



**JOÃO HENRIQUE ATTUATI**

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DIMENSIONAMENTO DE UM  
MISTURADOR DE INSUMOS AGRÍCOLAS**

Horizontina - RS  
**2017**

**JOÃO HENRIQUE ATTUATI**

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DIMENSIONAMENTO DE UM  
MISTURADOR DE INSUMOS AGRÍCOLAS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Prof. Mestra Eng. Francine Centenaro.

**Horizontina - RS**

**2017**

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

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

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E DIMENSIONAMENTO DE UM  
MISTURADOR DE INSUMOS AGRÍCOLAS**

**Elaborada por:**

**João Henrique Attuati**

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

Aprovado em: 27/11/2017  
Pela Comissão Examinadora

---

Mestra. Francine Centenaro  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

---

Mestre. Eloir Fernandes  
FAHOR – Faculdade Horizontina

---

Mestre. Jonathan Felipe Camargo  
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS  
2017**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais Solange V. B. Attuati e João Neuri Attuati, pela educação, valores e princípios. Que me apoiaram e incentivaram durante essa caminhada.

## **AGRADECIMENTO**

Primeiramente a Deus, por fazer deste sonho realidade, aos meus pais, irmão e namorada pelo apoio e compreensão em todos os momentos.

A minha orientadora e professores por não medirem esforços para a minha qualificação e, por fim, aos amigos e colegas que sempre estiveram presentes e me deram forças para continuar na busca desta meta alcançada.

*“Não conheço nenhuma fórmula infalível para obter o sucesso, mas conheço uma forma infalível de fracassar: tentar agradar a todos”.*

John F. Kennedy

## RESUMO

O setor agrícola é um dos pilares da economia brasileira, tendo em vista as dificuldades enfrentadas pela falta de mão de obra, surgiu à possibilidade de facilitar uma atividade agrícola através do desenvolvimento de um equipamento, o qual tem o objetivo de misturar de forma homogênea insumos para transformar em ração de trato animal, apresentando como diferencial em relação a produtos existentes no mercado, sua mobilidade e facilidade de operação. O projeto foi desenvolvido baseado em normas regulamentadoras, suprimindo as necessidades e requisitos de segurança na normativa. Para desenvolver o projeto foram utilizados recursos e conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia Mecânica. Além de atender as expectativas técnicas, o equipamento gera um bem estar para as famílias dos clientes, pois sua ergonomia e segurança operacional trazem benefícios diretos à saúde do trabalhador.

**Palavras-chave:** Tecnologia. Agricultura. Engenharia.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Método Proposto por Munari.....	20
Figura 2- Misturador em V.....	22
Figura 3- Misturador Horizontal Rotativo.....	23
Figura 4- Misturador Horizontal.....	24
Figura 5- Misturador Vertical.....	25
Figura 6- Misturador em Y.....	26
Figura 7- Meios de Aproveitamento de Potência dos Tratores.....	27
Figura 8- Fluxograma Método Munari.....	28
Figura 9- Vista Lateral do Cardan e do Acoplador do Trator.....	33
Figura 10- Vista Frontal do Diferencial do Produto o Cardan e Acoplador do Trator	33
Figura 11- Relação de Engrenagens.....	34
Figura 12- Tampa de Inspeção e Limpeza do Misturador.....	34
Figura 13- Vista Superior e Itens Internos.....	35
Figura 14- Tubo de alimentação com a tampa superior semiaberta.....	35
Figura 15- Tubo Descarregador Com a Tampa Aberta, Mostrando o Sem Fim.....	36
Figura 16- Vista Isométrica.....	36
Figura 17- Vista em corte.....	37
Figura 18- Desenho técnico Estrutura de Sustentação.....	38
Figura 19- Silo de mistura e armazenamento.....	38
Figura 20- Cone Intermediário.....	39
Figura 21- Calha de Descarga.....	39
Figura 22- Eixo Sem Fim.....	40
Figura 23- Tubo Central de Mistura.....	40



Figura 24- Grade de Proteção do Sistema de Alimentação.....	41
Figura 25- Simulação de Tensão Máxima da Estrutura.....	42
Figura 26- Simulação de Deslocamento Máximo .....	43
Figura 27- Simulação da deformação máxima .....	43
Figura 28- Percepção do Projeto.....	44
Figura 29- Engrenagens Produzidas pela METALFRESA.....	54
Figura 30- Rolamentos produzidos pela Schaeffler .....	55
Figura 31- Eixo cardan Produzido pela GKN.....	55
Figura 32- Bobina e Blank de aço AISI 1020.....	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Características Misturadores em V.....	22
Quadro 2- Características Misturadores Horizontais Rotativos. ....	23
Quadro 3- Características Misturadores Horizontais .....	24
Quadro 4- Características Misturadores Verticais. ....	25
Quadro 5- Características de Misturadores em Y.....	26
Quadro 6- Dados para o Cálculo de engrenagens. ....	45
Quadro 7- Fornecedor de engrenagens.. ....	54
Quadro 8- Fornecedor de Rolamentos.....	54
Quadro 9- Fornecedor de Eixo Cardan. ....	55
Quadro 10- Fornecedor de Aço.....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Método Proposto por Bruno Munari. Adaptada pelo Autor .....	29
Tabela 2- Especificação do Produto.....	32
Tabela 3- Propriedades do material - Aço AISI 1020 .....	45
Tabela 4- Características do conjunto de transmissão de movimento e potência.....	48
Tabela 5- BOM – Produto Proposto – Misturador de Insumos Vertical.....	50
Tabela 6- Definição dos itens manufaturados e comprados .....	52

## Nomenclatura de Símbolos de Fórmulas

$\delta_2$ : Conicidade da engrenagem

$M_T$ : Torque no Pinhão

$i$ : Relação de Transmissão

$W$ : Fator de Durabilidade

$P_{adm}$ : Intensidade da Pressão Admissível

$b_1 d_{m1}^2$ : Volume Mínimo do Pinhão

$d_{m1}$ : Módulo de Engrenamento

$m_m$ : Módulo Médio

$m_n$ : Módulo de Engrenamento (Ferramenta)

$m_{m(R)}$ : Módulo de Engrenamento (Recálculo)

$d_{m1(R)}$ : Diâmetro Médio (Recalculado)

$b_1$ : Largura do Pinhão

$\sigma_{max}$ : Resistência à Flexão no Pé do Dente

$F_T$ : Força Tangencial

$Z_{e1}$ : Fator "q"

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 TEMA.....	16
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	16
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	16
1.5 JUSTIFICATIVA.....	17
1.6.1 Objetivo Geral.....	18
1.6.2 Objetivos Específicos.....	18
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	19
2.2 METODOLOGIA DE PROJETO PROPOSTA POR BRUNO MUNARI.....	19
2.3 NORMAS REGULAMENTADORAS SEGUIDAS NO PROJETO.....	20
2.3.1 NR-12 SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS.....	21
2.3.2 NR17 ERGONOMIA.....	21
2.4 TIPOS DE MISTURADORES.....	22
2.4.1 MISTURADOR EM V.....	22
2.4.2 MISTURADOR HORIZONTAL ROTATIVO – ADUBOS E RAÇÕES.....	23
2.4.3 MISTURADOR HORIZONTAL.....	24
2.4.4 MISTURADOR VERTICAL.....	25
2.4.5 MISTURADOR EM “Y”.....	26
2.5 TRATORES.....	27
2.5.1 SISTEMA HIDRÁULICO.....	28
2.5.2 BARRA DE TRAÇÃO.....	28
2.5.2 TOMADA DE POTÊNCIA.....	28
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS.....	29
3.1.1 Método de Munari.....	29
3.1.2 Ciclo de Detalhamento.....	31
3.1.3 Ciclo de Aquisição.....	31
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	31
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>31</b>
4.1 CICLO DE DETALHAMENTO.....	31
4.1.1 ESPECIFICAÇÕES E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	32

4.1.1.1 MODELO 3D .....	32
4.1.1.2 DESENHOS DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	37
4.1.1.3 MATERIAL .....	44
4.1.1.4 DIMENSIONAMENTO E CÁLCULOS.....	45
4.1.1.4.1 ENGRENAGENS.....	45
4.1.1.4.2 ROLAMENTOS .....	49
4.1.1.4.3 VIBRAÇÕES .....	49
4.2 CICLO DE AQUISIÇÃO .....	49
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>APENDICE A – DESENHO TÉCNICO ESTRUTURA DE SUSTENTAÇÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>APENDICE B – SILO DE MISTURA E ARMAZENAMENTO .....</b>	<b>62</b>
<b>APENDICE C – CONE INTERMEDIÁRIO .....</b>	<b>63</b>
<b>APENDICE D – CALHA DE DESCARGA .....</b>	<b>64</b>
<b>APENDICE E – EIXO SEM FIM.....</b>	<b>65</b>
<b>APENDICE F – TUBO CENTRAL DE MISTURA .....</b>	<b>66</b>
<b>APENDICE G – GRADE DE PROTEÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO .....</b>	<b>67</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com o constante desenvolvimento do mercado agrícola, a necessidade de produtos que ofereçam soluções eficientes para facilitar e agilizar processos e trabalhos, geram oportunidades de desenvolvimento de produtos. A competitividade e a busca por ganhar espaço tornaram-se intensas forçando inovação e busca por excelência nos produtos oferecidos para poder assegurar negócios futuros, trazendo benefícios e vantagens ao cliente.

O ramo agrícola, no cenário atual brasileiro, tem seu desenvolvimento incentivado, por facilidade de acesso a linhas de financiamento e a novas tecnologias para aumento da produtividade bem como o crescimento da mão de obra na área para melhorar a gestão do negócio. Entretanto, muitas atividades ainda são realizadas através do esforço físico humano, como por exemplo, a mistura de produtos, utilizados para o trato animal e na realização de tratamento de sementes. Algumas destas atividades são difíceis, exigem esforço excessivo ou ainda apresentam riscos ergonômicos e a segurança.

Este projeto viabiliza-se pelo estudo de adequar um misturador de insumos as necessidades do agricultor, o qual visa, além de desempenho, praticidade, mobilidade, segurança e eficiência da utilização de máquinas.

## 1.1 TEMA

O tema deste trabalho, está focado em projetar e dimensionar um misturador de insumos agrícolas, com ênfase em insumos para trato animal.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema delimita-se no desenvolvimento de um dispositivo denominado misturador de insumos.

Será executado no período de aproximadamente 9 meses, desenvolvido de fevereiro a outubro de 2017. Nesse período será feito um estudo visando à necessidade, o desenvolvimento e viabilidade do projeto.

## 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O projeto de pesquisa está focado em buscar melhorias para o aumento da produtividade do homem no campo, principalmente aqueles que atuam nas atividades de engorda de animais para o abate ou mesmo gado leiteiro. Neste contexto, por tratar-se o projeto de um misturador móvel de ração animal e demais

insumos, para oferecer ao produtor rural uma opção que lhe traga aumento de produtividade e redução da mão de obra que já é escassa no principal setor econômico atuante na região, o tema da pesquisa se insere na linha de pesquisa institucional, Tecnologia e Inovação.

Na atividade, além da dificuldade devido à necessidade de força humana, tem-se o fator tempo, que é consideravelmente maior sem o auxílio de equipamentos adequados, o volume de mistura é reduzido e sua homogeneidade prejudicada.

A mistura braçal, exigindo esforços humanos, pode ser realizada de diversas formas, seja por uso de ferramentas como inchadas ou pás, misturando os insumos contidos em recipientes tais como tachos, lonas, entre outros, ou ainda, por meio de recipientes fechados onde o insumo é depositado e realiza-se a mistura por oscilações aleatórias no recipiente. A não existência de soluções de misturadores móveis, principalmente verticais, que sejam acionados por meio de cardam acoplado a tratores agrícolas torna o projeto relevante.

Diante disso, pretende-se responder a seguinte questão de pesquisa: o desenvolvimento de um misturador de insumos agrícolas de caráter inovador, poderá trazer melhorias e vantagens no processo produtivo do cliente? Bem como, uma obtenção de mistura homogênea de uma maior quantidade de matéria em um espaço menor de tempo?

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Com o desenvolvimento da agricultura, e a prática crescente de consumismo e necessidade de produtos que ofereçam soluções eficientes para facilitar e agilizar processos e trabalhos, tem-se um mercado, nos últimos anos, aquecido com oportunidades de desenvolvimento de produtos. A competitividade e a busca pelo ganho deste mercado tem se tornado intensa, forçando a inovação e a busca por excelência nos produtos oferecidos de modo a poder assegurar negócios futuros, trazendo benefícios e vantagens ao consumidor.

Desta forma, torna-se indispensável o uso de máquinas capazes de auxiliar o homem em suas atividades como uma ferramenta de desenvolvimento a qual atenda as necessidades e obtenha a satisfação do cliente oferecendo segurança na operação, e execução das tarefas.



Graças à diversificação das atividades produtivas em uma pequena propriedade rural, os pequenos agricultores passaram a ter uma renda mais significativa. Porém, eles possuem menos tempo para desempenhar tal atividade, tendo em vista que para manter a viabilidade de uma propriedade de pequeno porte, deve-se produzir cada vez mais, sem aumentar as despesas de produção. Outro agravante do crescimento do pequeno produtor, é a carência de mão de obra, mesmo sendo o setor econômico que pode ser denominado como pilar da economia na região, assim justificando o estudo.

## 1.6. OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo Geral

Projetar e analisar um misturador de insumos agrícolas e ração para trato animal para que desenvolva uma mistura homogênea das matérias primas, em maior quantidade, qualidade e menor período de tempo quando comparado ao serviço manual.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

Desenvolver através do Ciclo de Detalhamento os cálculos e simulações necessários para a análise.

Criar um ciclo de aquisição, este para verificar a viabilidade de uma pequena indústria produzir internamente os componentes ou terceirizar os mesmos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Este referencial visa trazer informações já descritas por autores sobre os principais assuntos tratados no presente trabalho. Como, sistema de armazenagem, normas de segurança aplicadas no projeto e na operação do equipamento. Também serão abordadas definições sobre o método de projeto utilizado, visando esclarecer e sanar possíveis dúvidas.

### 2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

OLSON et al. (2001) afirmam que o Processo de Desenvolvimento de Produto é um processo multidisciplinar em essência, estando associado à cooperação entre Marketing, Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Operações (Manufatura), especialmente no que tange ao grau de inovação dos produtos e aos momentos em que se dá tal integração, se nas etapas iniciais de desenvolvimento ou nas fases posteriores, sendo que essa cooperação liga-se diretamente ao sucesso de um produto.

Processo de Desenvolvimento do produto é o processo que converte necessidades e requisitos dos clientes em informação para que um produto ou sistema técnico possa ser produzido. Sendo um processo que faz uso das informações do mercado, dos diversos projetistas, das equipes de produção, bem como de testes e análises de uso do produto, necessários para a formulação de requisitos, definições, detalhamentos e aperfeiçoamentos (SMITH; MORROW, 1999 apud CODINHOTO, 2003).

### 2.2 METODOLOGIA DE PROJETO PROPOSTA POR BRUNO MUNARI

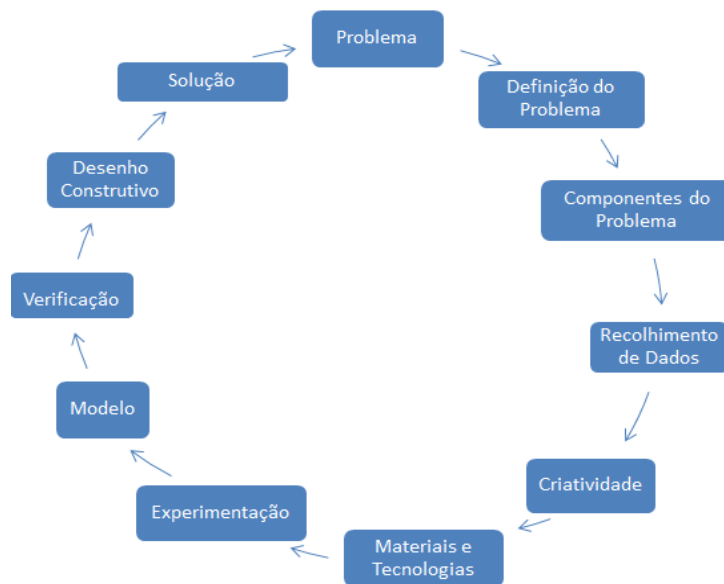
O método de projeto proposto por Bruno Munari, tem uma estrutura simplificada, assim permitindo uma visão geral do projeto e reforçando que as atividades sejam desenvolvidas com linguagem e forma clara.

Mas de acordo com Santos(2005), tanta simplicidade torna este método incompleto e deixa à parte vários questionamentos que são importantes em relação ao desenvolvimento do projeto do produto, pois pouco detalha as questões de fabricação e engenharia. Como as questões de mercado. A questão de ergonomia não é citada em sua estrutura, o que torna o método falho neste quesito, mas será

complementado pelos conhecimentos multidisciplinares adquiridos no curso de Engenharia Mecânica.

Este método é basicamente composto de quatro etapas de projeto, elas direcionadas para o tratamento do problema, recolhimento de dados, enfatizando a definição do problema em sua estrutura. No fluxograma da Figura 1, esse problema é subdividido em partes.

Figura 1: Método Proposto por MUNARI.



Fonte: Autor, 2017

A estrutura deste método sequencial, ou seja, linear, não representa a forma como projeto efetivamente ocorre quanto às suas interações e seus diversos fluxos de atividades e ações. Um fator importante para a escolha deste método é sua linguagem clara e estrutura simples, o que é adequado para *designers* iniciantes e que pode ser utilizado em fases iniciais de projeto.

### 2.3 NORMAS REGULAMENTADORAS SEGUIDAS NO PROJETO

As Normas Regulamentadoras fazem parte dos instrumentos legais utilizados pelo Ministério do Trabalho e Emprego os quais regulam e orientam procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e medicina do trabalho no Brasil. Elas direcionam as obrigações das empresas e estabelecimentos de qualquer natureza regidos pela Consolidação das Leis de Trabalho (CLT) com relação à saúde e segurança do trabalhador. São de observância obrigatória por todas as

empresas brasileiras regidas pela CLT. O descumprimento poderá resultar em notificação, autuação, interdição ou embargo de locais específicos ou do estabelecimento inteiro. A Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 1988, consolidou e ampliou os direitos trabalhistas já existentes e criou outros, entre eles, o direito de trabalhadores urbanos e rurais (art. 7º), que se relacionam de modo direto e indireto com a segurança e a saúde do trabalhador (CHAGAS; SALIM; SERVO, 2011).

### **2.3.1 NR-12 SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS**

"Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis". (Portaria MTb n.º 1.111, de 21 de setembro de 2016).

### **2.3.2 NR17 ERGONOMIA**

Conforme o Tribunal regional do trabalho de São Paulo, 2016:

“ Esta Norma Regulamentadora visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. As condições de trabalho incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário, aos equipamentos e às condições ambientais do posto de trabalho, e à própria organização do trabalho. Para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, cabe ao empregador realizar a análise ergonômica do trabalho, devendo a mesma abordar, no mínimo, as condições de trabalho, conforme estabelecido nesta Norma Regulamentadora.” (Tribunal Regional do Trabalho de São Paulo 2016.)

## 2.4 TIPOS DE MISTURADORES

### 2.4.1 MISTURADOR EM V

O Quadro 1 mostra as características básicas que definem a maioria dos misturadores em "V":

Quadro 1: Características de Misturador em V.

Características	Descrição	Características	Descrição
Capacidade	10 a 1000 Litros	Acionamento	Chave inversora de frequência
	Outras capacidades, projeto personalizado	Material	Aço inoxidável AISI 204 ou AISI 316L. Pode ser fabricado em outros metais mediante solicitação.
Alimentação	2 bocas de alimentação com tampas removíveis e anel o'ring de silicone para vedação	Transmissão	Sistema com motor redutor

Fonte: BIONATUS, 2017

Devido a sua geometria e modo de operação, requer um espaço maior em seu entorno para alojamento se comparado com misturadores de mesma capacidade de carga. Deve ser considerado um sistema de amortecimento de vibrações nesse sistema e ser instalado em base sólida. A Figura 2, apresenta um dos modelos de misturadores em V presentes no mercado.

Figura 2: Misturador em V:



Fonte: BIONATUS, 2017.

Pelas características construtivas e de projetos, esse tipo de equipamento é adotado na maioria das vezes por empresas que não necessitam de uma produtividade muito elevada em pequeno espaço de tempo.

## 2.4.2 MISTURADOR HORIZONTAL ROTATIVO – ADUBOS E RAÇÕES

Misturador com dimensões variadas e uso bem diversificado.

Quadro 2: Características Misturadores Horizontais Rotativos:

Características	Descrição	Características	Descrição
<b>Tipo</b>	Cilindro Horizontal Rotativo	<b>Rotação Tambor</b>	13 RPM
<b>Capacidade de Carga</b>	600 - 1000 kg/carga	<b>Motor</b>	15 HP / 1700 RPM
<b>Capacidade Produção</b>	4 a 5 toneladas/hora	<b>Material</b>	Chapa COS AR COR 400 resistente a corrosão
<b>Carga</b>	Moega dupla sendo uma por gravidade e uma com rosca dosadora	<b>Peso</b>	1580 kg
	Plataforma da moega com 1,55 m de altura com escada	<b>Descarga</b>	Moega de descarga para Big Bag com 1,45 m de altura
	Bomba pulverizadora para dosar líquidos		Bica articulada, permitindo descarga com o misturador em funcionamento
<b>Dimensões (Dimensões exemplo, porém varia de acordo com a capacidade e fabricante)</b>			
Tambor		Misturador	
<b>Diâmetro</b>	1,88 m	<b>Altura</b>	2,90 m
<b>Comprimento</b>	1,52 m	<b>Comprimento</b>	3,50 m (Total incluindo moega de descarga e plataforma de carregamento.
<b>Diâmetro da boca</b>	0,50 m	<b>Largura</b>	2,10 m

Fonte: MECOL, 2017.

Este tipo de misturador também pode ser utilizado para aplicação de micro nutriente em grãos de adubos, tendo para isso, dispositivo para pó e líquido.

Figura 3: Misturador Horizontal Rotativo:



Fonte: MECOL, 2017.

Dependendo dos insumos que serão misturados, ele pode apresentar um ciclo contínuo de mistura, podendo ser carregado e descarregado simultaneamente.

### 2.4.3 MISTURADOR HORIZONTAL

Misturadores horizontais tem grande variação de dimensões, geometrias e sistemas de mistura. Dentre os sistemas de mistura o mais comum é o dispositivo de laminas helicoidais concêntricas. Esse sistema faz impulsionar os materiais em processo em sentidos horizontais opostos, criando uma área de contato com atrito onde se efetua a mistura.

Quadro 3: Características Misturadores Horizontais:

Características	Descrição	Características	Descrição
<b>Material</b>	Aço carbono ou inoxidável	<b>Estágios</b>	3 (câmara de espera, câmara de mistura, câmara de descarga)
<b>Câmara de espera</b>	Fabricada com chapa de 2mm, posicionada acima da câmara de mistura	<b>Câmara de Mistura</b>	Fabricada em chapa de 3,2mm e com testeiras em chapa de 4,7mm
<b>Eixo do rotor</b>	Diâmetro de 76mm.	<b>Tempo de mistura</b>	Tempo médio em torno de 3,8 minutos variando conforme o produto processado
<b>Acionamento</b>	Geralmente através de Motor redutor	<b>Compartimento de Descarga</b>	Comporta com abertura total para uma limpeza perfeita, garantindo a não contaminação entre produtos. Acionamento da comporta feito por cilindro pneumático e válvula solenoide.

Fonte: UNIVERSAL CSJ, GREENPEÇAS 2017.

Para exemplificar melhor as características construtivas do misturador horizontal, temos a Figura 4.

Figura 4: Misturador Horizontal:



Fonte: GREENPEÇAS 2017.

## 2.4.4 MISTURADOR VERTICAL

Misturadores verticais são constituídos de um silo vertical com helicoide interno que eleva os materiais em processo provocando uma recirculação interior contínua dos mesmos.

Quadro 4: Características Misturadores Verticais:

Características	Descrição	Características	Descrição
<b>Material</b>	Aço carbono ou inoxidável	<b>Tempo de mistura</b>	25 minutos dependendo do produto processado.
<b>Rolamentos</b>	Alguns modelos apresentam rolamentos blindados que asseguram simplicidade de manutenção e durabilidade	<b>Bocal de descarga</b>	Bocal de descarga localizado de maneira a possibilitar o acoplamento de dispositivos para envasamento em sacos, big-bags, containers, etc.; ou ainda a sistemas pneumáticos para armazenamento em silos.
<b>Acesso compartimento</b>	Janela para inspeção e limpeza junto à base inferior da rosca		
<b>Acionamento</b>	Geralmente realizado através de motor elétrico.		

Fonte: GREENPEÇAS, 2017

O item descrito no Quadro 4, pode ser visto na Figura 5 no seguinte modelo construtivo.

Figura 5: Misturador Vertical.



Fonte: UNIVERSAL CSJ, 2017.

O misturador vertical é desenvolvido para obtenção de uma excelente homogeneidade na mistura e facilidade na operação. Recomenda-se que o helicoide interno seja balanceado e sem emendas.



## 2.4.5 MISTURADOR EM “Y”

Misturadores do tipo “Y”, são fabricados similares ao formato da letra, são constituídos de três tubos confluentes nesse formato, que faz movimento rotacional no plano vertical. Para ocorrer à mistura, o produto desloca-se internamente dividindo-se e reagrupando, criando na região confluyente uma região de atrito onde é que realmente é processada a mistura. É indicado para sais minerais, micro elementos, cereais, entre outros do gênero.

Garantia de uma mistura homogênea em um curto espaço de tempo. Tipicamente, o tempo de mistura é de vinte minutos, podendo variar conforme o produto processado. Algumas características no Quadro 5.

Quadro 5: Características de Misturadores em Y:

Características	Descrição	Características	Descrição
<b>Material</b>	Geralmente aço inox ou aço carbono, porém pode variar dependendo da necessidade	Sistema de carga e descarga	Tampa com vedação
<b>Tempo médio de mistura</b>	20 minutos (varia conforme o produto)	Acionamento	Geralmente, por moto redutor trifásico

Fonte: GREENPEÇAS, 2017; RODINOX, 2017.

A Figura 6 está representando em forma de imagem algumas informações descritas no Quadro 5.

Figura 6: Misturador em Y:



Fonte: RODINOX, 2017.

Este tipo de misturador garante mistura homogênea em pequeno espaço de tempo, e isto é ocasionado pelo seu bom *design*, que utiliza o movimento centrífugo.

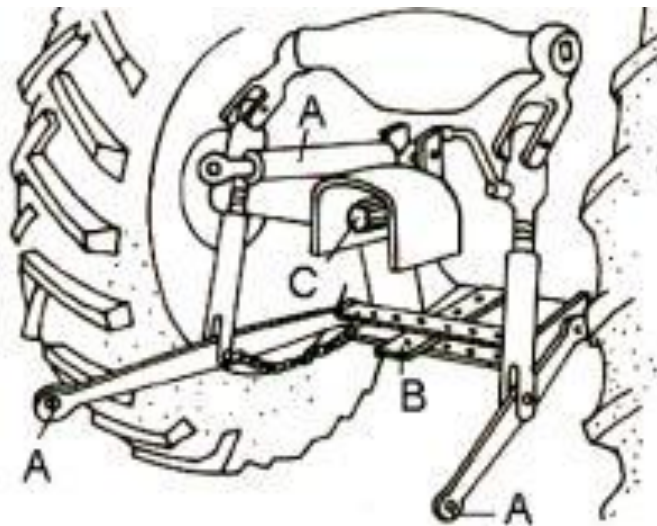
## 2.5 TRATORES

Conforme o estudo de Fernandes (2013):

"Os primeiros equipamentos agrícolas utilizavam a potência do ser humano e, durante o período dos séculos 19 e 20, os animais passaram a fornecer a potência requerida para os equipamentos agrícolas. Porém, com a necessidade de otimizar o trabalho agrícola aumentando a produtividade e eficiência e reduzindo os custos, passou-se a utilizar máquinas com potência fornecida por motores de combustão interna. Os tratores são máquinas dotadas de motor de combustão interna de ciclo Diesel ou Otto, e foram projetados para tracionar, transportar e fornecer energia mecânica para movimentar os órgãos ativos de máquinas e implementos agrícolas. São largamente utilizados na agricultura, construção civil e de estradas, e em serviços especializados em projetos industriais, entre outras aplicações." Fernandes (2013).

O Trator possui três meios de aproveitamento de potência, eles podem ser denominados como Sistema Hidráulico (SH), Barra de Tração (BT) e Tomada de Potência (TDP). Estes meios de transferência de potência estão esquematizados na Figura 7.

Figura 7: Meios de Aproveitamento de Potência dos Tratores:



Fonte: Fernandes et al, 2013, p. 25.

O esquema foi baseado em um trator agrícola convencional, o qual é utilizado no dia a dia por agricultores em geral. Na Figura 7, os pontos marcados com A, B e C são respectivamente: A - Sistema de levante hidráulico; B - Barra de tração; C - Tomada de potência;

### **2.5.1 SISTEMA HIDRÁULICO**

O Sistema Hidráulico funciona através da lei de Pascal. Esta lei estabelece que a pressão aplicada a um fluido seja transmitida linearmente a todas as direções. O fluido é um transmissor de pressão, e não de força. Por esse fator o sistema tem sempre um conjunto cilindro-pistão hidráulico ou turbina hidráulica para fazer a transformação de pressão para força. (KHURANA, 2017, modulo 9)

### **2.5.2 BARRA DE TRAÇÃO**

A Barra de Tração é responsável por implementos que necessitam ser rebocados, ex: Plantadeiras, semi reboques agrícolas, distribuidor de fertilizante entre outros. A potência disposta na barra de tração está sujeita a consideráveis perdas, cerca de 30% em relação a TDP e 50% em relação a capacidade nominal da máquina. Estas perdas podem estar atribuídas a vários fatores como, declividade do solo, relevo, umidade, qualidade de pneus e operação do equipamento. (FERNANDES et al, 2013, p.25)

### **2.5.2 TOMADA DE POTÊNCIA**

Segundo Fernandes(2013), a tomada de potência é o meio de transmissão de força que apresenta menor quantidade de perdas, se comparado à barra de tração, as perdas da TDP podem ser desconsideradas. Isso se deve por ela apresentar apenas perdas no sistema de transmissão, vale lembrar que deve ser utilizado um cardam para transferir o movimento do trator para o implemento.

A TDP vem presente em todos os tratores agrícolas, posicionada na parte posterior, mas existem modelos que adotam uma segunda TDP na parte frontal. A velocidade de rotação da TDP varia conforme a aceleração do motor, porém para ter o aproveitamento ideal, deve-se seguir as especificações de cada fabricante. (FERNANDES et al, 2013, p.25)

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo apresentará os materiais objetos deste estudo, bem como, será descrito o método de Munari e demais procedimentos utilizados para a realização do estudo.

Inicialmente foi realizado um levantamento das opções de misturadores de insumos disponíveis atualmente no mercado identificando principalmente seu acionamento e forma construtiva, entre outros. Para isso, buscaram-se informações em sites de fabricantes e representantes.

Tornou-se necessário também, definir os materiais a serem considerados no projeto, a capacidade de carga, tempo aproximado de mistura, peso do misturador e acionamento. Isto foi realizado por meio de aplicação de fórmulas específicas, e análise em software de CAD.

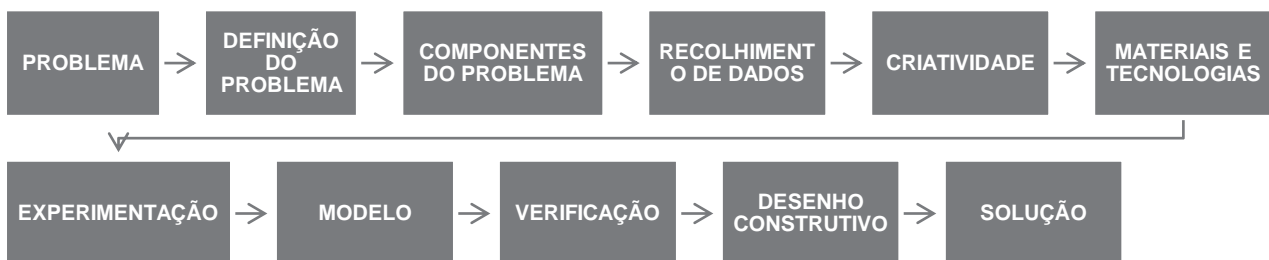
De modo que o produto não deve ser apenas a manifestação do desejo pessoal de um projetista, para ter sucesso ele precisa, acima de tudo, satisfazer ao máximo as necessidades dos possíveis clientes. Para tanto, a metodologia adotada tem por primeiro passo buscar identificar quem são os clientes ao longo do ciclo de vida do produto.

#### 3.1 Métodos e Técnicas

##### 3.1.1 Método de Munari

As etapas do método Munari utilizadas no projeto estão representadas no fluxograma da Figura 8 e esclarecidas na Tabela 1, o ciclo proposto por Munari adaptado ao tema do projeto em questão, com seus respectivos problemas e possíveis soluções.

Figura 8: Fluxograma Método Munari



Fonte: Autor, 2017

Tabela 1 - Método Proposto por Bruno Munari:

PROBLEMA		Baixa produtividade na mistura de insumos para o trato animal e frequentes problemas com a logística do produto final.
DEFINIÇÃO PROBLEMA	DO	O problema em questão pode-se resumir ao alto nível de esforço para mistura manual dos componentes, e falta de mobilidade nos equipamentos existentes, que geralmente estão alocados em um lugar específico.
COMPONENTES PROBLEMA	DO	Falta de ergonomia no carregamento de misturadores de insumos atuais, deslocamento da matéria prima ou do produto final até seu destino, tempo da mistura e dificuldade em mover o equipamento do lugar.
RECOLHIMENTO DADOS	DE	Estudo dos equipamentos ofertados no mercado em busca da solução para os problemas relacionados, levando em conta o público alvo de propriedades rurais de pequeno porte, também conhecidas como propriedades familiares.
CRIATIVIDADE		Através da comparação dos modelos existentes e dos problemas a serem solucionados, surge a oportunidade de desenvolver um misturador que pode ser movido ao acoplar no sistema de levante hidráulico e terceiro ponto de um trator agrícola, utilizando como fonte de energia para a mistura dos insumos, a energia mecânica fornecida pela tomada de potência do próprio trator.
MATERIAIS TECNOLOGIAS	E	Para desenvolver o projeto será utilizado em basicamente todos os componentes, chapas de AÇO AISI 1020, pois além de ser um material com preço competitivo não necessita alto grau de investimento com equipamentos especiais de solda e corte.
EXPERIMENTAÇÃO		Por se tratar apenas do projeto, não será feita a fabricação de protótipo para testes.
MODELO		O modelo será desenvolvido em <i>Software CAD</i> , já com a escolha das matérias primas para as simulações futuras.
VERIFICAÇÃO		Nesta etapa utiliza-se o modelo feito em CAD para verificar sua funcionalidade e durabilidade através do próprio <i>software</i> modelador, simulando condições adversas de uso do equipamento.
DESENHO CONSTRUTIVO		Com o desenvolvimento do produto pronto, nesta fase final são fornecidos os desenhos e especificações técnicas, pronto para seguir para indústria.
SOLUÇÃO		Produto final pronto, misturador de insumos móvel, ou seja, o agricultor pode abastecer seu equipamento junto ao seu estoque de insumos, se deslocar ao local de destino, fazer a mistura do produto e despejar no cocho de alimentação, rápido, prático e seguro.

Fonte. Autor 2017. Adaptada de Método Munari.

### **3.1.2 Ciclo de Detalhamento**

O ciclo de detalhamento é responsável pela concepção de documentos para a produção, pode-se dizer que é nessa etapa do projeto que o produto começa a ganhar corpo, deverá ser identificadas as definições e capacidades desejadas para dar início a próxima fase que será a modelagem em 3D utilizando um *software* CAD.

Após a criação do *design* poderá ser feita a escolha do material e simulações de esforços através de análise computacional. Para finalizar esta etapa tem os cálculos de dimensionamento, que devem ser feitos para escolha dos componentes, como engrenagens e rolamentos.

### **3.1.3 Ciclo de Aquisição**

Através desta etapa, é que será definido quais os componentes serão adquiridos de fornecedores externos, e quais itens deverão ser fabricados. Para isso deve-se levar em conta alguns fatores paralelos, mas que são de suma importância como por exemplo: Tecnologia necessária para fabricação do componente; Gasto com ferramentaria; Tempo para o desenvolvimento do componente; Risco de falha no desenvolvimento.

Para auxiliar na seleção dos itens que deverão ser comprados ou produzidos internamente, existe uma ferramenta no software que gera a lista de todos os componentes, conhecida como BOM - *Bill of material*.

Na seleção dos fornecedores, é importante considerar a logística de entrega dos componentes, renome da empresa e confiabilidade perante o mercado.

## **3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

Para a execução deste trabalho, será necessária a utilização de um software CAD (*computer aided design*), juntamente com materiais adquiridos durante o curso de Engenharia Mecânica.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **4.1 CICLO DE DETALHAMENTO**

O desenvolvimento da etapa detalhada de um projeto representa o processo final de um estudo, que tem como objetivo tornar real a ideia inicial proposta pelo

projetista. Diante desta afirmação, torna-se oportuno esclarecer que o desenvolvimento desta etapa trabalha com a identificação de valores e especificações dimensionais ao qual o equipamento/máquina será desenvolvido e fabricado.

#### 4.1.1 ESPECIFICAÇÕES E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

O produto segue as especificações, conforme descrito na Tabela 2. Estas especificações são referentes ao modelo preliminar proposto no projeto, podendo sofrer alteração ao longo do tempo, devido a projetos de melhoria contínua.

Tabela 2: Especificações do produto:

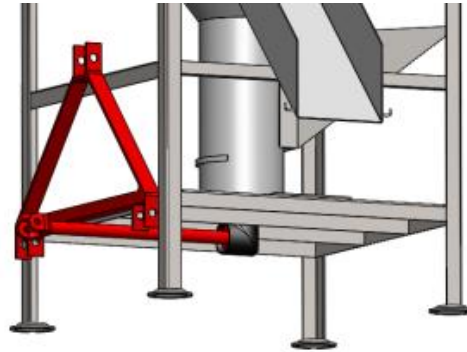
DESCRIÇÃO	INFORMAÇÃO
CAPACIDADE MÁXIMA DE CARGA (TANQUE)	665,00 kg
ROTAÇÃO DE OPERAÇÃO RECOMENDADA (TDP DO TRATOR)	540 rpm
ROTAÇÃO DE OPERAÇÃO DO SEM FIM (MISTURADOR) PARA VELOCIDADE DE OPERAÇÃO 540 TDP	360 rpm - 6 rps
DIÂMETRO	35mm para Eixo de 6 Estrias (Trator) 44mm para Eixo de 27 Estrias (Trator)
PESO APROXIMADO DO EQUIPAMENTO (VAZIO)	300,00 kg
PESO APROXIMADO DO EQUIPAMENTO (COM CARGA MÁXIMA)	965,00 kg
TEMPO APROXIMADO DE MISTURA (COM CARGA MÁXIMA)	~10 a 20 minutos
TIPO DE ACIONAMENTO	Tomada de potência de trator agrícola (TDP)
MÉTODO DE MISTURA	Movimentação vertical do material por meio de eixo sem fim.

Fonte: Autor 2017

##### 4.1.1.1 MODELO 3D

O produto foi modelado com auxílio de software CAD e representa através deste as medidas e tolerâncias reais do produto. Esta modelagem possibilitou a execução de simulações e desenvolvimento de desenhos técnicos para a viabilização da manufatura na área produtiva. Foram listadas figuras representativas do produto, através da modelagem do misturador de insumos no software CAD.

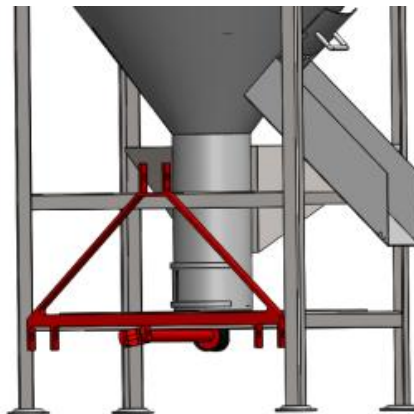
Figura 9: Vista lateral do cardan e do acoplador do trator.



Fonte: Autor

A Figura 9 representa a vista lateral do equipamento com ênfase ao sistema de acoplamento três pontos e ao sistema diferenciado de transmissão de potência e movimento.

Figura 10: Vista frontal do diferencial do produto, o cardan e o acoplador do trator.



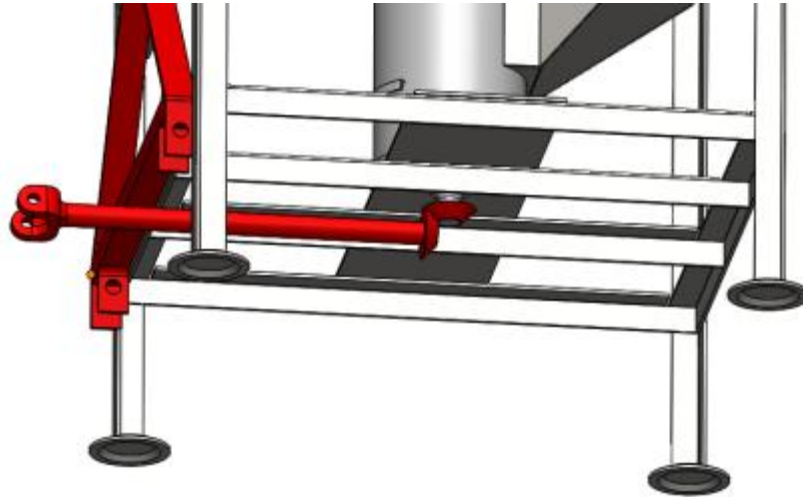
Fonte: Autor, 2017.

Pela Figura 10, tem-se a vista frontal do equipamento, visualizando a angulação da calha de descarga, assim como duas das três portas de inspeção e limpeza presentes no misturador. Estas projetadas para facilitar a limpeza e manutenção do mesmo.

Através da Figura 11, nota-se o sistema de transmissão de movimento para o sem-fim, o qual dispõem de duas engrenagens cônicas de dentes retos em angulação igual a  $90^\circ$ .



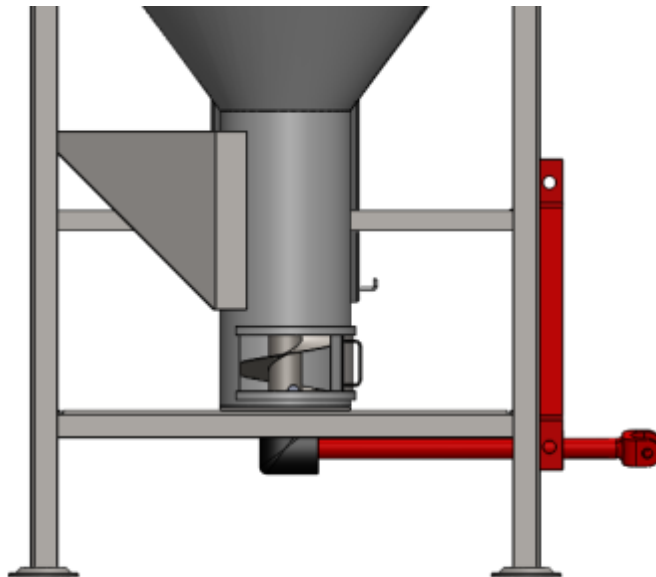
Figura 11: Relação de engrenagens:



Fonte: Autor 2017.

Observa-se na Figura 12, a acessibilidade disponível através da porta de limpeza inferior, a qual possibilita acesso ao tubo inferior, além de possibilidade de limpeza e inspeção minuciosa.

Figura 12: Tampa de Inspeção e Limpeza do Misturador.



Fonte: Autor, 2017.

A Figura 13 representa a vista superior. Nessa imagem é possível visualizar as tampas de inspeção e manutenção, estas tampas podem dar acesso para manutenção, mas para a segurança devem ficar fechadas durante a operação.

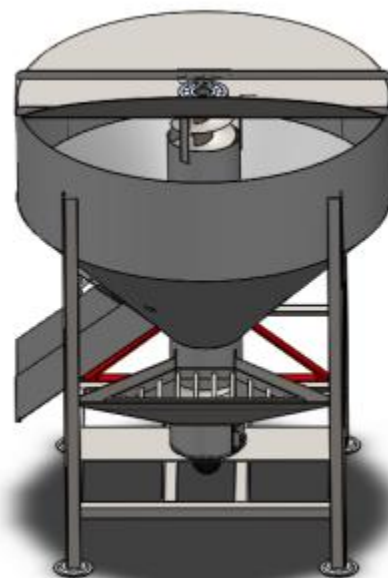
Figura 13: Vista Superior e Itens Internos.



Fonte: Autor, 2017.

Na Figura 14, pode ser visto a grade de proteção, onde podem ser apoiados as sacas para fazer a alimentação do misturador, desta maneira oferecendo ergonomia e segurança na operação.

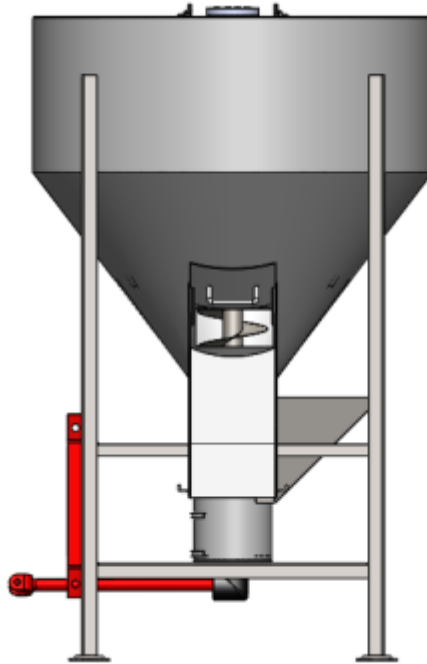
Figura 14: Tubo de alimentação com a tampa superior semiaberta.



Fonte: Autor, 2017.

Representando a vista lateral, a Figura 15 mostra a visibilidade e acesso através da calha de descarga.

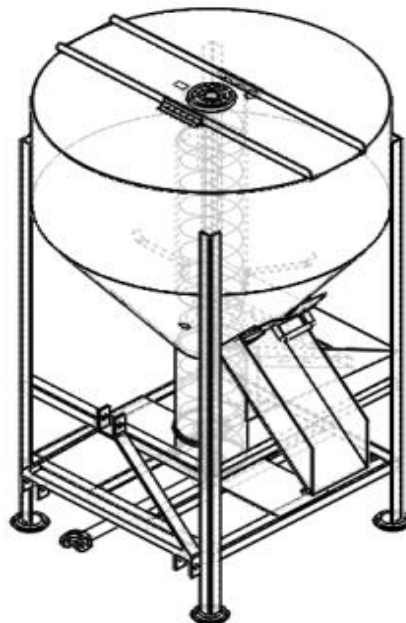
Figura 15: Tubo descarregador com a tampa aberta, mostrando o sem fim.



Fonte: Autor 2017.

Assim também, a Figura 16, mostra um desenho esquemático do misturador com os componentes internos.

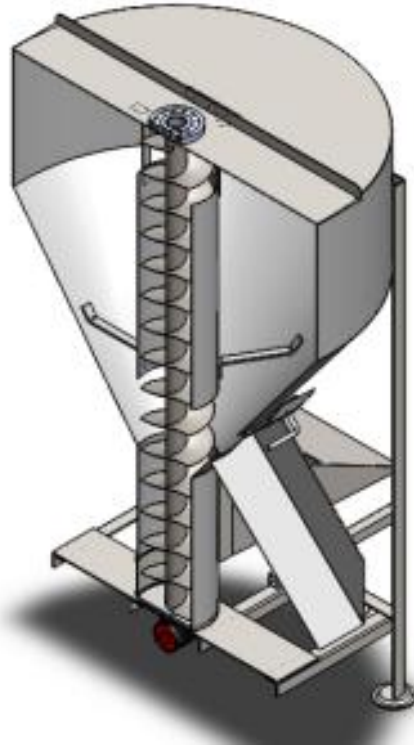
Figura 16: Vista isométrica do misturador.



Fonte: Autor, 2017.

Representado pela Figura 17, obtém-se uma vista em corte do misturador com os componentes do sistema de mistura, transmissão e descarga.

Figura 17: Vista em corte do misturador.



Fonte: Autor, 2017.

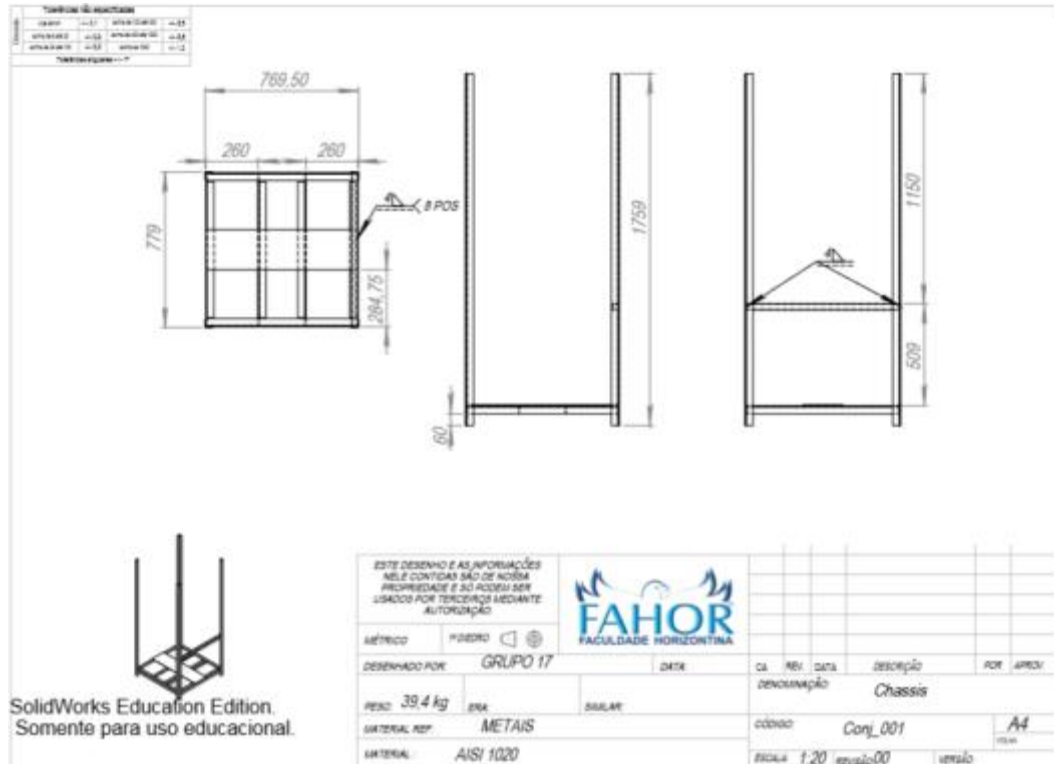
#### 4.1.1.2 DESENHOS DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Em um projeto de produto, as especificações de cotas e dimensões é uma etapa importante do desenvolvimento, pois através de desenhos e esquematizações irá garantir e documentar as geometrias e dimensões do produto. Assim também, desenhos técnicos são de extrema importância para a manufatura do item, uma vez que se deseja produtos de alto padrão e qualidade.

O projeto do misturador insumos contempla o desenvolvimento de desenhos técnicos, os quais, alguns, estão representados e explícitos a seguir. Em decorrência de o projeto representar única e exclusivamente fins acadêmicos, foram desenvolvidos os desenhos técnicos em *layout* de folha de desenho fornecidos pela Faculdade Horizontina – FAHOR. Os desenhos técnicos também podem ser contemplados nos apêndices do trabalho, onde encontram-se em tamanho aumentado para melhor compreensão das cotas.

A Figura 18 contempla as especificações dimensionais da estrutura de sustentação do tubo e sistema de mistura.

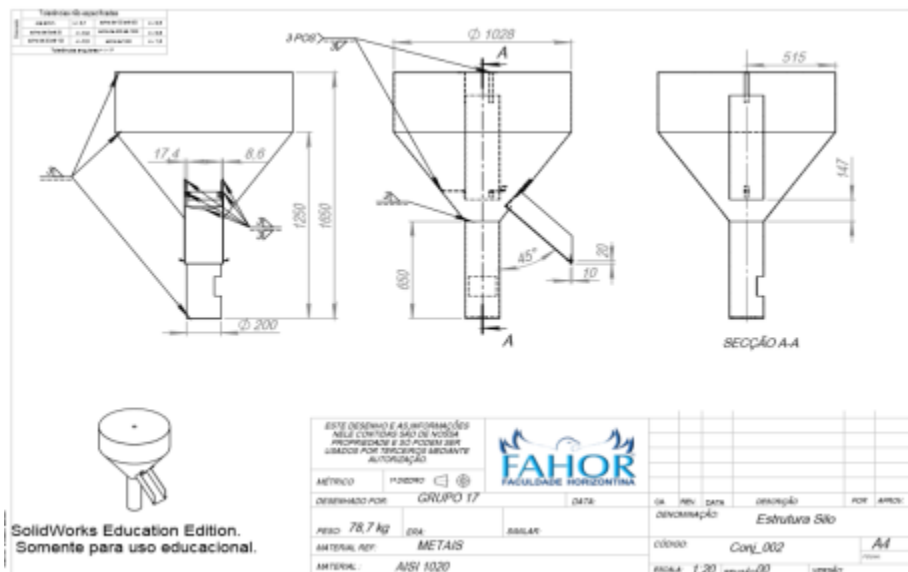
Figura 18: Desenho técnico Estrutura de Sustentação



Fonte: Autor, 2017.

A Figura 19, representa as cotas e dimensões necessárias para a manufatura do silo de mistura e armazenamento. Assim como o tubo auxiliar de mistura no interior e a calha de descarga.

Figura 19: Silo de mistura e armazenamento.

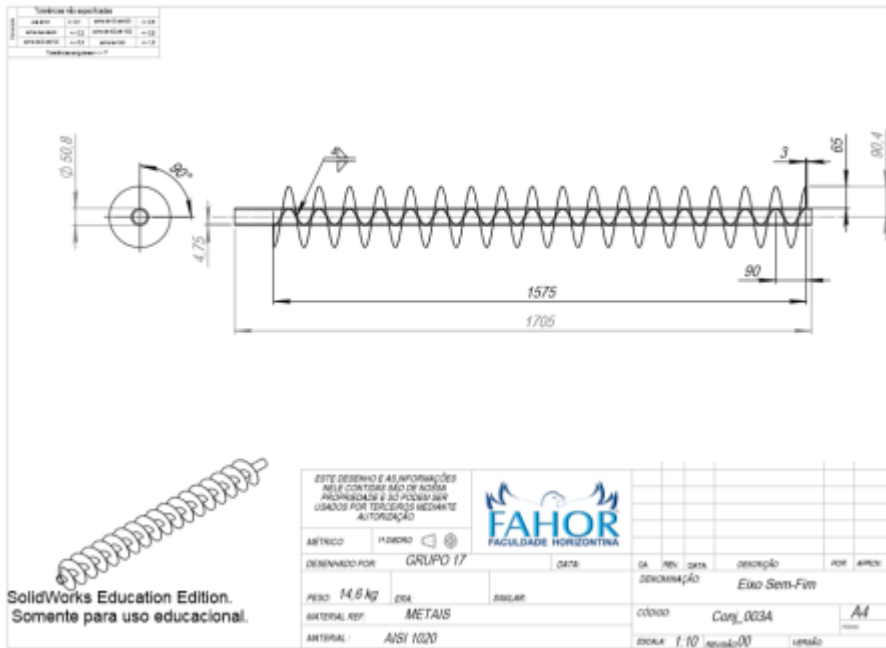


Fonte: Autor, 2017.

É representado através da Figura 20, o cone intermediário, no qual é soldado o tubo superior e inferior, integrando parte do silo de armazenagem/mistura.



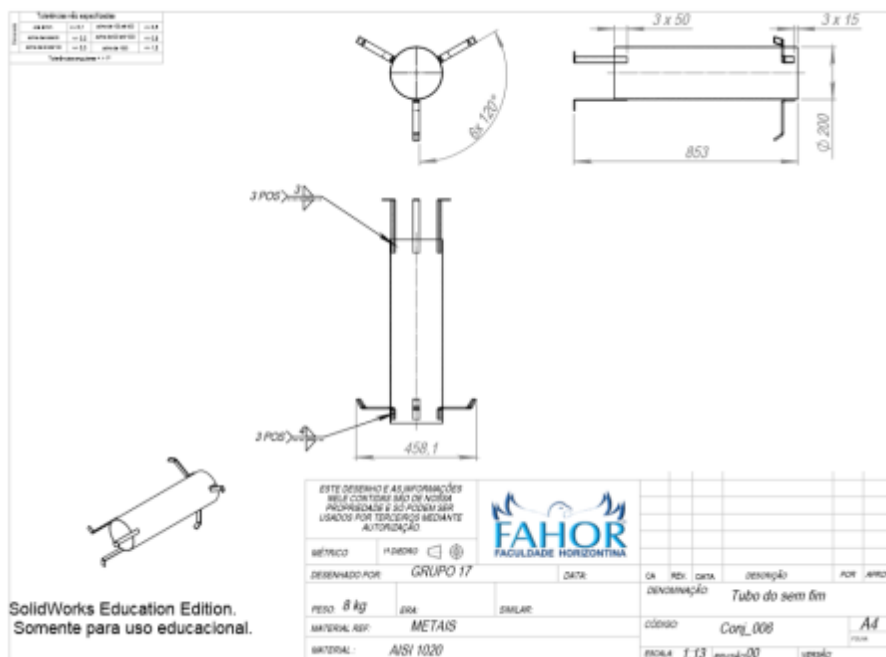
Figura 22: Eixo sem fim.



Fonte: Autor, 2017.

Um conjunto fundamental para o funcionamento correto e eficiente do equipamento é o tubo central de mistura, conforme a Figura 23 o qual direciona o insumo e auxilia na elevação da parte inferior para a superior, realizando a mistura homogênea.

Figura 23: Tubo central de mistura.

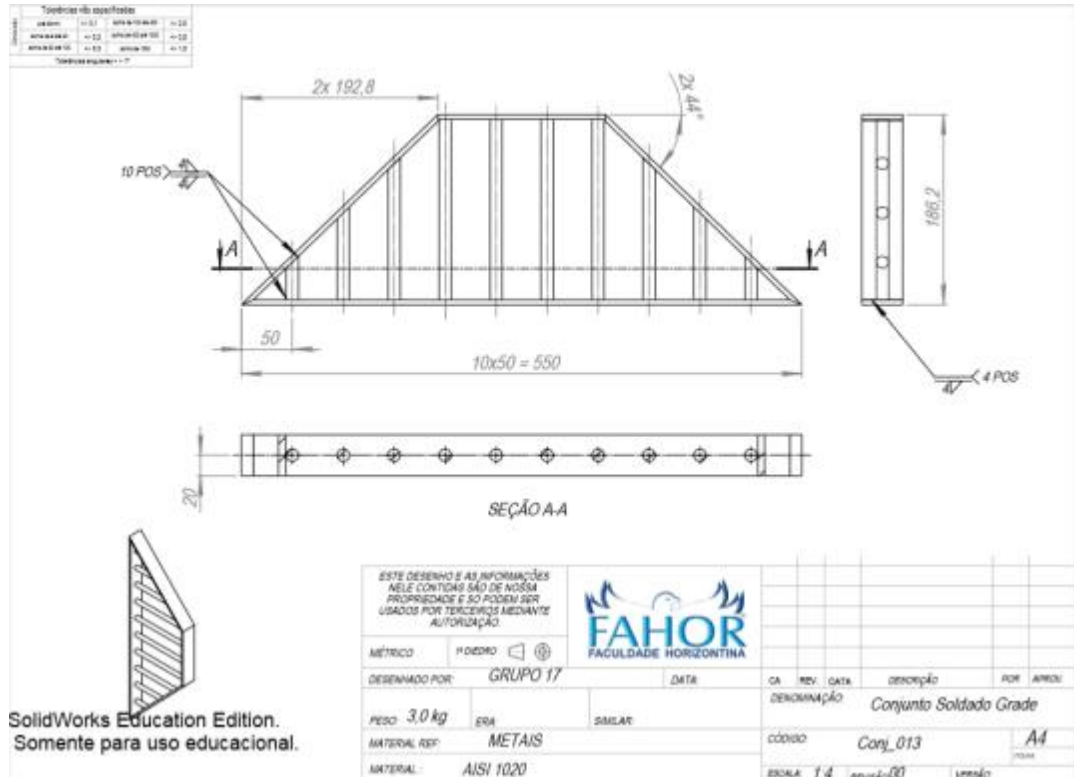


Fonte: Autor, 2017.

O carregamento de insumos no misturador é realizado através do compartimento de carga, o qual tem abertura de acesso ao silo na parte inferior do

tubo, levando o insumo para a parte superior. Em virtude de haver exposição das partes móveis do helicóide, está projetado, conforme desenho técnico da Figura 24, uma grade de proteção, na qual não há a possibilidade de acesso dos membros do corpo humano, porém o insumo passa livremente.

Figura 24: Grade de proteção do sistema de Alimentação.



Fonte: Autor, 2017.

### Simulações de Esforços

A seguir são apresentadas as simulações de esforços estruturais do misturador de insumos.

Para o cálculo do volume do cone foi utilizada a equação 1:

$$V = \frac{\pi \times r^2 \times h}{3} \quad (1)$$

O volume do cilindro foi utilizado a seguinte equação 2:

$$V = \pi \times r^2 \times h \quad (2)$$

Volume do cilindro inferior foi calculado em:  $V = 27,154 \text{ cm}^3$

Volume do cilindro superior foi calculado em:  $V = 661,416 \text{ cm}^3$

Volume do cone foi calculado em:  $V = 372,124 \text{ cm}^3$

Volume total do misturador de insumos será de  $V = 1,06 \text{ m}^3$

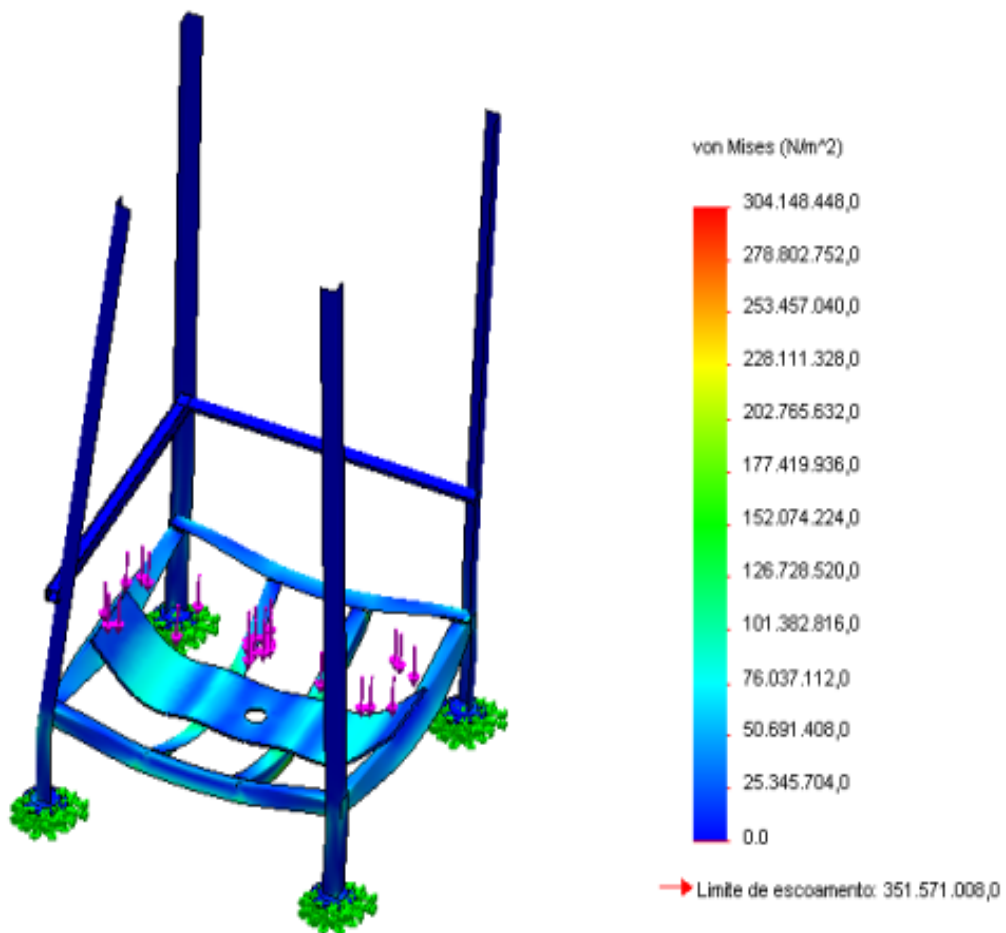
Considerando o peso específico do milho em  $722 \text{ kg/m}^3$  e multiplicando pelo volume da estrutura teríamos um peso da carga de aproximadamente  $765 \text{ kg}$ .



Considerando o peso da estrutura em 200 kg e somando com o peso da carga, chegamos a um valor de 965 kg ou 9650N, este valor foi utilizado para fazer as simulações de esforço.

Para garantir que o dispositivo não sofra nenhum tipo de deformação ou quebra, foi feita a simulação com sua carga máxima de operação 765 kg, o que é observado na Figura 25 onde o dispositivo irá suportar a carga aplicada. Pode-se perceber que em nenhum ponto ultrapassa o limite de escoamento.

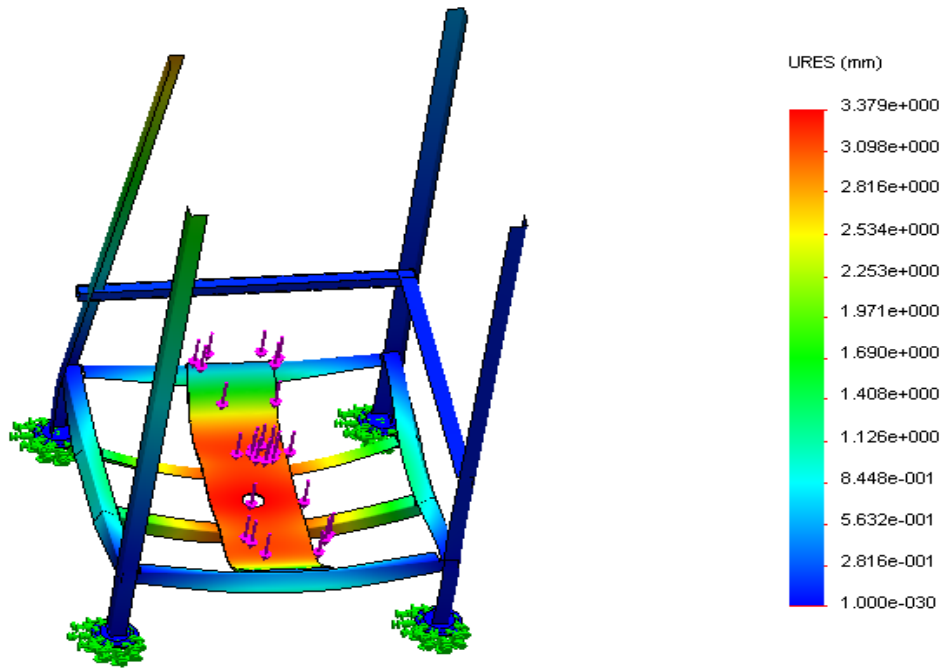
Figura 25: Simulação de Tensão Máxima da Estrutura



Fonte: Autor, 2017.

A Figura 26, demonstra a simulação feita na estrutura de sustentação do misturador de insumos em relação ao deslocamento que pode ocorrer. O deslocamento máximo com carga de 9650 N aplicada sobre a parte inferior do chassi foi de 3,38 mm, sendo um deslocamento aceitável, de acordo com a simulação de esforços realizadas em um Software CAD.

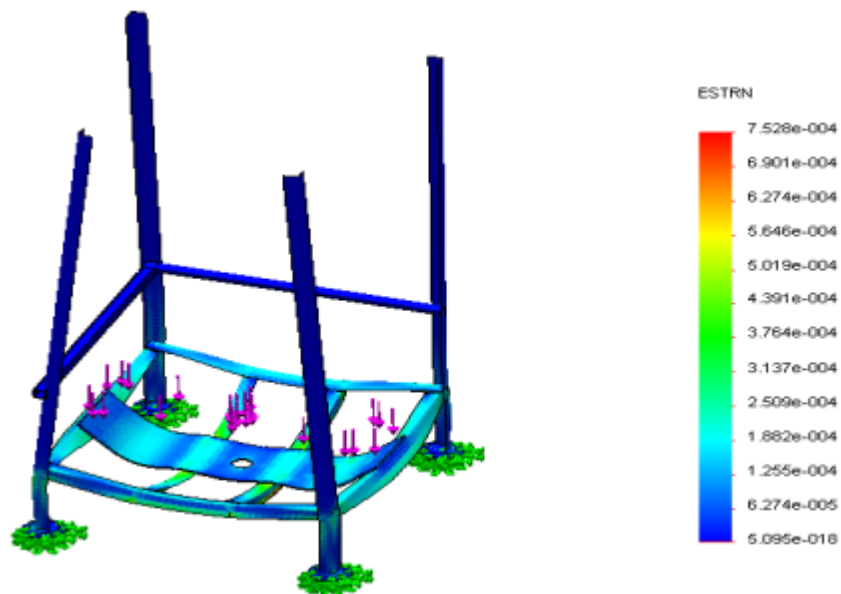
Figura 26: Simulação de Deslocamento Máximo



Fonte: Autor, 2017.

A chapa central da parte inferior do Chassi é o subconjunto que sofre maior ação da força aplicada ao sistema. Sendo que o esforço aplicado à chapa foi considerado máximo, o dispositivo foi considerado adequado quanto á este requisito. Pelo fato da chapa do chassi sustentar toda a carga elevada no dispositivo, na Figura 27 demonstra-se a deformação que esse subconjunto pode ser exposto.

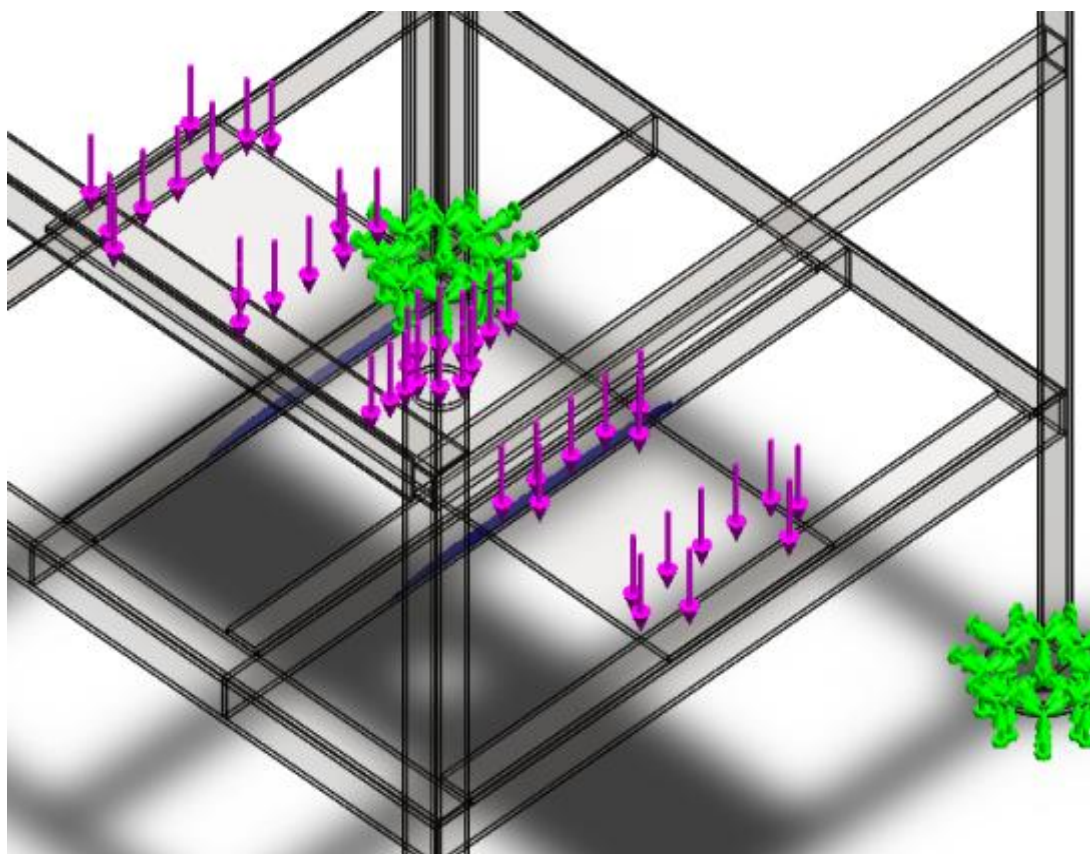
Figura 27: Simulação da deformação máxima



Fonte: Autor, 2017.

Nota-se com a simulação que a deformação máxima ocorre, seria nas cantoneiras que sustenta a chapa na qual o dispositivo deposita toda a sua carga, situação que poderia ser alterada durante a fase de testes do equipamento, colocando tubos em vez de cantoneiras. Com os resultados obtidos com a simulação do dispositivo, foi possível demonstrar que ele suportará a carga de trabalho que será submetido e não ocasionará perigo de quebra durante a sua operação.

Figura 28: Percepção do Projeto



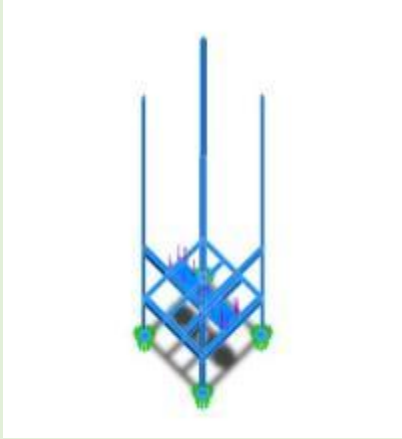
Fonte: Autor, 2017.

#### **4.1.1.3 Material**

O material utilizado na manufatura de praticamente todos os componentes é o AÇO AISI 1020, o qual apresenta as características conforme a Tabela 3. Além de suas propriedades mecânicas, a escolha desse material deve-se pelo fato de ser conhecido por grande parte das empresas no ramo metal-mecânico, não requerendo novos investimentos em tecnologias ou ferramentaria para a união de peças soldadas ou corte de chapas. Porém mesmo sabendo da presença de sais minerais e elementos abrasivos, poderia se considerar como melhoria futura a utilização de

um aço 1045 com tratamento para aumentar a dureza superficial, principalmente no eixo sem fim.

Tabela 3: Propriedades do material - Aço AISI 1020.

Referência do modelo	Propriedades	
	<b>Nome:</b>	<b>AISI 1020</b>
	<b>Tipo de modelo:</b>	<b>Isotrópico linear elástico</b>
	<b>Limite escoamento:</b>	<b>de 3.51571e+008 N/m<sup>2</sup></b>
	<b>Resistência à tração:</b>	<b>4.20507e+008 N/m<sup>2</sup></b>
	<b>Módulo elástico:</b>	<b>2e+011 N/m<sup>2</sup></b>
	<b>Coefficiente Poisson:</b>	<b>de 0.29</b>
	<b>Massa específica:</b>	<b>7900 kg/m<sup>3</sup></b>
	<b>Módulo cisalhamento:</b>	<b>de 7.7e+010 N/m<sup>2</sup></b>
<b>Coefficiente expansão térmica:</b>	<b>de 1.5e-005 /Kelvin</b>	

Fonte: Autor, 2017.

#### 4.1.1.4 Dimensionamento e Cálculos

Para o dimensionamento do sistema, onde a fonte de potência é a TDP (Tomada de Potência) de tratores agrícolas foi considerado, a fim de suprir desde o menor ao maior modelo de trator, foi adotada a potência nominal de um trator com motorização de 55 CV e 47 CV na TDP (34,545 KW a 540 RPM na TDP) ou 2400/1700 RPM motor dependendo do número de ranhuras no eixo.

##### 4.1.1.4.1 Engrenagens

Em função da angulação de transmissão de movimento ser igual a 90° e haver espaço reduzido para isto o projeto prevê um par de engrenagens cônicas de dentes retos, o qual é dimensionado no Quadro 6:

Quadro 6: Dados para o Cálculo de engrenagens.

DADOS DA TRANSMISSÃO	DADOS DAS ENGRENAGENS
P = 34,545 KW	Material da Engrenagem = SAE8640
n = 540 RPM (na TDP)	Defasagem = 90° entre eixos
Z1 = 10	b1/dn1 = 0,5
Z2 = 15	α = 20° (DIN867) - Ângulo de Pressão
Durabilidade = 10000 horas	

- Critério de Pressão

Conicidade da engrenagem Equação 3.

$$\delta_2 = \tan^{-1} \left( \frac{Z_2}{Z_1} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{15}{10} \right) = 56^\circ 20' \quad (3)$$

$$\delta_1 = 90^\circ - \delta_2 = 34^\circ 40'$$

Torque no Pinhão Fórmula 4.

$$M_T = \frac{30000 \times P}{\pi \times n} = 610.889,72 \text{ N. mm} \quad (4)$$

Relação de Transmissão Equação 5.

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{15}{10} = 1,5 \quad (5)$$

Fator de durabilidade Equação 6.

$$W = \frac{60 \times n_p \times h}{10^6} = \frac{60 \times 540 \times 10^4}{10^6} = 324 \quad (6)$$

Intensidade da Pressão admissível Equação 7.

$$P_{adm} = \frac{0,487 \times 6000}{324^{1/6}} = 1114,95 \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

Dureza = 58 HRC correspondente a 6000 N/mm<sup>2</sup>

Volume Mínimo do Pinhão Equação 8.

$$b_1 d_{m1}^2 = 0,2 f^2 \times \frac{M_T \cos \delta_1}{P_{adm}^2} \times \frac{i^2 + 1}{i^2}$$

$$b_1 d_{m1}^2 = 0,2 \times 1512^2 \times \frac{610889,72 \times \cos 34^\circ 40'}{1114,95^2} \times \frac{1,5^2 + 1}{1,5^2} \quad (8)$$

$$b_1 d_{m1}^2 = 267151,89 \text{ mm}^3$$

Módulo de engrenamento Equação 9.

$$d_{m1} = \sqrt[3]{\frac{b_1 \times 0,5 d_{m1}}{0,5}} = 81,14 \text{ mm} \quad (9)$$

Módulo Médio Equação 10.

$$m_m = \frac{d_{m1}}{Z_1} = \frac{81,14}{10} = 8,114 \quad (10)$$

Módulo de engrenamento (Ferramenta) Equação 11.

$$m_n \cong \frac{m_m}{0,8} = \frac{8,114}{0,8} = 10,1425 \quad (11)$$

Por meio da DIN780, fixa-se o módulo  $m_{n0} = 11 \text{ mm}$ .

Recálculo do módulo médio Equação 12.

$$m_{m(R)} = 0,8 \times m_{n0} = 0,8 \times 11 = 8,8 \text{ mm} \quad (12)$$

Diâmetro Médio (Recalculado) Equação 13.

$$d_{m1(R)} = m_{m(R)} \times Z_1 = 8,8 \times 10 = 88 \text{ mm} \quad (13)$$

Largura do Pinhão Equação 14.

$$b_1 d_{m1(R)}^2 = 267151,89$$
$$b_1 = \frac{267151,89}{88^2} = 34,5 \text{ mm} \quad (14)$$

Resistência à Flexão no pé do dente Equação 15.

$$\sigma_{\max} = \frac{F_T \times q}{b \times M_{m(R)} \times l} \leq \bar{\sigma}_{8640} \quad (15)$$

Força Tangencial Equação 16.

$$F_T = \frac{2 \times M_T}{d_{m1(R)}} = \frac{2 \times 610889,72}{88} = 13883,85 \text{ N} \quad (16)$$

Fator de Forma "q" Equação 17.

$$Z_{e1} = \frac{Z_1}{\cos \delta_1} = \frac{10}{\cos 34^\circ 4'} = 12 \text{ dentes} \quad (17)$$

Fator "q" para  $Z_{e1} \cong 12 \text{ dentes} \rightarrow q = 3,3674$

Fator de Serviço (e) Equação 18.

$$\text{Para } \frac{10 \text{ horas}}{\text{dia}} \rightarrow \text{Trabalho normal} \rightarrow e = 1,5 \quad (18)$$

Largura da engrenagem Equação 19.

$$b_1 \cong 34,5 \text{ mm} \quad (19)$$

Tensão máxima atuante Equação 20.

$$\sigma_{\max} = \frac{13883,85 \times 3,3674}{34,5 \times 8,8 \times 1,5} = 102,66 < \bar{\sigma}_{8640} \quad (20)$$

Na Tabela 4, temos as características do conjunto de engrenagens utilizados na transmissão da potência do motor do trator agrícola para o helicóide.

Tabela 4: Características do conjunto de engrenagens de transmissão de movimento e potência.

Características	Pinhão (mm)	Coroa (mm)
Número de Dentes	$Z_1 = 10$	$Z_2 = 15$
Módulo	$m = 11$	$m = 11$
Passo	$t_0 = 8,8\pi$	$t_0 = 8,8\pi$
Espessura do dente primitivo	$S_0 = 17,27$	$S_0 = 17,27$
Vão entre os dentes no primitivo	$l_0 = 17,27$	$l_0 = 17,27$
Altura comum do dente	$h = 22$	$h = 22$
Altura da cabeça do dente	$h_k = 11$	$h_k = 11$
Altura do pé do dente (Valor médio)	$h_f = 13,2$	$h_f = 13,2$
Altura do dente	$h_z = 24,2$	$h_z = 24,2$
Folga na cabeça	$S_k = 2,2$	$S_k = 2,2$
Ângulo de Pressão	$\alpha = 20^\circ$	$\alpha = 20^\circ$
Abertura angular entre os eixos	$\delta = 90^\circ$	$\delta = 90^\circ$
Conicidade da engrenagem relativa ao primitivo	$\delta_1 = 34^\circ 4'$	$\delta_2 = 56^\circ 2'$
Conicidade da engrenagem relativa ao diâmetro externo para $90^\circ$	$\delta_{k1} = 40^\circ 4'$	$\delta_{k2} = 49^\circ 2'$
Geratriz relativa ao diâmetro primitivo para $\delta = 90^\circ$	$R_0 = 99,15$	$R_0 = 99,15$
Geratriz Relativa ao diâmetro médio para $\delta = 90^\circ$	$R_m = 81,14$	$R_m = 81,14$
Largura do dente	$b_1 = 34,5$	$b_1 = 34,5$
Número de dentes	$Z_1 = 12 \text{ dentes}$	$Z_2 = 18 \text{ dentes}$
Diâmetro primitivo	$d_{01} = 110$	$d_{02} = 165$
Diâmetro primitivo médio	$d_{m1} = 90,5$	$d_{m2} = 135,76$
Diâmetro externo ou de cabeça	$d_{k1} = 128,15$	$d_{k2} = 177,24$

#### **4.1.1.4.2 Rolamentos**

O dimensionamento foi realizado por meio de aproximação aos modelos convencionalmente utilizados e selecionado com base no critério de aplicação similar com carga similar no rolamento.

- **Características**

Fixo de uma carreira de esferas – Blindado

Suporte a cargas axiais e radiais

Rolamento FAG 6209 com capacidade de carga

- $C = 32,5 \text{ kN}$

- $C_0 = 17,6 \text{ kN}$

Estimativa de vida média aproximada = 3600 horas. Vida mínima de 2200 horas.

#### **4.1.1.4.3 Vibrações**

Com base em literaturas e aplicações práticas do sistema de sem-fim em produtos e sistemas similares, com rotações do mesmo aproximadas ou maiores que o utilizado neste projeto, foi desconsiderado o cálculo de vibrações e estimado que a mesma não terá influência significativa sobre o produto.

Pode-se afirmar que, por haver eixos rotativos, vibrações estarão presentes, contudo em pequenas magnitudes não influenciando e comprometendo o sistema e estrutura. Entretanto, para garantir a segurança e o perfeito funcionamento do produto, para a operação de mistura é altamente recomendado que o misturador esteja abaixado e apoiado sobre o solo pelas 4 sapatas.

## **4.2 Ciclo de Aquisição**

### **4.2.1 Processo de Fabricação**

Considerando a finalidade acadêmica do presente projeto, não serão detalhados os processos, descrevendo-os superficialmente conforme segue:

Considerando a matéria prima ser adquirida em bobinas, o primeiro processo é desbobinar e cortar o metal em chapas alterando o tamanho das



medidas conforme a peça a ser produzida. Caso o metal for comprado em blanks, não é necessário este processo.

Com o metal em blanks ou chapas, as mesmas passarão pelo processo de corte a laser onde as peças serão cortadas nas medidas para uso posterior. Para as cantoneiras e tubos o processo a ser utilizado será através de disco de corte.

Para as chapas do tanque alguns itens mais, o próximo processo é dobra e calandra deixando o item na geometria dobrada necessária para o processo de solda ou mesmo montagem.

O processo posterior ao corte é a soldagem dos sub conjuntos, utilizando solda MIG/MAG. Após os conjuntos soldados, estes são enviados à solda dos conjuntos onde são unidos os mesmos formando o produto. Após esta etapa é enviado o conjunto soldado e os sub conjuntos de montagem para tratamento superficial e pintura.

Depois de pintados, são montados os demais conjuntos e embalados os itens auxiliares e manuais junto à estrutura conforme descrito no item referente à embalagem.

#### 4.2.2 Bill of Materials - BOM

Após realizada a modelagem 3D através de softwares, e detalhadas as especificações do produto, foi gerado a BOM (*Bill of material*) do referido produto, a qual é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: BOM – Produto Proposto – Misturador de Insumos Vertical.

LEVEL	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	Conj_001	Estrutura de Sustentação - Chassi	1
1,1	Conj_001A	Coluna de Sustentação Vertical	4
1,2	Conj_001C	Coluna Frontal/Traseira Inferior	2
1,3	Conj_001B	Coluna Lateral Inferior	4
1,4	Conj_001D	Chapa inferior de sustentação	1
1,5	Conj_001E	Coluna Lateral Esquerda Superior	1
1,6	AAA	Coluna Frontal Superior	1
1,7	Sapata	Sapata	4
2	Conj_002		1
2,1	Conj_002A	Tubo Tambor - Inferior	1
2,2	Conj_002B	Cone Tambor	1
2,3	Conj_002C	Tubo Tambor - Superior	1
2,5	Conj_006	Tubo de Mistura Interno	1

2.5.1	Conj_006A	Tubo Interno	1
2.5.2	Conj_006B	Suportes de Sustentação Superior	3
2.5.3	Conj_006C	Suportes de Sustentação Inferior	3
2,6	Conj_002F	Calha de Descarga	1
2,7	Conj_002G	Suporte de Embalagens	2
2,8	Conj_002H	Tampa Inferior do Sem-Fim	1
2,9	Conj_002I	Trilho Porta de Descarga Direito	1
2,10	Conj_002J	Trilho Porta de Descarga Esquerdo	1
2,11	Corre	Trilho Porta de Inspeção	2
2,12	Conj_007	Tampa de Descarga	1
2.12.1	Conj_007A	Chapa Tampa de Descarga	1
2.12.2	Conj_007B	Pegador Tampa de Descarga	1
3	Conj_004	Sustentação Superior do Sem-Fim	1
4	Conj_003	Sistema de Sem-Fim	1
4,1	Conj_003A	Eixo Sem-fim	1
4,2	Rolamento	Rolamento	1
4,3	CardanPino	Pino de travamento	1
4,4	CardanCentral	Eixo Interno de Transmissão	1
4,5	CardanOK3	Engrenagem Cônica	1
5	Conj_012	Tampa frontal calha de carregamento	1
6	Conj_010	Tampa lateral calha de carregamento	1
7	Conj_011	Tampa lateral calha de carregamento	1
8	Conj_013	Grade de Segurança	1
8,1	Conj_013B	Suporte Grade	1
8,2	Conj_013A	Suporte Grade	2
8,3	Conj_013C	Suporte Grade	1
8,4	Conj_013D	Barra de Aço	2
8,5	Conj_013E	Barra de Aço	2
8,6	Conj_013F	Barra de Aço	2
8,7	Conj_013H	Barra de Aço	4
9	montagem tampa	Tampa Superior de Inspeção	2
9,1	Dobra	Dobradiça	1
9.1.1	pino	Pino	1
9.1.2	dobra1	Chapa Dobrada	2
9,2	tampa	Tampa Superior	1
10	EixoCardanOK	Sistema de Eixo Cardan	1
10,1	CardanOK	Eixo	1
10,2	CardanOK3	Engrenagem Cônica	1
11	Peça3	Proteção Partes moveis - Engrenagens	1

12	Engate	Engate de 3 pontos trator agrícola	1
13	Tampa02	Tampa de Inspeção Inferior	1

#### 4.2.3 Make or Buy

A fase chamada “*Make or Buy*” ou ainda, “comprar ou manufacturar”, é realizada a fim de definir os itens da BOM que serão manufacturados ou comprados de empresas terceiras.

Na Tabela 6, tem-se o desenvolvimento e definição dos itens de manufactura interna e comprados de terceiros. A definição baseou-se na complexidade de produção, mas principalmente no foco de desenvolvimento voltado ao misturador, não abrangendo itens tais como engrenagens e rolamentos uma vez que existem empresas especializadas na fabricação destes.

Tabela 6: Definição dos itens manufacturados e comprados.

LEVEL	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	MAKE OR BUY
1	Conj_001	Estrutura de Sustentação - Chassi	MAKE
1,1	Conj_001A	Coluna de Sustentação Vertical	MAKE
1,2	Conj_001C	Coluna Frontal/Traseira Inferior	MAKE
1,3	Conj_001B	Coluna Lateral Inferior	MAKE
1,4	Conj_001D	Chapa inferior de sustentação	MAKE
1,5	Conj_001E	Coluna Lateral Esquerda Superior	MAKE
1,6	AAA	Coluna Frontal Superior	MAKE
1,7	Sapata	Sapata	MAKE
2	Conj_002	Tanque de Mistura	MAKE
2,1	Conj_002A	Tubo Tambor - Inferior	MAKE
2,2	Conj_002B	Cone Tambor	MAKE
2,3	Conj_002C	Tubo Tambor - Superior	MAKE
2,5	Conj_006	Tubo de Mistura Interno	MAKE
2.5.1	Conj_006A	Tubo Interno	MAKE
2.5.2	Conj_006B	Suportes de Sustentação Superior	MAKE
2.5.3	Conj_006C	Suportes de Sustentação Inferior	MAKE
2,6	Conj_002F	Calha de Descarga	MAKE
2,7	Conj_002G	Suporte de Embalagens	MAKE
2,8	Conj_002H	Tampa Inferior do Sem-Fim	MAKE

2,9	Conj_002I	Trilho Porta de Descarga Direito	MAKE
2,10	Conj_002J	Trilho Porta de Descarga Esquerdo	MAKE
2,11	Corre	Trilho Porta de Inspeção	MAKE
2,12	Conj_007	Tampa de Descarga	MAKE
2.12.1	Conj_007A	Chapa Tampa de Descarga	MAKE
2.12.2	Conj_007B	Pegador Tampa de Descarga	BUY
3	Conj_004	Sustentação Superior do Sem-Fim	MAKE
4	Conj_003	Sistema de Sem-Fim	BUY
4,1	Conj_003A	Eixo Sem-fim	BUY
4,2	Rolamento	Rolamento	BUY
4,3	CardanPino	Pino de travamento	BUY
4,4	CardanCentral	Eixo Interno de Transmissão	BUY
4,5	CardanOK3	Engrenagem Cônica	BUY
5	Conj_012	Tampa frontal calha de carregamento	MAKE
6	Conj_010	Tampa lateral calha de carregamento	MAKE
7	Conj_011	Tampa lateral calha de carregamento	MAKE
8	Conj_013	Grade de Segurança	MAKE
8,1	Conj_013B	Suporte Grade	MAKE
8,2	Conj_013A	Suporte Grade	MAKE
8,3	Conj_013C	Suporte Grade	MAKE
8,4	Conj_013D	Barra de Aço	MAKE
8,5	Conj_013E	Barra de Aço	MAKE
8,6	Conj_013F	Barra de Aço	MAKE
8,7	Conj_013H	Barra de Aço	MAKE
9	montagem tampa	Tampa Superior de Inspeção	MAKE
9,1	Dobra	Dobradiça	BUY
9.1.1	pino	Pino	BUY
9.1.2	dobra1	Chapa Dobrada	MAKE
9,2	tampa	Tampa Superior	MAKE
10	EixoCardanOK	Sistema de Eixo Cardan	BUY
10,1	CardanOK	Eixo	BUY
10,2	CardanOK3	Engrenagem Cônica	BUY
11	Peça3	Proteção Partes moveis - Engrenagens	MAKE
12	Engate	Engate de 3 pontos trator agrícola	MAKE
13	Tampa02	Tampa de Inspeção Inferior	MAKE

#### 4.2.4 Desenvolvimento de Fornecedores para itens comprados críticos

Para a escolha dos fornecedores de componentes prontos, foram levado em conta a logística além da qualidade dos materiais fornecidos.

##### 4.2.4.1 Engrenagens

As engrenagens, do tipo cônicas de dentes retos, são fornecidas pela empresa METALFRESA, localizada em Cachoeirinha – RS. O fornecedor foi escolhido utilizando além dos demais, o critério logístico, tratando-se de estar localizado no mesmo estado. As especificação e entrega das engrenagens é baseada nos cálculos e especificações impostas pelo projeto. No Quadro 7 é possível observar as descrições de peso e valor aproximado da coroa e pinhão.

Quadro 7: Fornecedor de engrenagens.

Item	Massa	Valor	Fornecedor
Engrenagem cônica de dentes retos Pinhão	0,510 Kg	R\$ 21,56	METALFRESA
Engrenagem cônica de dentes retos Coroa	0,340 Kg	R\$ 14,37	

Fonte: METAFRESA, 2015.

Figura 29: Engrenagens produzida pela METALFRESA.



Fonte: METAFRESA, 2015.

##### 4.2.4.2 Rolamentos

Os rolamentos foram desenvolvidos juntamente ao fornecedor Schaeffler, seguindo as especificações de projeto. Na

Quadro 8: Fornecedor Rolamentos estão descritos os dados de peso e valor aproximado do item desenvolvido.

Quadro 8: Fornecedor Rolamentos.

Item	Massa	Valor	Fornecedor
Rolamento de Esferas	0,4 Kg	R\$ 19,86	SCHAEFFLER BRASIL LTDA

Fonte: SCHAEFFLER, 2015

Figura 30: Rolamentos produzidos pela Schaeffler



Fonte: SCHAEFFLER, 2015

#### 4.2.4.3 Eixo Cardan

O eixo cardan foi desenvolvido o fornecimento por parte da GKN DO BRASIL, fornecedor renomado neste segmento, atendendo a todas as normas vigentes de segurança exigidas para este tipo de produto. Na Quadro 9, é descrito os valores e peso aproximado do item fornecido.

Quadro 9: Fornecedor de eixos cardan.

Item	Massa	Valor	Fornecedor
Eixo cardan	20,690 Kg	R\$ 653.98	GKN DO BRASIL LTDA

Figura 31: Eixo cardan Produzido pela GKN.



Fonte: GKN, 2015.

#### 4.2.4.4 Bobina/Blank Aço AISI 1020

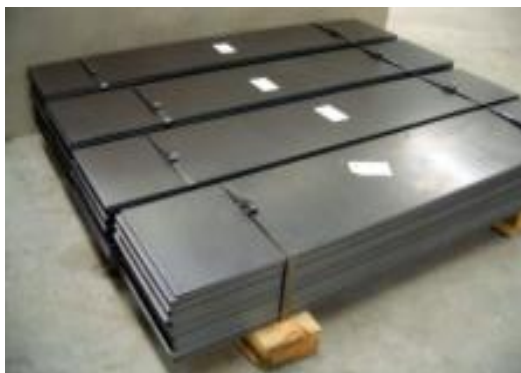
A matéria prima utilizada para a manufatura do misturador de insumos é o aço AISI 1020, o qual poderá vir de duas formas diferentes: em bobina ou em *blanks*. O Quadro 10 expõe a descrição de peso e valor aproximado para a matéria prima AÇO 1020 utilizada na manufatura do produto.

Quadro 10: Fornecedores da matéria prima AÇO AISI 1020.

Item	Massa	Valor	Fornecedor
BOBINA 1280X3	1600,00 Kg	R\$ 3,7/Kg	USINAS SIDERURGICAS DE MINAS GERAIS S/A. - USIMINAS
BLANK 3,0X1280X3000	95,5 Kg	R\$ 211,29	

Fonte: USIMINAS, 2015.

Figura 32: Bobina e Blank de aço AISI 1020



Fonte: USIMINAS, 2015.

## **CONCLUSÃO**

Através do presente projeto, onde foi desenvolvido um conceito de misturador de insumos diferenciado dos modelos atualmente comercializados, pode-se concluir através de análises em software que o projeto terá funcionalidade. O produto desenvolvido proporciona mobilidade e facilidade tanto na armazenagem quanto na mistura de insumos, fácil carga e descarga.

Ao longo do desenvolvimento observou-se requisitos que deveriam suprir essas necessidades e assim ficou evidente que o misturador de insumos deveria ter diferenciais importantes dos demais existentes, resolveu-se acoplar o sistema na Tomada de Potência (TDP) do trator para redução do custos operacionais, pois não depende de fontes externas de energia mecânica ou elétrica, aproveitando assim o próprio meio de transporte do conjunto para geração de potência ao sistema.

Visando segurança e ergonomia operacional, foi abordado no desenvolvimento do trabalho as Normas Regulamentadoras (NR) redigidas pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). As principais normas abordadas foram a NR12, que atende aos princípios da segurança no trabalho em máquinas e equipamentos e a NR17, que tem por objetivo proporcionar conforto e segurança ao trabalhador.

Desta forma, atendendo ao objetivo proposto no início do desenvolvimento, obteve-se um equipamento capaz de misturar insumos com eficiência atendendo as deficiências encontradas no mercado atual, o que é de fundamental importância, tendo em vista que esse produto oferece algo a mais que os outros, em segurança, mobilidade e agilidade, visando a satisfação do cliente.



## REFERÊNCIAS

**BAXTER**, Mike. Projeto de Produto - Guia prático para o design de novos produtos. Trad. de Itiro Ilda. 3 ed. São Paulo: Editora Blucher 2011.

**BIONATUS**, Laboratório botânico Ltda. Disponível em: <<http://bionatus.azurewebsites.net/AEmpresa>>. Acesso em: 14 de Maio de 2017.

**BRAVAECO**, Misturador Vertical. Disponível em: <<http://www.bravaeco.ind.br/produto/misturador-vertical/6>>. Acesso Em: 17 Maio de 2017.

**CHAGAS**, Ana Maria de Resende; **SALIM**, Celso Amorim; **SERVO**, Luciana Mendes Santos. Saúde e Segurança no trabalho no Brasil: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores. Brasília - DF: IPEA, 2011.

**CLARK K. B**; **FUJIMOTO T**; PDP (Product Development Performance): Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry. Harvard Business School Press. 1991.

**CONDINHOTO**, Ricardo. Diretrizes para o Planejamento e Controle Integrado dos Processos de Projeto e Produção na Construção Civil. 2003

**DRAGONE**, José Fausto. **Proteções de máquinas, equipamentos, mecanismos e cadeado de segurança**. São Paulo: LTR, 2011.

**FERNANDES**, Haroldo Carlos et al. **Mecânica e Mecanização Agrícola**. Apostila de Aulas Práticas. Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola. 2013. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAM3YAE/mecanica-mecanizacao-agricola>> Acesso em: 24 de Abril de 2017.

**GREENPEÇAS**, Misturador Horizontal. Disponível em: <<http://www.greenpecas.com.br/products/misturadores>>. Acesso em: 17 de Maio de 2017.

**KHURANA**, R. Tractor Systems & Controls. Department of Farm Machinery and Power Engg. Disponível em: <<http://ecoursesonline.iasri.res.in/course/view.php?id=520>>. Acesso em: 25 de Abril de 2017.

**MECOL**, Misturador de Adubos Rações e Sementes. Disponível em: <<http://www.mecol.ind.br/site/index.php/2015-04-22-17-02-29/2015-04-25-14-18-10/misturador-de-adubos-racoes-e-sementes>>. Acesso em: 16 de Maio de 2017.

**Ministério do Trabalho**. Norma Regulamentadora Nº 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, **2017**. Disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/images//Documentos/SST/NR/NR12/NR12.pdf>>. Acesso em 09 de mar. 2017.

**MUNARI**, B. Das Coisas Nascem Coisas. 1ª ed. Martins Fontes, 1998. v. 1.

**Olson**, E. M., Walker, O. C., Jr., Ruckert, R. W., & Bonner, J. M. (2001). Patterns of cooperation during new product development among marketing, operations and R&D: implications for project performance. Journal of Product.

**Pahl, G.** et al. Projeto na Engenharia. 6 ed. Trad. de Hans Andreas Werner. São Paulo: Edit Edgard Blücher Ltda, 2005.

**RODINOX**, Misturador em V ou em Y. Disponível em: <<http://rodrinox.com.br/produto/misturadores-v-y-duplo-cone-2/>>. Acesso em: 17 Maio de 2017.

**Rozenfeld, H.** et al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

**SANTOS, F. A. N. V.** MD3E (Método de Desdobramento em 3 Etapas): Uma Proposta de Método Aberto de Projeto para Uso no Ensino de Design Industrial. 2005. 179p. Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP-UFSC), Florianópolis, SC, 2005. Tese (Doutorado)

**TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO**, Normas Regulamentadoras. Disponível em: <[http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR\\_17.html](http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_17.html)>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2017 20:35

**UNIVERSAL CJS**, Misturador Horizontal. Disponível em: <<http://www.universalcjs.com.br/digishop/misturador-horizontal/>>. Acesso em: 16 de Maio de 2017.

**WALDHELM, N.** O que é NR. Disponível em:<<http://segurancadotrabalhonwn.com/o-que-enr/>>. Acesso em: 09 mar. 2017.

# APENDICE A - Desenho Técnico Estrutura de Sustentação

<p><b>Tolerâncias não especificadas</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Alturas</td> <td>+/- 0,1</td> <td>até a 120 mm</td> <td>+/- 0,2</td> </tr> <tr> <td>Distâncias</td> <td>+/- 0,2</td> <td>até a 100 mm</td> <td>+/- 0,3</td> </tr> <tr> <td>Distâncias</td> <td>+/- 0,3</td> <td>até a 150 mm</td> <td>+/- 0,4</td> </tr> <tr> <td>Distâncias</td> <td>+/- 0,4</td> <td>até a 200 mm</td> <td>+/- 0,5</td> </tr> </table> <p>Tolerâncias angulares +/- 1°</p>	Alturas	+/- 0,1	até a 120 mm	+/- 0,2	Distâncias	+/- 0,2	até a 100 mm	+/- 0,3	Distâncias	+/- 0,3	até a 150 mm	+/- 0,4	Distâncias	+/- 0,4	até a 200 mm	+/- 0,5		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;">DATA:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">                 ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELLE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E SO PODEM SER USADOS POR TERCEROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.             </td> <td style="text-align: center;">                 DESENHADO POR: <b>GRUPO 17</b> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MÉTRICO</td> <td style="text-align: center;">1º DIEDRO</td> <td style="text-align: center;">SIMILAR:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">PESO: 39,4 kg</td> <td style="text-align: center;">ERA</td> <td style="text-align: center;">CÓDIGO: Conj_001</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MATERIAL REF: METAIS</td> <td style="text-align: center;">MATERIAL: AISI 1020</td> <td style="text-align: center;">VERSÃO: 1.20 REVISÃO: 00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CA</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">DATA</td> <td style="text-align: center;">DESCRIÇÃO</td> <td style="text-align: center;">POR</td> <td style="text-align: center;">APROV.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Chassis</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			DATA:	ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELLE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E SO PODEM SER USADOS POR TERCEROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.		DESENHADO POR: <b>GRUPO 17</b>	MÉTRICO	1º DIEDRO	SIMILAR:	PESO: 39,4 kg	ERA	CÓDIGO: Conj_001	MATERIAL REF: METAIS	MATERIAL: AISI 1020	VERSÃO: 1.20 REVISÃO: 00	CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV.				Chassis		
Alturas	+/- 0,1	até a 120 mm	+/- 0,2																																										
Distâncias	+/- 0,2	até a 100 mm	+/- 0,3																																										
Distâncias	+/- 0,3	até a 150 mm	+/- 0,4																																										
Distâncias	+/- 0,4	até a 200 mm	+/- 0,5																																										
		DATA:																																											
ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELLE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E SO PODEM SER USADOS POR TERCEROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.		DESENHADO POR: <b>GRUPO 17</b>																																											
MÉTRICO	1º DIEDRO	SIMILAR:																																											
PESO: 39,4 kg	ERA	CÓDIGO: Conj_001																																											
MATERIAL REF: METAIS	MATERIAL: AISI 1020	VERSÃO: 1.20 REVISÃO: 00																																											
CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	POR	APROV.																																								
			Chassis																																										

**SolidWorks Education Edition.**  
Somente para uso educacional.

# APENDICE B – Silo de Mistura e Armazenamento

<p>Tolerâncias não especificadas</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>±0,1</td> <td>±0,1</td> <td>±0,1</td> <td>±0,1</td> </tr> <tr> <td>±0,2</td> <td>±0,2</td> <td>±0,2</td> <td>±0,2</td> </tr> <tr> <td>±0,3</td> <td>±0,3</td> <td>±0,3</td> <td>±0,3</td> </tr> <tr> <td>±0,4</td> <td>±0,4</td> <td>±0,4</td> <td>±0,4</td> </tr> <tr> <td>±0,5</td> <td>±0,5</td> <td>±0,5</td> <td>±0,5</td> </tr> </table> <p>Tolerâncias angulares ± 1°</p>	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,2	±0,2	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3	±0,4	±0,4	±0,4	±0,4	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5		<p>ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E SO PODEREM SER USADOS POR TERCEROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.</p> <p>MÉTRICO  1° DÍEDRO </p> <p>DESENHADO POR: GRUPO 17</p> <p>DATA:</p> <p>RESO: 78,7 kg ERA: SIMILAR:</p> <p>MATERIAL REF: METAIS</p> <p>MATERIAL: AISI 1020</p>
±0,1	±0,1	±0,1	±0,1																			
±0,2	±0,2	±0,2	±0,2																			
±0,3	±0,3	±0,3	±0,3																			
±0,4	±0,4	±0,4	±0,4																			
±0,5	±0,5	±0,5	±0,5																			
<p>SolidWorks Education Edition. Somente para uso educacional.</p>																						
		<p>CA REV. DATA DESCRIÇÃO POR APROV.</p> <p>DE NOMINAÇÃO: Estrutura Silo</p> <p>CÓDIGO: Conj_002</p> <p>ESCALA: 1:20 REVISÃO: 00</p> <p>VERSÃO: A4</p>																				

# APENDICE C – Cone Intermediário

<p>Tolerâncias não especificadas</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Alturas</td> <td>+/- 0,1</td> <td>raios de 20 ou 50</td> <td>+/- 0,5</td> </tr> <tr> <td>raios de 100</td> <td>+/- 0,2</td> <td>raios de 80 ou 120</td> <td>+/- 0,8</td> </tr> <tr> <td>raios de 20 ou 30</td> <td>+/- 0,3</td> <td>raios de 200</td> <td>+/- 1,2</td> </tr> </table> <p>Tolerâncias angulares +/- 1°</p>	Alturas	+/- 0,1	raios de 20 ou 50	+/- 0,5	raios de 100	+/- 0,2	raios de 80 ou 120	+/- 0,8	raios de 20 ou 30	+/- 0,3	raios de 200	+/- 1,2			
Alturas	+/- 0,1	raios de 20 ou 50	+/- 0,5												
raios de 100	+/- 0,2	raios de 80 ou 120	+/- 0,8												
raios de 20 ou 30	+/- 0,3	raios de 200	+/- 1,2												
<p><b>FAHOR</b> FACULDADE HORIZONTINA</p>															
<p>ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E SO PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.</p>		<p>MÉTRICO    1º DIEDRO    </p>	<p>DESENHADO POR: <b>GRUPO 17</b>    DATA:</p>												
<p>PESO: <b>15,7 kg</b>    ERA:</p>		<p>SIMILAR:</p>													
<p>MATERIAL REF: <b>METAIS</b></p>		<p>CA    REV.    DATA    DESCRIÇÃO    FOR    APROV.</p>													
<p>MATERIAL: <b>AISI 1020</b></p>		<p>DESCRIÇÃO: <b>Cone do Silo</b></p>													
<p>ESCALA: <b>1:20</b>    REVISÃO: <b>00</b>    VERSÃO:</p>		<p>CÓDIGO: <b>Conj_002B</b>    <b>A4</b> FOLHA</p>													

ESP 3 mm

SolidWorks Education Edition.  
Somente para uso educacional.

# APENDICE D - Calha de Descarga

**Tolerâncias não especificadas**

Até 10mm	+/- 0,1	entre 10 e 100	+/- 0,2
entre 10 e 20	+/- 0,2	entre 100 e 1000	+/- 0,3
entre 20 e 100	+/- 0,3	entre 1000 e 10000	+/- 1,2

Tolerâncias angulares +/- 1°

ESP 3 mm

SolidWorks Education Edition.  
Somente para uso educacional.

ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE PROPRIEDADE E SO PODEREM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.

MÉTRICO    1º DIEDRO   

DESENHADO POR: GRUPO 17    DATA:

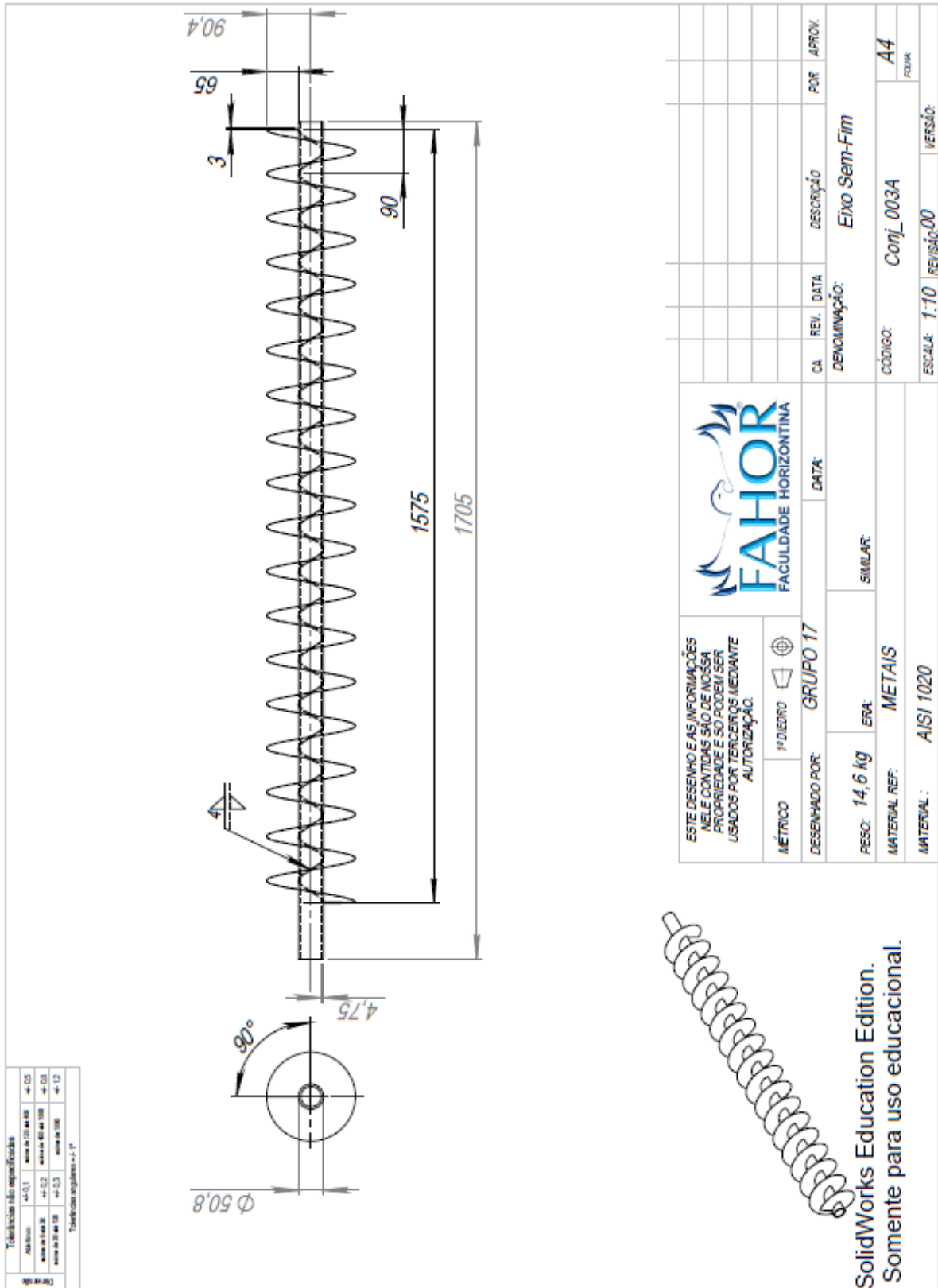
RESO: 5,8 kg    ERA:    SIMILAR:

MATERIAL REF: METAIS

MATERIAL: AISI 1020

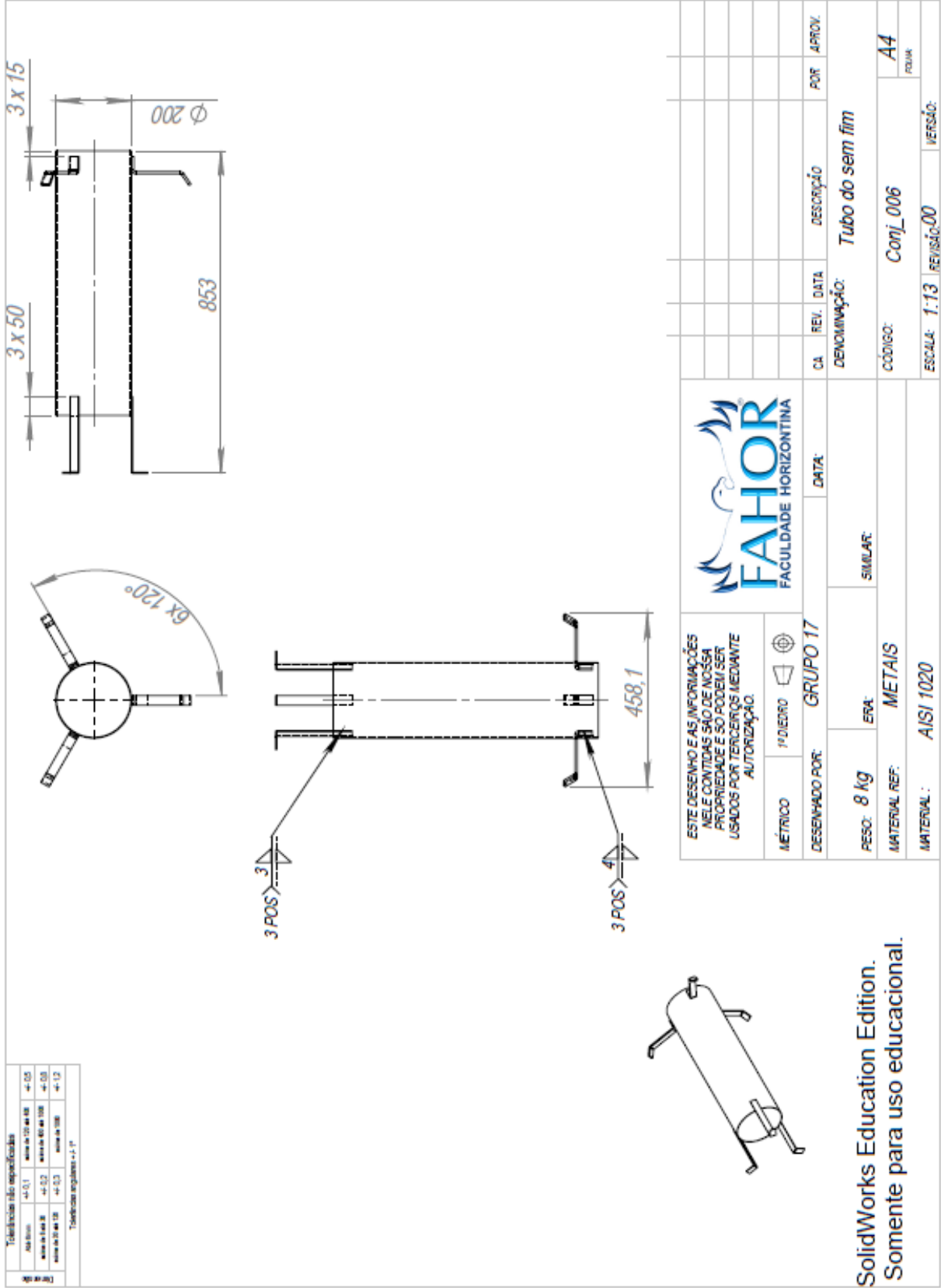
CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	FOR	APROV.
			Chapa de Descarga		
DENOMINAÇÃO:					
CÓDIGO:			Conj_001F	A4	
ESCALA:			1:5	REVISÃO:	00
VERSÃO:					

## APENDICE E – Eixo Sem Fim





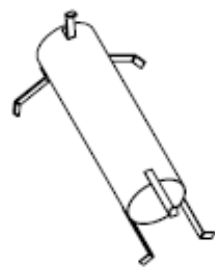
# APENDICE F – Tubo Central de Mistura



Tolerâncias não especificadas

Até 125	+/- 0,1	entre 125 até 400	+/- 0,15
entre 400 até 800	+/- 0,2	entre 800 até 1500	+/- 0,3
entre 1500 até 3000	+/- 0,3	entre 3000 até 10000	+/- 0,5

Tolerâncias angulares +/- 1°



SolidWorks Education Edition.  
Somente para uso educacional.

ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E SO PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.

MÉTRICO

DESENHADO POR: GRUPO 17

PESO: 8 kg

MATERIAL REF: METAIS

MATERIAL: AISI 1020

FAHOR  
FACULDADE HORIZONTINA

DATA:

SIMILAR:

CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	FOR	APROV.
			DENOMINAÇÃO: Tubo do sem fim		
			CÓDIGO: Conj_006		A4
			ESCALA: 1:13	REVISÃO: 00	VERSÃO:

# APENDICE G - Grade de Proteção do Sistema de Alimentação

Tolerâncias não especificadas	
dimensões	± 0,1
diâmetros	± 0,05
ângulos	± 0,5
raios	± 0,1
planicidade	± 0,1
planaridade	± 0,1
perpendicularidade	± 0,1
paralelismo	± 0,1
concentricidade	± 0,1
simetria	± 0,1
perfil	± 0,1
rugosidade	± 0,1

**ESTE DESENHO E AS INFORMAÇÕES NELE CONTIDAS SÃO DE NOSSA PROPRIEDADE E SO PODEM SER USADOS POR TERCEIROS MEDIANTE AUTORIZAÇÃO.**

MÉTRICO 11022000

DESENHADO POR: GRUPO 17

PESO: 3,0 kg

MATERIAL REF: METAIS

MATERIAL: AISI 1020

FAHOR  
FACULDADE HORIZONTINA

DATA:

SIMILAR:

CA	REV.	DATA	DESCRIÇÃO	FOR	APROV.
			Conjunto Soldado Grade		
			Conj_013		A4
			REVISÃO: 00		
			ESCALA: 1:4		VERSÃO:

**SolidWorks Education Edition.**  
Somente para uso educacional.