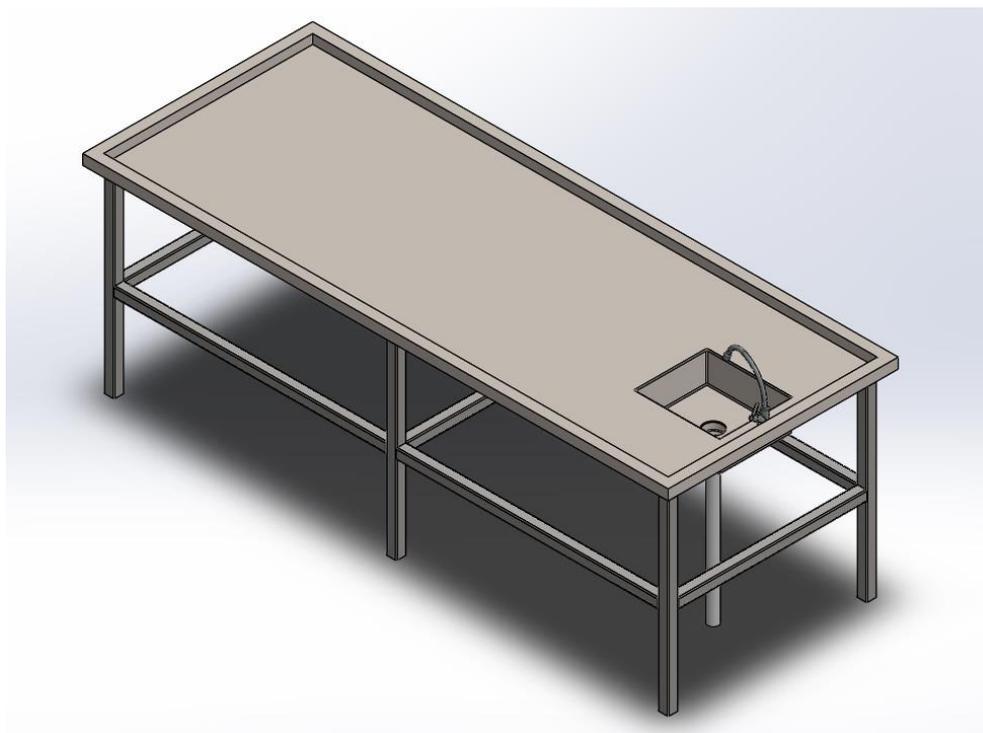
Em seguida, a carcaça é depositada sobre a mesa que é confeccionada com tubos, chapas, cuba e torneira de inox, seguindo a recomendação da NBR 9170/85, que traz as dimensões e espessuras adequadas de chapas de aço inox. (Ver apêndice B).

O tipo utilizado refere-se ao 304, destacado para a utilização em utensílios domésticos; fins estruturais; equipamentos para indústria química e naval; indústria farmacêutica; indústria têxtil; indústria de papel e celulose; refinaria de petróleo; permutadores de calor; válvulas e peças de tubulações; indústria frigorífica; instalações criogênicas; depósitos de cerveja; tanques de fermentação de cerveja; equipamentos para refino de produtos de milho; equipamentos para leiteria; cúpula para casa de reator de usina nuclear; tubos de vapor; condutores de águas pluviais; calhas. (MANUAL TÉCNICO DE AÇO INOXIDÁVEL, 2011).

Salienta-se que a adequação na utilização desse material é devido a não reagir com a utilização de produtos químicos de limpeza e não acontecer a corrosão pela constante utilização (MANUAL TÉCNICO DE AÇO INOXIDÁVEL, 2011).

A figura 13 traz o projeto da mesa (Ver Apêndice B) receptora de carcaça para avaliação e dispensa ao processo de compostagem.

Figura 13 – Mesa destinada à avaliação de carcaça



Fonte: O Autor, 2018.

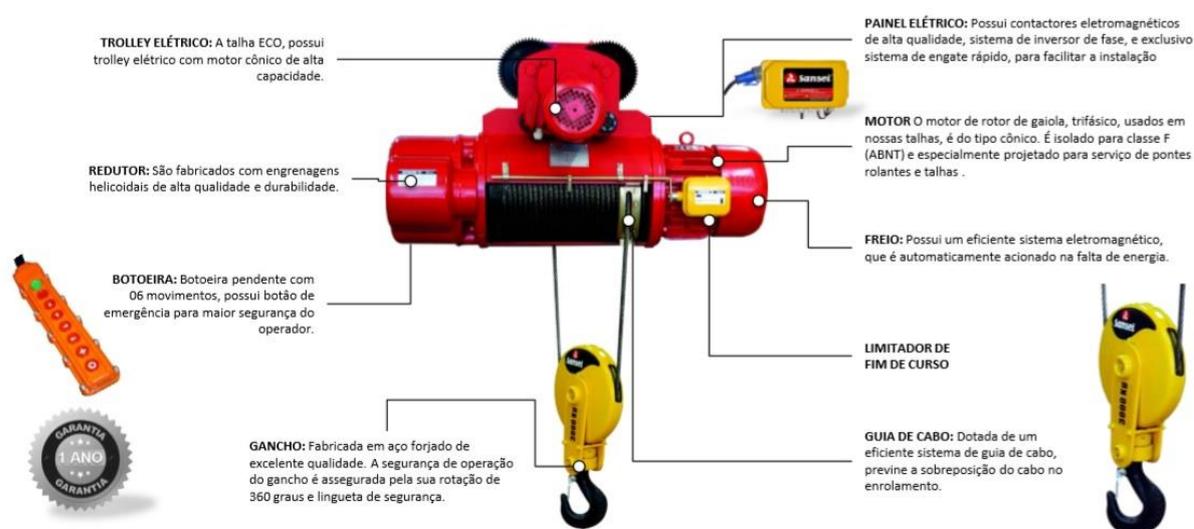
A mesa vem ao encontro do atendimento da melhoria do processo existente na Granja Bela União. A partir da mesa os trabalhadores não necessitarão mais depositar as carcaças no chão para esquarterar e verificar a causa morte dos animais. (Ver Figura 7)

Também, os procedimentos na mesa favorecem a necessária higienização do processo conforme aponta Nicoloso et al (2017).

A utilização da talha favorece o trabalho dos funcionários que não necessitarão utilizar de esforço físico para manuseio das carcaças. A Figura 14 mostra a talha de cabo de aço – linha ECO da marca Sansei apropriada para até 500 kilos. A mesma possui *trolley* elétrico (20 mts/min), 09 metros de içamento, podendo ser de 01 ou de 02 velocidades (no içamento), sistema de fim de curso na

elevação para evitar acidentes, caixa de redução com engrenagens de alta durabilidade, sistema de freio eletromagnético, com motor cônico, guia de cabo e baixo índice de manutenção. Acompanha manual em português, painel elétrico com sistema *plug-play* e botoeira pendente com 06 movimentos.

Figura 14 – Talha para içamento e movimento da carcaça



Fonte: Talhas SANSEI, 2018.

Após ser avaliada a carcaça passa para o processo de trituração que é a compostagem acelerada.

### 4.3 INSERÇÃO DE TRITURADOR DE CARÇAÇA SUÍNA

Com a análise das etapas do sistema de compostagem a partir da carcaça suína na Granja Bela União, observou-se, além da necessária inserção da sala de avaliação de carcaças, que existia a necessidade de inserir um triturador que viesse promover a compostagem acelerada, levando a melhoria do processo.

Em relação à NBR, a ISO 17103:2009 publicada em 24 de março de 2017, em vigor, especifica os requisitos e os critérios de aceitação para saias de proteção de roçadoras rotativas a disco, roçadoras rotativas a tambor e trituradores utilizados na agricultura (2009).

A ABNT NBR ISO 4254-12, publicado em 23 de março de 2017, sobre Máquinas agrícolas - Segurança, Roçadoras rotativas a disco e a tambor e

trituradores, especifica os requisitos de segurança e sua verificação quanto ao projeto e construção de roçadoras rotativas a disco, roçadoras rotativas a tambor, como as utilizadas para colheita de cultura forrageira, e trituradores com eixo horizontal para uso exclusivo na agricultura, que podem ser montados, semimontados, rebocados ou auto propelidos. Esta parte da ABNT NBR ISO 4254 descreve os métodos para a eliminação ou redução de riscos decorrentes do uso pretendido e mau uso razoavelmente previsível dessas máquinas por uma pessoa (o operador) no decorrer da operação e serviço normais. Além disso, esta parte da ABNT NBR ISO 4254 especifica o tipo de informação sobre práticas de trabalho seguras a serem fornecidas pelo fabricante.

Isso quer dizer que um triturador utilizado deve oferecer segurança aos seus operadores. Assim, conforme Nicoloso et al., (2017, p. 15) a trituração é indicada “carcaças (fragmentos < 3 cm) para redução do volume do material, aumento da eficiência dos sistemas de tratamento e redução da mão-de-obra com o esquartejamento manual das carcaças”.

Segundo Nicoloso et al., (2017, p. 15) “o equipamento deve atender normas de segurança do operador, permitir lavagem para higienização e desinfecção, ser construído e instalado de modo a coletar todos os fluídos e resíduos gerados.”

A utilização de um triturador de carcaças como o apresentado por Nicoloso et al., (2017, p. 16) apresenta-se como ideal para a inserção no processo de compostagem acelerada na Granja Bela União, oferecendo satisfação das necessidades exigidas pela NBR 4254.

A máquina RAC da Empresa AGRO BONA é apropriada para a compostagem acelerada a ser adotada na Granja Bela União. No entanto, todo o material inserido nesse reator cilíndrico, rotativo com isolamento térmico, equipado com sistemas automatizados para o controle de rotação (temporizador), controle de aeração (ventilação forçada com temporizador) e com possibilidade de tratamento dos gases de exaustão (captura de amônia e redução de maus odores), deve ser “previamente triturado” (NICOLOSO et al, 2017, p. 24).

Devido à mortandade de suínos na Granja não ser previsível, sugere-se que a máquina RAC – 120 de suínos, da AGRO BONA, com a capacidade de até 200kg de carcaça diária em média, de guincho elétrico, seja utilizada no processo de compostagem. (Ver figura 4) Esse sistema de trituração apresentado se mostra adequado ao atendimento das necessidades do processo realizado na Granja.

Depois da trituração o composto orgânico será utilizado para adubação de áreas de reflorestamento e, também, em áreas de solo para lavoura e pastagens degradadas pelo uso intensivo. Dessa forma, o composto é um elemento que passa a complementar a matéria orgânica do solo, restituindo a sua composição natural.

## 5 CONCLUSÃO

Ao finalizar esse estudo, que se tratou de detalhar as etapas do sistema de compostagem utilizado na Granja Bela União, inserindo um local de avaliação da carcaça de suínos adequado a higienização e um triturador compatível com a compostagem acelerada, diminuindo o tempo do processo de compostagem, pode-se concluir que:

- Foi realizado levantamento detalhado de cada uma das etapas do processo de compostagem existente, mostrando as necessárias adequações diante da legislação e NRs relativas a preservação ambiental e higienização do processo.

- Foi construído uma sala de avaliação de carcaças conforme especificações específicas da EMBRAPA – Tecnologias para Destinação de Animais Mortos na Granja, contemplando a análise de carcaças que poderá ser realizado por funcionários da granja devido a compreensão da sequência de seu processo, atendendo as normas de higienização e Segurança do Trabalho, a partir da utilização das EPIs.

- O modelo de triturador de carcaças identificado que melhor supra a necessidade do sistema batelada na granja foi a máquina RAC – 120 de suínos, da AGRO BONA, com a capacidade de até 200kg de carcaça diária em média, de guincho elétrico.

Conclui-se que a inserção da sala de avaliação para a carcaça suína e a inserção da máquina de trituração trouxe ao processo de compostagem, a necessária adequação do processo em cada uma de suas etapas.

Além disso, conclui-se que a adequação do processo realizado permitiu o favorecimento da proteção ambiental e proteção dos trabalhadores do processo. A partir de agora, evita-se a disseminação de bactérias e vírus, além de haver a aceleração do processo de compostagem.

As hipóteses inicialmente levantadas nesse estudo foram devidamente comprovadas e seus objetivos plenamente alcançados.

## REFERÊNCIAS

AGRO BONA. **PRODUTOS: RAC-SUÍNOS**. DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.AGROBONA.COM.BR/#!PRODUTO/RAC-SU-NOS](http://www.agrobona.com.br/#!PRODUTO/RAC-SU-NOS). ACESSADO EM: 11 DE AGO 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15287**: informação e documentação: projeto de pesquisa: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento: apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028**: informação e documentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

DAÍ PRÁ, Marcos Antonio et al. **Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos**. Porto Alegre: Evangraf Ltda, 2009. ISBN 978-85-7727-164-1.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Embrapa Suínos e Aves desenvolve modelo inédito de incinerador. 17/09/2009. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=20346&secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos#null> Acessado em: 17 de Ago 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008. ISBN 85-224-3169-8.

JUNGMANN, Mariana. **Maggi diz que resultado do PIB reflete recuperação de perdas do Agronegócio**. EBC Agência Brasil. 01/06/2017, 17h56. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/ECONOMIA/NOTICIA/2017-06/MAGGI-DIZ-QUE-RESULTADO-DO-PIB-REFLETE-RECUPERACAO-DE-PERDAS-DO-AGRONEGOCIO>>. Acessado em: 14 de Ago 2017.

KUNZ, Airton et al. **Nota Técnica**. 2º Workshop do projeto “Tecnologias para destinação de animais mortos - TEC-DAM”, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia (SC), 09 de novembro de 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/14254919/Nota+T%C3%A9cnica+-+2%C2%BA%20Workshop+TEC-DAM.pdf/>. Acessado em: 15 de Ago 2017.

LOVATO, Adalberto. **Metodologia da Pesquisa**. Três de Maio: SETREM, 2013. ISBN 978-85-99020-05-0.

MANUAL TÉCNICO DE AÇO INOXIDÁVEL. **Rev. 09 – 05/2011**. Disponível em: <<http://www.kloecknermetals.com.br/pdf/3.pdf>>. Acessado em: 01 de out 2018.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2001. ISBN 8522429472.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003. ISBN 85-224-3397-6

NBR ISSO 4254-12 de 03/2017. **Máquinas agrícolas – segurança – parte 12: Roçadoras rotativas a disco e a tambor e trituradores**. 2009. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/materias-tecnicas/2017/04/19/4180/n>. Acessado em: 17 de ago 2017.

NICOLOSO, Rodrigo da Silveira et al. **Tecnologias para destinação de animais mortos na granja**. Concórdia/SC: Embrapa Suínos e Aves, 2017.

OCDE–FAO. **Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. 2015. **Revista FAO**. 09/07/2015. Disponível em: <http://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>. Acessado em: 14 de Ago 2017.

OLIVEIRA, Paulo Armando V. de; DAL PRÁ, Marcos Antônio; KONZEN, Egídio Arno. Unidade de transformação dos dejetos líquidos em composto orgânico. In OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de (Coord.). **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 69-79, 2004.

PAIVA, D.P.; BLEY JÚNIOR, C. Emprego da Compostagem para Destinação Final de Suínos Mortos e Restos de Parição. **Circular Técnica, 26**. Embrapa Suínos e Aves Santa Catarina, 2001.

PEDROSO-DE-PAIVA, Doralice. **Cartilha de compostagem de carcaças e resíduos das criações na propriedade rural**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

SANSEI. **Produtos linha ECO**. Disponível em: <<http://www.sanseitalhas.com.br/eco/talhas-de-cabo-de-aco>>. Acessado em: 1 de Out 2018.

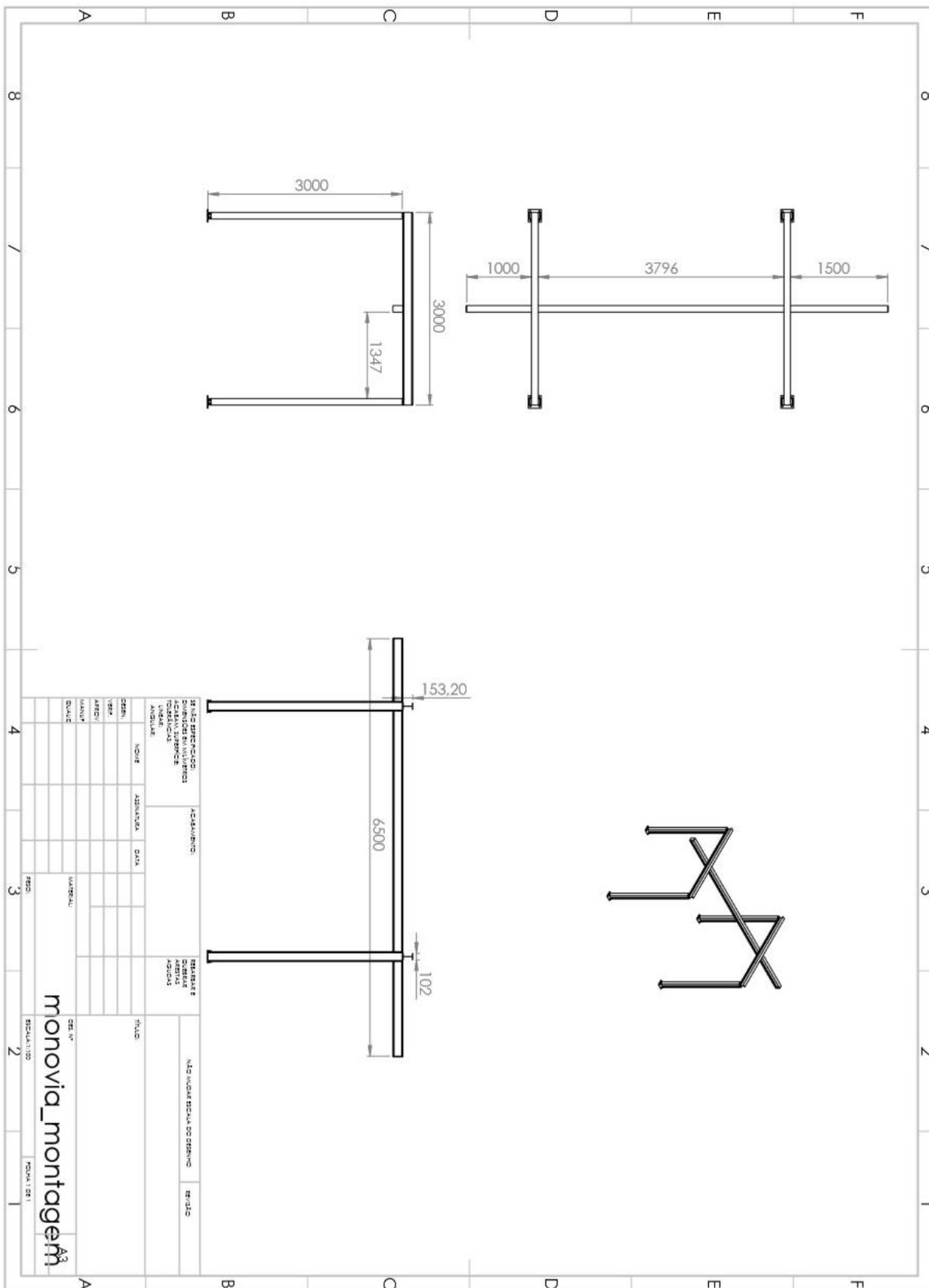
YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookmam, 2001. ISBN 85-7307-852-9

## **APÊNDICES**

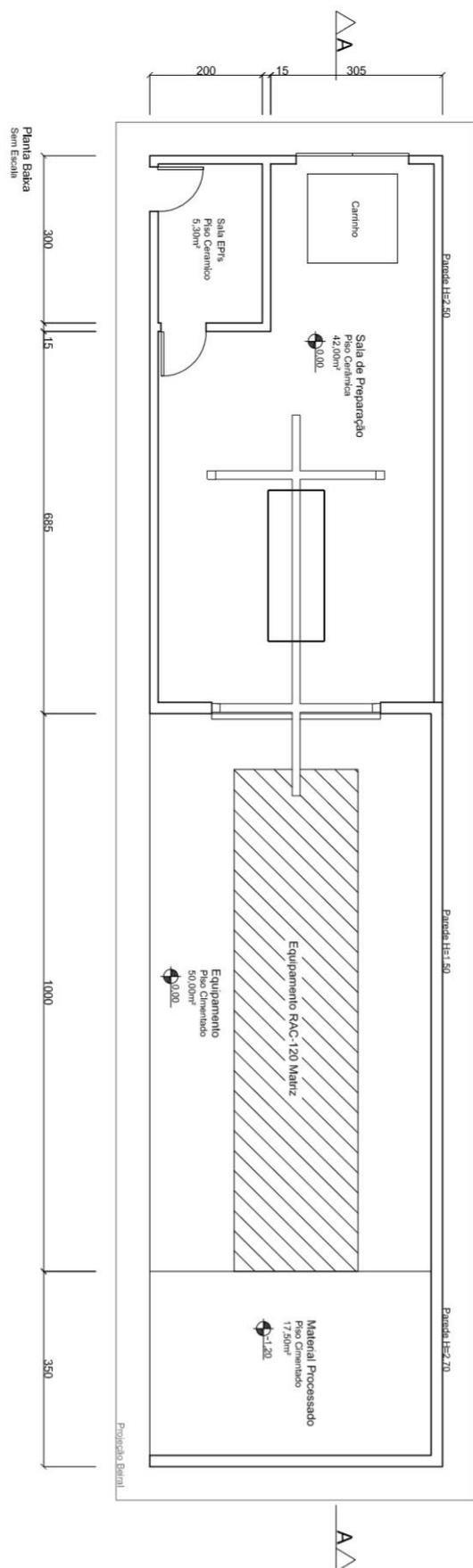




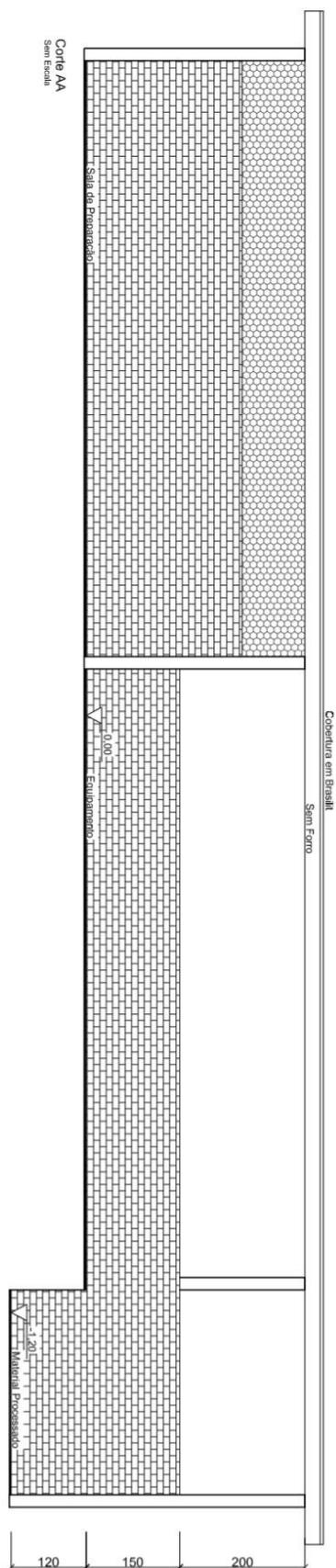
APÊNDICE C – MONOVIA



## APÊNDICE D – PLANTA BAIXA DA SALA DE PREPARAÇÃO E EQUIPAMENTO



## APÊNDICE E – CORTE AA



## APÊNDICE F – IMAGEM DRONE

