



Leonardo da Silva Lourenço

**DIMENSIONAMENTO DE UMA BANCADA PARA A ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO
DE SEMENTES E FERTILIZANTES**

Horizontina - RS

2019

Leonardo da Silva Lourenço

**DIMENSIONAMENTO DE UMA BANCADA PARA A ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO
DE SEMENTES E FERTILIZANTES**

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 Professor Me. Luís Carlos Wachholz.

Horizontina - RS

2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

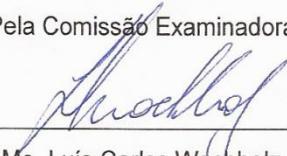
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

“Dimensionamento de uma bancada para a análise de distribuição de
sementes e fertilizantes”

Elaborada por:
Leonardo da Silva Lourenço

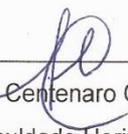
Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 27/11/2019
Pela Comissão Examinadora

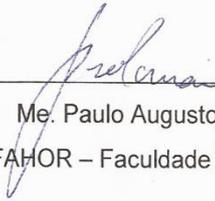


Me. Luis Carlos Waehholz

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Me. Francine Centenaro Gomes
FAHOR – Faculdade Horizontina



Me. Paulo Augusto Soliman
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2019

DEDICATÓRIA

À minha família, por acreditar sempre em mim e ter disponibilizado todos os recursos necessários para que este objetivo fosse alcançado.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradecer a Deus, pela saúde e suporte durante esta caminhada, pois sem ele não teria conseguido chegar onde cheguei.

À minha família e familiares, especialmente meu pai Laércio, minha mãe Lourdes e irmã Larissa, por terem me apoiado e não medirem esforços para que eu chegasse até essa etapa de minha vida.

Aos professores e colegas que estiveram comigo durante esses anos, em particular ao meu orientador Luís Carlos Wachholz que sempre esteve à disposição e em prontidão para me auxiliar no desenvolvimento do trabalho.

“O único lugar aonde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário”.

(Albert Einstein)

RESUMO

Uma importante ferramenta de aprendizado para estudantes de engenharia tem sido as bancadas didáticas, visto que atividades práticas fazem com que o acadêmico tenha uma compreensão maior dos conceitos que são passados na sala de aula. O presente trabalho tem por objetivo realizar o dimensionamento de uma bancada didática relacionada a dosagem de insumos e velocidade de plantio a partir de componentes disponíveis na instituição para futuramente ser aproveitado por alunos. Esse equipamento analisará a dosagem em dosadores de rotor acanalado, utilizado para dosagem de sementes miúdas como a aveia e trigo, em dosadores de disco horizontal, usado para sementes graúdas da cultura de verão como o milho e soja, e em dosadores de fertilizantes sólidos, utilizado para a dosagem de adubo granulado. Sendo encontrado como resultado a partir do motor utilizado no projeto os valores referentes a quantidade de RPM que será necessário ter no eixo de cada linha de dosadores relacionando com a velocidade especificada na esteira utilizada para atender a uma certa quantidade de insumos especificada para cada tipo de dosador. Para o desenvolvimento do projeto da bancada buscou-se conhecer concepções semelhantes e foi feito o recolhimento das dimensões dos componentes disponíveis assim podendo ser dimensionada a estrutura da bancada e identificar os componentes necessários. O preceito deste projeto foi em conseguir adaptar o máximo de materiais disponíveis na faculdade, onde a bancada não se torne algo inviável de ser feito.

Palavras-chave: Bancada didática. Insumos. Dimensionamento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção e área plantada de grãos	18
Figura 2 - Sistema de controle da aplicação de líquidos.	20
Figura 3 - Semeadora de fluxo contínuo	21
Figura 4 - Dosador de sementes de cilindro canelado	22
Figura 5 - Rotor acanalado com sentido anti-horário (A) e horário (B).....	22
Figura 6 - Semeadora de precisão	23
Figura 7 - Dosador de sementes de disco horizontal	24
Figura 8 - Discos de sementes com tipos de alvéolos a) circulares; b) oblongos.	24
Figura 9 - Tipos de elementos raspador. a) haste articulada; b) escova	25
Figura 10 - Elementos ejetores. a) punção; b) rolete.	25
Figura 11 - Disco inferior. a) reversível; b) detalhes das posições de montagem	26
Figura 12 - Dosador pneumático de sementes com pressão negativa (vácuo).....	27
Figura 13 - Sistema helicoidal "rosca sem fim".	28
Figura 14 - Exemplo de diferentes passos de helicoides dosadores, (a) 3/4", (b) 1" e (c) 2" de passo	28
Figura 15 - Influência da conformação do tubo condutor de sementes.....	30
Figura 16 - Método Proposto por Munari.....	31
Figura 17 - Dosadores de rotor acanelado	35
Figura 18 - Dosadores de disco horizontal	35
Figura 19 - Dosadores de fertilizantes.....	36
Figura 20 - Dosadores na estrutura.....	36
Figura 21 - Estrutura de suporte completa	37
Figura 22 - Roletes angulados	37
Figura 23 - Roletes angulados com esteira	38
Figura 24 - Roletes angulados e esticadores das esteiras	38
Figura 25 - Roletes passantes e rolete motor.....	39
Figura 26 - Alinhamento tubo condutor com a esteira	39
Figura 27 - Estrutura completa da bancada	40
Figura 28 - Vista lateral da bancada.....	40
Figura 29 - Estrutura dosadores.....	41
Figura 30 - Esteira.....	42
Figura 31 - Rolete motor	42

Figura 32 - Roletes intermediários	43
Figura 33 - Rolete esticador	43
Figura 34 - Estrutura de roletes com angulação.....	44
Figura 35 - Rolete angulado 60°	45
Figura 36 - Rolete 120°	45
Figura 37 - Bancada completa	46
Figura 38 - Rotor acanalado ajuste 0,5cm	48
Figura 39 - Rotor acanalado 5 cm	49
Figura 40 - Dosador de fertilizantes utilizado no projeto	58
Figura 41 - Dosador de rotor acanelado utilizado no projeto.....	58
Figura 42 - Dosador de disco horizontal utilizado no projeto.....	59
Figura 43 - Motor hidráulico utilizado no projeto.....	60
Figura 44 - Tubo quadrado e retangular.....	62
Figura 45 - Tubo redondo metalon	63
Figura 46 - Barra maciça redonda e quadrada.....	64
Figura 47 - Rolamento de esfera.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação velocidade, rpm no dosador com rotor fechado	49
Quadro 2 - Relação velocidade, rpm no dosador com rotor aberto	50
Quadro 3 - Simulações a partir da velocidade, número de furos.....	51
Quadro 4 - Rpm, velocidade de dosadores de fertilizantes.....	53
Quadro 5 - Valor, tempo e peso das peças da bancada.	55
Quadro 6 - Dobra de chapa.....	56
Quadro 7 - Apresentação valor peça.....	61
Quadro 8 - Tubos quadrados e retangulares usados no projeto	62
Quadro 9 - Tubos redondos usados no projeto	63
Quadro 10 - Barras maciças utilizadas no projeto.....	64
Quadro 11 - Rolamentos utilizados no projeto	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Método proposto por Bruno Munari.....	32
Tabela 2 - Parâmetros do projeto.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

AP – Agricultura de precisão

CAD - *Computer Aided Design*

MIG/MAG - (*MIG – Metal Inert Gás*) e (*MAG – Metal Active Gás*)

DXF - *Drawing Exchange Format*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 TEMA	14
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	15
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.4 HIPÓTESES.....	15
1.5 JUSTIFICATIVA	15
1.6 OBJETIVOS	16
1.6.1 Objetivo Geral	16
1.6.2 Objetivos Específicos	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 BANCADAS DIDÁTICAS.....	17
2.2 AGRONEGÓCIO	17
2.3 AGRICULTURA DE PRECISÃO	18
2.3.1 Aplicação de insumos em taxa variável	19
2.4 SEMEADORAS	20
2.4.1 Semeadoras de fluxo contínuo	21
2.4.1.1 Dosador de sementes de cilindro canelado	21
2.4.2 Semeadoras de precisão	23
2.4.2.1 Dosador de sementes de disco horizontal	23
2.4.2.1.1 Disco alveolado	24
2.4.2.1.2 Elemento raspador	25
2.4.2.1.3 Elemento ejetor	25
2.4.2.1.4 Disco inferior	26
2.4.2.2 Mecanismo dosador pneumático com pressão negativa (vácuo)	26
2.4.2.3 Dosador de fertilizante helicoidal	27
2.5 MOTORES HIDRÁULICOS.....	28
2.6 TRATORES.....	29
2.7 TUBOS CONDUTORES DE SEMENTES	29
3 METODOLOGIA	31
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS	31
3.1.1 Método de Munari	31
3.1.2 Ciclo de detalhamento e aquisição de materiais	33
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	33
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	34
4.1 PARÂMETROS DO PROJETO	34
4.2 CICLO DE DETALHAMENTO	34
4.2.1 Modelo 3d	34
4.2.2 Desenho e especificações técnicas	41
4.2.3 Lista de materiais	46
4.2.4 Relação velocidade rpm dos dosadores	46
4.2.4.1 Velocidade atingida pela esteira	46
4.2.4.2 RPM referente a dosagem em dosadores de rotor acanelado	47
4.2.4.3 RPM referente a dosagem em dosadores de disco horizontal	51
4.2.4.4 RPM referente a dosagem em dosadores de fertilizantes sólidos	52
4.3 CICLO DE AQUISIÇÃO.....	53
4.3.1 Make or Buy	53
4.3.2 Processo de fabricação	54
4.3.2.1 Chapas metálicas	54

4.3.2.1.1 Corte a laser	54
4.3.2.1.2 Dobra de chapa	56
4.3.3 Orçamento	57
4.3.3.1 Dosadores e motor hidráulico	57
4.3.3.2 Valor chapas metálicas.....	60
4.3.3.3 Tubos metálicos.....	62
4.3.3.4 Barras de aço	63
4.3.3.5 Rolamentos	64
CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICE A – LISTA DE MATERIAIS	72
APÊNDICE B – MAKE OR BUY	74

1 INTRODUÇÃO

Aulas práticas no curso de Engenharia é uma das formas de utilizar conhecimentos teóricos agregados a experiências práticas reais, onde o aluno consegue associar a teoria aprendida em sala de aula com a prática de forma experimental realizando simulações sobre o conteúdo aprendido, mesmo com acertos ou erros, observando o rendimento e limitações dos equipamentos que podem ser encontrados no ambiente de trabalho.

Para realizar simulações é necessário a utilização de bancadas didáticas nesses equipamentos o operador pode montar diferentes sistemas apenas variando seus parâmetros, familiarizando-se com os componentes e ao mesmo tempo comparando a teoria vista em sala de aula com os resultados obtidos na prática.

Para tal, foi proposto o dimensionamento de uma bancada didática trabalhando nos conceitos do agronegócio que simula uma plantadeira de 5 linhas sendo essa dimensionada a partir de dosadores de sementes graúdas, miúdas e fertilizantes adquiridos pela faculdade que seja de fácil entendimento e intuitivo permitindo realizar diversas simulações.

Neste contexto o projeto tem o objetivo de analisar a deposição de insumos em 3 tipos de dosadores demonstrando as características de cada um, o funcionamento e o rendimento sendo o sistema movimentado por motor hidráulico e tendo esteiras acopladas a cada linha com roletes angulados para um recebimento das sementes pelo tubo condutor mais útil e roletes horizontais inteiriços que são utilizados o mesmo para mover todas as 5 esteira, sendo nessa distância dos roletes horizontais o comprimento útil de medida do rendimento dos dosadores na estrutura podendo assim visualizar possíveis falhas de dosagem e corrigir parâmetros do sistema.

1.1 TEMA

O foco da pesquisa é o dimensionamento de uma bancada didática que simula uma plantadeira de cinco linhas permitindo analisar a distribuição de insumos de três tipos de dosadores (fertilizantes, sementes graúdas e sementes miúdas) simulando o momento do plantio.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este projeto delimita-se na análise de deposição de insumos de 3 tipos de dosadores separados, mas em uma estrutura de alinhamento de 5 unidades de cada tipo (fertilizantes, sementes miúdas e sementes graúdas) sendo esse alimentado por motor hidráulico podendo controlar a velocidade simulando uma plantadeira no momento de plantio e podendo redefinir parâmetros que melhore o rendimento, da mesma.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Buscando formas de facilitar o aprendizado com o auxílio de aulas práticas e a necessidade de desenvolver o tema do agronegócio cada vez mais, surge assim a ideia de dimensionar uma bancada que seja capaz de exemplificar e demonstrar o funcionamento de três tipos de dosadores de insumos realizando simulações de dosagem.

Com base no exposto, o problema de pesquisa caracteriza-se com a seguinte pergunta: com a utilização da bancada os estudantes serão capazes de realizar simulações referente aos dosadores implantados nela e visualizar as características de dosagem e o rendimento de cada um?

1.4 HIPÓTESES

- a) A bancada permitirá a realização de testes de dosagem em cada tipo de dosador;
- b) O motor utilizado vai atender a necessidade do projeto;
- c) A esteira permitirá a visualização das características de dosagem dos insumos após ser deposto pelos dosadores;
- d) A angulação dos roletes implantado no projeto permitirá uma melhor deposição dos grãos do dosador até a esteira.

1.5 JUSTIFICATIVA

Com o atual cenário do agronegócio no Brasil sendo a principal fonte de riqueza do país e com suas projeções futuras deve-se tornar o tema mais frequente em ambiente estudantil, implementando o assunto em aulas qualificando profissionais para o futuro.

Com isso esse projeto de TFC referente a uma bancada de simulação de rendimento de dosadores de insumos surgiu devido a necessidade da instituição que não conta com nenhum mecanismo semelhante podendo assim desenvolver o assunto além da teoria para também a parte prática.

Neste contexto, justifica-se a construção da bancada a fim de ser uma ferramenta que contribua para o aprendizado sobre métodos utilizados para dosagem de insumos, na qual se pode mudar os parâmetros, criando inúmeras possibilidades para realização de experiências práticas, que em geral, despertam um maior interesse por parte dos alunos.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

Dimensionamento de uma bancada a partir dos componentes dispostos na instituição que possa ser utilizada para benefício dos alunos sendo futuramente usado em aulas práticas com a possibilidade de realização de análises em diversos tipos de dosadores e obtendo um conhecimento maior sobre o assunto.

1.6.2 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral, podemos classificar as sequencias a serem seguidas no projeto para o dimensionamento da bancada de forma a se obter todas as diretrizes necessárias para atender as necessidades do consumidor final.

- a) Definição dos parâmetros necessários para o projeto;
- b) Dimensionamento da bancada;
- c) Dimensionamento dos diferentes tipos de roletes que serão utilizados;
- d) Calculo para determinar o rpm que será utilizado no motor para cada tipo de dosador.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 BANCADAS DIDÁTICAS

De acordo com Giordani, Jurach e Rodrigues (2003, apud RADÜNZ, 2015, p.12), bancada didática é definida como uma ferramenta para auxiliar a realização de experimentos possibilitando a montagem de diversos sistemas apenas variando parâmetros, é usada para se familiarizar com os componentes e verificar na prática a teoria aprendida em sala de aula.

Pekelman e Mello (2004) idealizam que engenheiros devem conseguir transmitir a ciência e tecnologia aprendida na faculdade para a prática uma vez que saiam da faculdade. Para isso ser possível as instituições de ensino devem proporcionar a oportunidade de interagir, na prática, com os temas estudados na sala de aula.

Os laboratórios nas instituições de ensino aproximam o estudante às ferramentas do engenheiro desenvolvendo suas habilidades para o atendimento das necessidades humanas. Esses laboratórios podem também servir como ferramenta para treinamento da criatividade do aluno permitindo desenvolver várias aplicações com as mesmas ferramentas e refletir o aprendizado ao mundo real (PEKELMAN; MELLO, 2004).

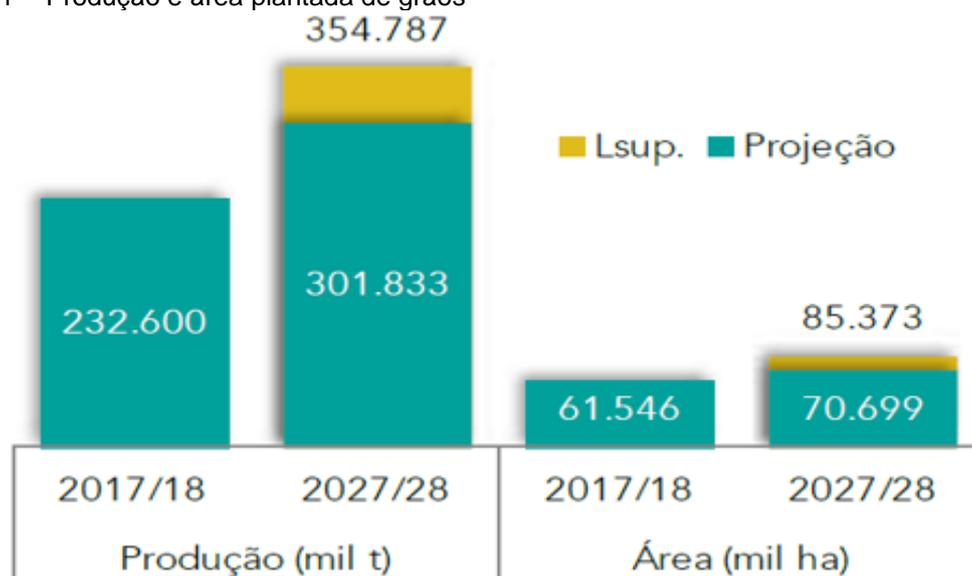
2.2 AGRONEGÓCIO

O mercado está favorável ao agronegócio tornando essa atividade a mais lucrativa e a principal fonte de riqueza do Brasil, as exportações são principalmente de produtos agropecuários, portanto administrar esse ramo é uma tarefa bastante necessária (LUIZ, 2013).

Tendências mostram um aumento expressivo na população mundial. Assim, o desafio é suprir as necessidades alimentares das gerações futuras sem colocar em risco a biodiversidade. Ou seja, é a tentativa de conseguir um equilíbrio entre o desenvolvimento agrário e os componentes do agro-sistema (LUIZ, 2013).

Segundo a Conab (2018) a produção de grãos brasileira de acordo com a Figura 1 deverá crescer passando de 232,6 milhões de toneladas em 2017/2018 para 302 milhões de toneladas em 2027/28. Indicando assim um acréscimo de 69 milhões de toneladas à produção atual.

Figura 1 - Produção e área plantada de grãos



Fonte: Conab, 2018, p.14

Em valores isso representa um acréscimo de 29,8%, ou uma taxa anual de 2,5% de crescimento. A área de grãos também deve se expandir-se dos 61 milhões de hectares atuais para 71 milhões de hectares em 2027/28.

2.3 AGRICULTURA DE PRECISÃO

Com a evolução da informática e tecnologias e com o uso do geoprocessamento, o GPS (sistemas de posicionamento global) e muitas outras tecnologias proporcionam à agricultura uma nova forma de administração das propriedades, deixando de ser somente uma e sim várias propriedades dentro da mesma, mas com características e necessidades específicas. E com a mudança da agricultura torna a cada dia o produtor rural um empresário, precisando de novas tecnologias para melhorar a sua produtividade para poder assim aumentar seu lucro (FILHO, 2010).

Segundo Varaschini (2012) a agricultura de precisão é um sistema de gestão ou de gerenciamento da produção agrícola, composto de tecnologias e procedimentos utilizados para que as lavouras e o sistema de produção sejam otimizados, com eficiente uso dos recursos de produção, minimização dos efeitos indesejáveis ao meio ambiente e aumento de produtividade, tendo como elemento chave o gerenciamento da variabilidade espacial da produção e dos fatores a ela relacionados.

A AP tem várias formas de abordagem, mas o objetivo é sempre o mesmo utilizar estratégias para resolver os problemas da desuniformidade das lavouras e se possível tirar proveito dessas desuniformidades (VIANA, 2009).

Os principais benefícios econômicos que podem advir da utilização da AP são decorrência da possibilidade de se fazer aplicação localizada de insumos à taxa variável em cada ponto do campo, nas proporções adequadas às suas necessidades reais, possibilitando assim a melhoria das suas características. Aplica-se, portanto, as quantidades certas nos locais certos, e com isso, pode-se aumentar a produtividade das culturas com redução de custos (BALASTREIRE, 2000).

2.3.1 Aplicação de insumos em taxa variável

Com o desenvolvimento da tecnologia eletrônica e das telecomunicações foi capaz de ocorrer o desenvolvimento de equipamentos que trabalham variando suas regulagens em função da sua necessidade. Assim possibilitando que as máquinas semeadoras e aplicadores de insumo sejam capazes de variar as taxas de aplicação automaticamente durante o trabalho. Através desse sistema torna-se possível tratar cada metro quadrado da cultura como sendo uma área diferente atingindo os melhores resultados de manejo da cultura possíveis (RUSSO, 2005).

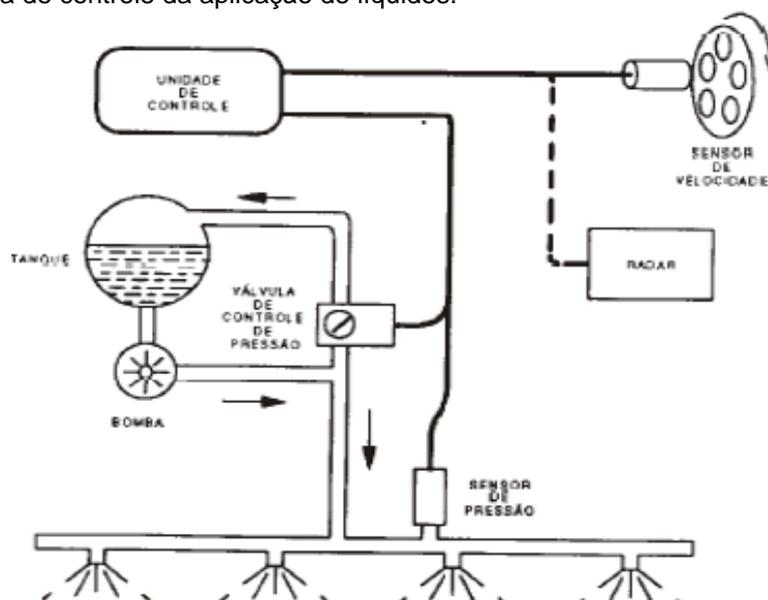
Segundo Sudduth(1999, apud UMEZU,2003,p.22) a aplicação localizada de insumos pode ser implementada de maneira “on-line” ou “off-line”. Com a forma on-line baseada em sensores em tempo reais sendo esses usados pra o controle da aplicação e a forma off-line baseado em mapas de aplicação, os dados são coletados, armazenados e processados em uma operação distinta, e o equipamento utiliza essas informações para efetuar a aplicação. A maioria dos sistemas hoje é baseada em mapas de aplicação, mas os sistemas on-line deverão se tornar disponíveis quando a tecnologia de sensores em tempo real se tornar mais evoluída.

Uma evolução dos sistemas de aplicação a taxas variáveis são os sistemas de aplicação a formulações variáveis. Esses sistemas são uma associação de mais de um dispositivo de aplicação a taxas variáveis. Nesse sistema cada aplicador regula a dosagem de seu componente, sendo que todos os aplicadores operam simultaneamente, assim a variação na proporção entre os diferentes componentes possibilita a variação na formulação do defensivo ou do fertilizante aplicado, bem como a somatória das vazões de todos os componentes resulta na taxa de aplicação total (RUSSO, 2005).

Atualmente são disponíveis alguns equipamentos com a tecnologia de aplicação variável, porém, os que apresentam maior grau de desenvolvimento são os aplicadores de agroquímicos líquidos e sólidos.

No sistema de aplicação de insumos líquidos representado na Figura 2 o sistema utiliza um sensor de velocidade e um de pressão que fornece informações para um sistema, com os dados e com a largura efetiva da aplicação o controlador calcula a taxa de aplicação por área, com a informação recebida o controlador calcula o erro em relação a taxa desejada e realiza uma ação para diminuir esse erro, abrindo ou fechando a válvula de controle de pressão até que a taxa de aplicação real seja a desejada (FILHO, 2010).

Figura 2 - Sistema de controle da aplicação de líquidos.



Fonte: Saraiva, 2006, p.116

Para a aplicação de insumos sólidos secos, os equipamentos podem possuir sistemas pneumáticos que operam com produtos químicos secos, que são transportados pelo fluxo de ar até placas defletoras na saída do sistema com a função de desacelerar e distribuir uniformemente o produto. Esses equipamentos normalmente possuem depósitos que são conectados ao local de aplicação através de conexões pneumáticas. O controle da taxa de aplicação é realizado através do fluxo de ar. Um ou mais produtos podem ser misturados e dosados durante a operação, através de controladores individuais em cada depósito (UMEZU, 2003).

2.4 SEMEADORAS

Segundo Portella (2001, apud MARTINS, 2017, p.17) semeadoras são maquinários agrícolas com o objetivo de semear plantas de uma maneira uniforme, mantendo um espaçamento adequado entre as linhas no plantio e a profundidade da

semente no solo. As sementes podem ser distribuídas da seguinte maneira: depositando uma massa determinada de semente no sulco, conhecido como semeadora de fluxo contínuo, e depositando semente no terreno de maneira precisa sendo plantada uma a uma, chamada de semeadora de precisão.

2.4.1 Semeadoras de fluxo contínuo

As semeadoras de fluxo contínuo, representada na Figura 3, são chamadas de "semeadeiras", para distribuir as sementes é utilizado normalmente o sistema de rotores acanelados.

Figura 3 - Semeadora de fluxo contínuo



Fonte: Molin et al., 2005

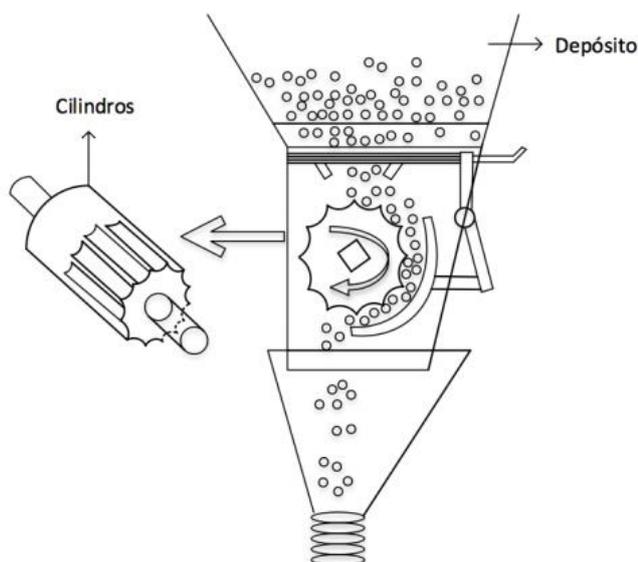
Nas semeadeiras espaçamentos entrelinhas são inferiores a 20cm. De forma geral, são semeados uma grande quantidade de sementes por metro linear de sulco, sem ter uniformidade de espaçamento entre elas no sulco de semeadura. São usadas para semear sementes miúdas, como as das culturas de inverno (aveia, trigo, centeio, cevada, etc) (CASÃO JR, 2007).

2.4.1.1 Dosador de sementes de cilindro acanelado

Este tipo de dosador, representado na Figura 4, é usado em semeadoras de fluxo contínuo ou para grãos miúdos, o rotor de acionamento podem ser de dentes retos ou helicoidais (mais usados). Em semeadoras é utilizado um dosador para cada linha de semeadura que são acionados por um eixo que atravessa a largura do depósito de sementes (PORTELLA, 1997).

Neste sistema a dosagem é regulada pela velocidade de rotação do eixo. Assim é comum para alterar sua vazão aumentar ou diminuir a área de contato do cilindro com a massa de material no depósito. Outra maneira de ajuste é feita através da abertura e fechamento de uma comporta ajustável localizada abaixo do rotor limitando a passagem de sementes para o tubo de descarga (BALASTREIRE,2005, apud BONOTTO,2012, p.26).

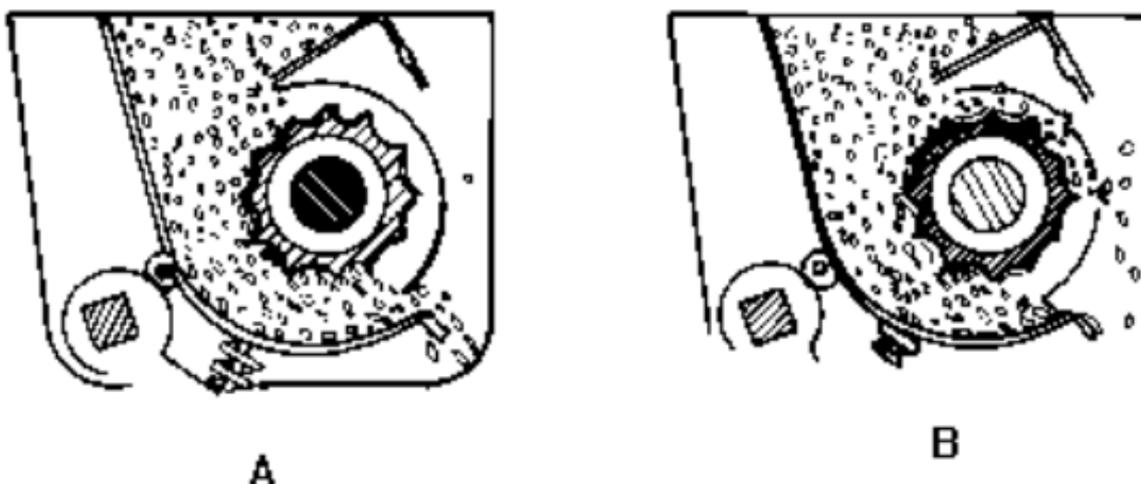
Figura 4 - Dosador de sementes de cilindro canelado



Fonte: Dalacort, 2017, p. 18

O rotor nesse dosador, de acordo com a Figura 5, pode girar nos dois sentidos, horário e anti-horário.

Figura 5 - Rotor acanalado com sentido anti-horário (A) e horário (B)



Fonte: Casão Jr, 2017, p.50

. No sentido horário as sementes fluem pelo lado de cima do rotor, sendo mais indicado para sementes maiores, como soja, e de difícil deslizamento como o arroz. No sentido anti-horário as sementes passam por baixo do rotor, sendo usado para trigo. Após a semente sair do rotor são despejadas na tubulação de descarga e são conduzidas ao solo. Poucas semeadeiras permitem girarem o rotor nos dois sentidos (CASÃO JR, 2017).

2.4.2 Semeadoras de precisão

As semeadoras de precisão, representada na Figura 6, são denominadas popularmente como "plantadeiras", são caracterizadas pela distribuição de sementes no sulco de semeadura a distâncias supostamente iguais (CASÃO JR, 2007)..

Figura 6 - Semeadora de precisão



Fonte: Martins, 2017, p.19

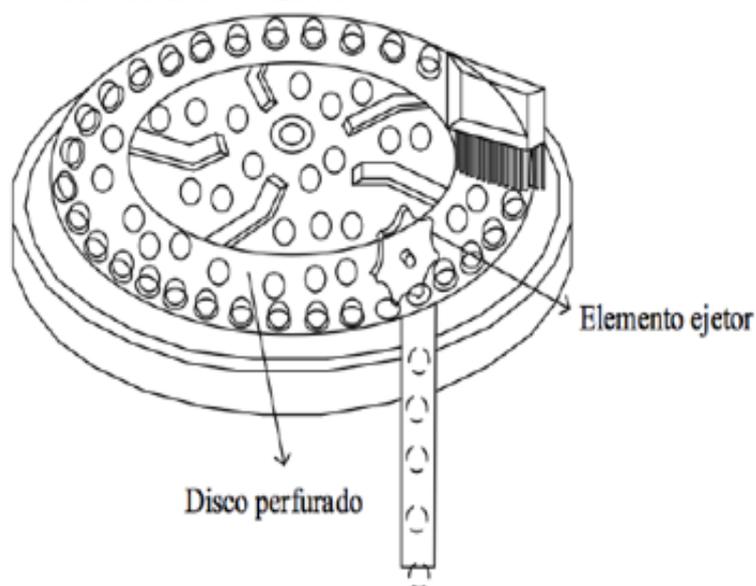
No Brasil, essas máquinas utilizam principalmente dosadores pneumáticos ou dosadores de discos horizontais, e componentes que ficam em contato com o solo que impedem que se trabalhe com espaçamentos entrelinhas inferiores a 40cm. Trabalham com sementes graúdas como as das culturas de milho, soja, amendoim, feijão, pipoca, algodão, mas também semeiam sementes miúdas como o sorgo, desde que a média entre as sementes no sulco seja maior que 40mm (CASÃO JR, 2007).

2.4.2.1 Dosador de sementes de disco horizontal

Na maioria das semeadoras de precisão no Brasil a dosagem de sementes é realizada por dosadores de discos horizontais alveolados, ilustrado na Figura 7, que têm como função capturar, individualizar, dosar e liberar as sementes.

Esses dosadores são constituídos de uma base fundida que sustenta um eixo dotado de pinhão e engrenagem de acionamento. Esse pinhão aciona a coroa que possui um pino chanfrado em ambas extremidades assim acionando o mecanismo dosador. Sobre o disco alveolado há um dispositivo de contenção de quantidade de sementes que alimentam os alvéolos do disco (PORTELLA, 1997).

Figura 7 - Dosador de sementes de disco horizontal



Fonte: Dalacort, 2017, p. 6

Para o controle de dosagem esse tipo de dosador possuem alguns elementos além do disco de dosagem como o elemento raspador, elemento ejetor além do disco inferior.

2.4.2.1.1 Disco alveolado

Apresentam-se na forma de um disco de espessura constante e plano possuindo alvéolos dispostos radialmente em sua superfície (Figura 8).

Figura 8 - Discos de sementes com tipos de alvéolos a) circulares; b) oblongos.



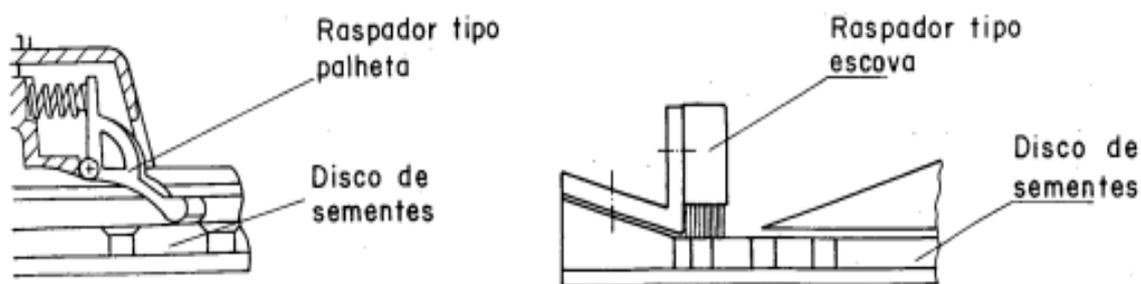
Fonte: Ogliari, 1990, p.10

Esses discos são usados para individualizar e transportar sementes até a abertura de saída, as sementes utilizadas nesse disco são de formato esférico ou elíptico como as de soja e feijão. São produzidos normalmente em ferro fundido ou nylon (OGLIARI, 1990).

2.4.2.1.2 Elemento raspador

Representado na Figura 9 esse elemento é usado para retirar excesso de sementes que ocorrem no processo de captação.

Figura 9 - Tipos de elementos raspador. a) haste articulada; b) escova



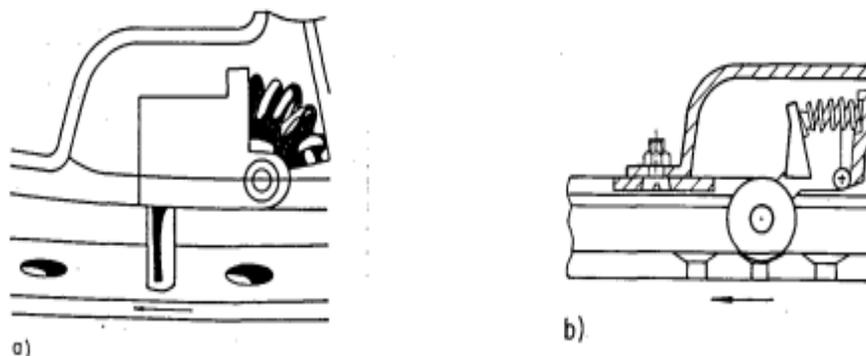
Fonte: Ogliari, 1990, p.11

Os tipos mais usados são os de haste articuladas, que o seu funcionamento se dá a esse elemento ser forçado contra o disco através do uso de uma mola, e o tipo de raspador de escova fixa, que o elemento possui cerdas que escovam a superfície do disco (PORTELLA, 1997).

2.4.2.1.3 Elemento ejetor

Mostrado na Figura 10 esse componente é o responsável pela ejeção das sementes captadas ao ponto de descarga.

Figura 10 - Elementos ejetores. a) punção; b) rolete.



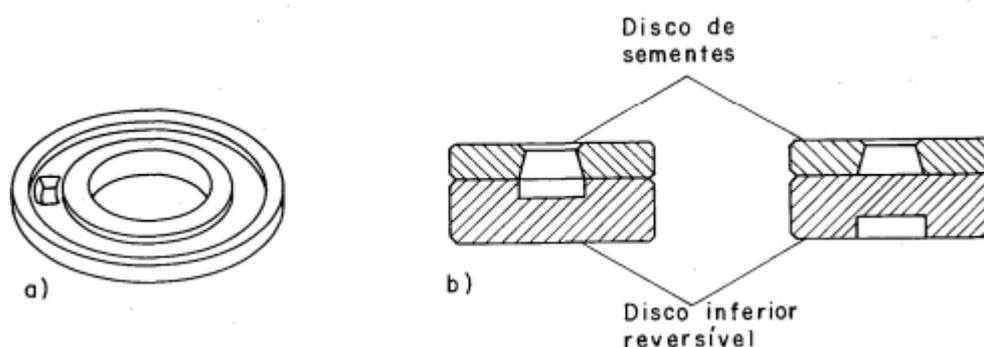
Fonte: Ogliari, 1990, p.12

Encontra-se em duas formas, a primeira consiste de um punção articulado que é forçado por uma mola que penetra no interior do alvéolo e ejeta a semente. A segunda compreende um rolete liso ou dentado que é ligado a um braço articulado que por uma mola é forçado contra o disco, o que faz com que as sementes caiam é a parte do rolete que penetra no interior do alvéolo (PORTELLA, 1997)

2.4.2.1.4 Disco inferior

Esse disco, de acordo com a Figura 11, é usado para compensar diferenças de espessura dos discos ou aumentar a profundidade dos alvéolos (PORTELLA, 1997).

Figura 11 - Disco inferior. a) reversível; b) detalhes das posições de montagem



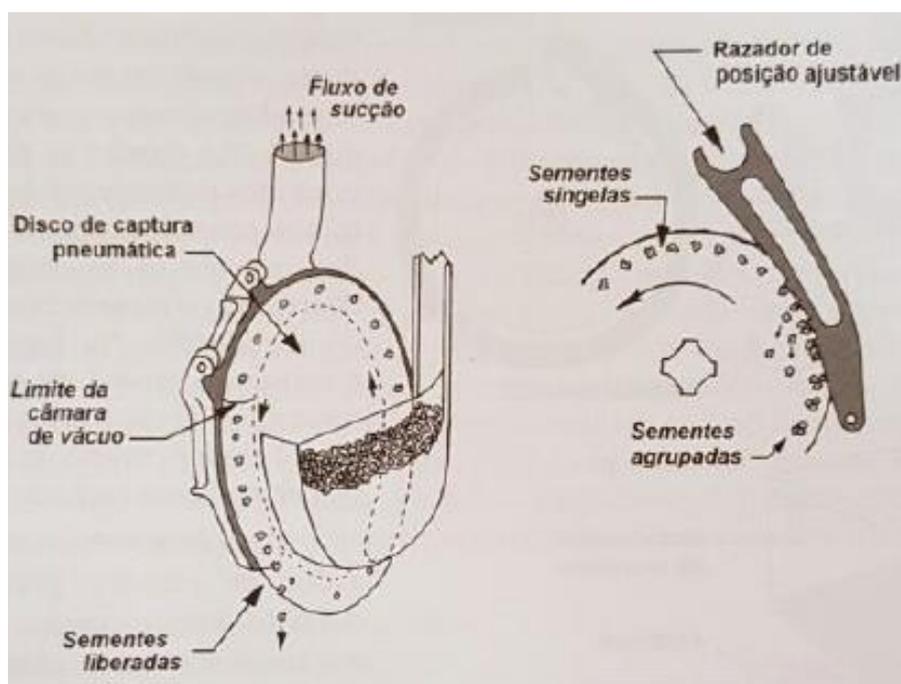
Fonte: Ogliari, 1990, p.13

2.4.2.2 Mecanismo dosador pneumático com pressão negativa (vácuo)

Os mecanismos dosadores pneumáticos de sementes, demonstrado na Figura 12, utilizam o ar como princípio para capturar as sementes.

Segundo Balastreire (1987, apud ANGHINONI, 2019, p.12), mecanismos dosadores pneumáticos de sucção apresentam uma base de depósito de sementes, que funcionam também como apoio do disco dosador, sendo normalmente vertical e com fileiras concêntricas de furos. Possuem também em sua estrutura uma tampa que fecha em conjunto deixando apenas uma saída para as sementes dosadas, ao ser aspirado pelo ar essas sementes ficam presas na parte externa do disco dosador e acabam por ser liberadas quando o vácuo em cada orifício é neutralizado.

Figura 12 - Dosador pneumático de sementes com pressão negativa (vácuo).



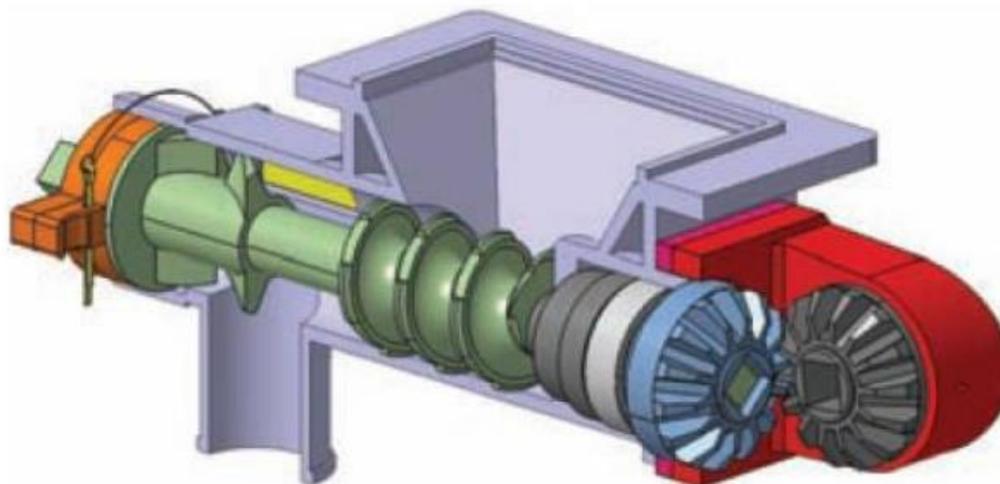
Fonte: Anghinoni, 2019, p.12

Os mecanismos de dosagem pneumáticos tem como a principal vantagem a precisão na dosagem de sementes uma a uma e poucos danos na semente no processo de dosagem. Mesmo nesse tipo de dosador devido a variação no tamanho e forma das sementes, há necessidade de vários tipos de discos com orifícios adequados as sementes. Quando adotadas maiores velocidades de trabalho utiliza-se disco com duas fileiras concêntricas de alvéolos nos discos (PORTELLA, 1997).

2.4.2.3 Dosador de fertilizante helicoidal

O mecanismo dosador helicoidal, ilustrado na Figura 13, é composto por um helicóide fixado a um eixo rotativo colocado abaixo do depósito de fertilizantes. A quantidade de insumos depositada no solo muda conforme é alterada a velocidade angular do eixo de acionamento do dosador ou pelo passo do helicóide usado. Em máquinas comerciais são realizadas pré regulagens do sistema de transmissão que é realizado por sistemas de corrente ou por meio de engrenagens. Este é o tipo de dosador de fertilizante mais utilizado no Brasil (GARCIA, 2011).

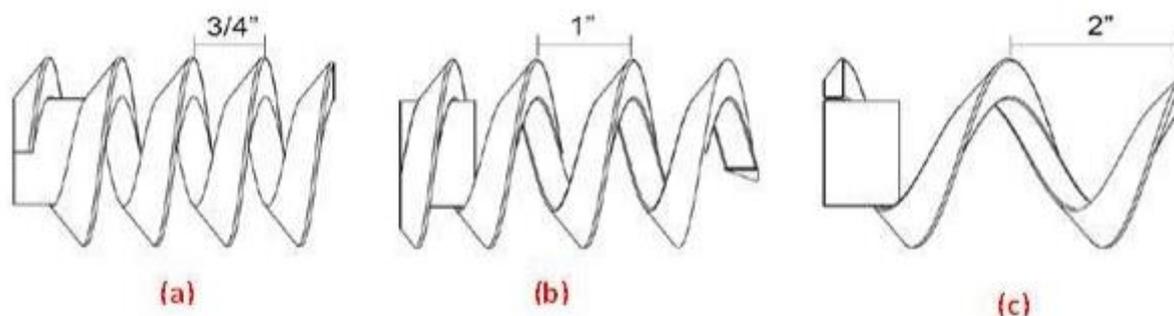
Figura 13 - Sistema helicoidal "rosca sem fim".



Fonte: Reynaldo, 2013, p.10

Uma das alternativas para regular a dosagem de fertilizante nesse sistema, representado na Figura 14, é com a mudança de relação transmissão (REYNALDO, 2013).

Figura 14 - Exemplo de diferentes passos de helicoides dosadores, (a) 3/4", (b) 1" e (c) 2" de passo



Fonte: Reynaldo, 2013, p.11

Com a troca de engrenagens e troca de rosca com diferentes passos (sem fins de $\frac{3}{4}$ "; 1"; $1\frac{1}{2}$ "; $1\frac{3}{4}$ " e 2"), com menores passos ocorrem menores oscilações na dosagem quando a semeadora é submetida a inclinações longitudinais (REYNALDO, 2013).

2.5 MOTORES HIDRÁULICOS

O motor é um atuador rotativo com a função de converter energia hidráulica em energia mecânica rotativa. Onde a energia fornecida para o motor hidráulico é convertida em energia mecânica sob a forma de rotação e torque (FIALHO, 2011).

Ainda segundo Fialho (2011) a definição para deslocamento de um motor é quanto de fluido que o motor vai receber por cada rotação, é possível também ter torque sem movimento, porque, só é realizado torque quando o mesmo for suficiente para vencer o atrito e resistência a carga, sempre considerando a energia. A pressão necessária para o deslocamento desses motores dependem do torque que deve ser aplicado para o movimento.

2.6 TRATORES

Tratores agrícolas são máquinas construídas para geração de potência com finalidade de empurrar, acionar, tracionar e transportar máquinas e implementos agrícolas no decorrer do tempo os tratores ganharam recursos que os tornaram cada vez mais versátil e robustos. Passaram também a efetuar tarefas como cultivador motorizado, os tratores atuais são projetados para efetuar diversas atividades e trabalhos sob as mais variadas condições de solo e adversidades climáticas (SILVA, 2014).

Ainda segundo Silva (2014) o resultado do ajuste entre os setores construtivos de máquinas e os de produção agropecuária tornaram as novas gerações de tratores mais sofisticados e com tecnologia semelhante aos veículos de transporte urbano, um detalhe novo em tratores atuais foi a implantação do sistema GPS e de computadores de bordo gerando um trabalho de alta eficiência e controle qualificando essas máquinas ao sistema de agricultura de precisão.

2.7 TUBOS CONDUTORES DE SEMENTES

Os tubos condutores equipam máquinas agrícolas de diferentes modelos no mercado, são escolhidos levando em conta o diâmetro de entrada e saída das sementes, angulo de descarga, formato e altura em relação ao solo (CARPES, 2014).

Os tubos condutores são geralmente corrugados e devem ter paredes lisas para evitar acumular sementes nas corrugações, à existência de uma curvatura no final do tubo para trás, representado na Figura 15, faz com que as sementes caiam numa velocidade menor que a do deslocamento da máquina para as sementes não serem lançadas para fora do sulco, assim diminuindo a irregularidade da distribuição longitudinal (SIQUEIRA, 2008).

Figura 15 - Influência da conformação do tubo condutor de sementes



Fonte: Carpes, 2014, p.31

Ainda segundo Siqueira (2008) não pode haver pontos que obstrua a passagem das sementes no equipamento como entalhes e ranhuras, o tubo deve ser o mais liso e curto que puder para não ricochetear as sementes nas paredes do condutor, chegando ao solo na mesma distância em que saíram do sistema de dosagem assim tendo uma maior eficiência no plantio.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

O método de pesquisa a ser seguido será uma pesquisa e ação. Este método foi escolhido pois a pesquisa segue a partir de um problema que será o dimensionamento da bancada, depois vem as hipóteses, e os resultados do projeto.

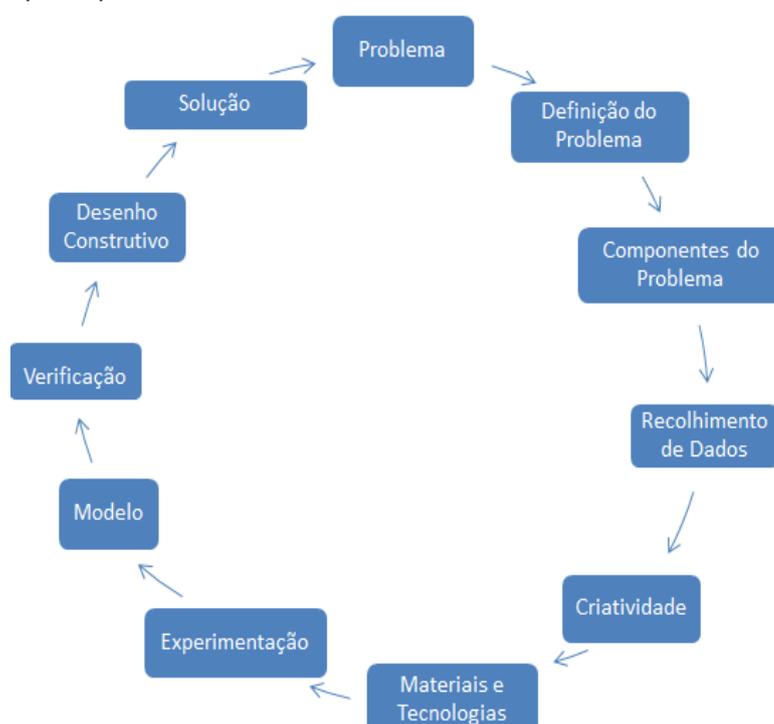
3.1.1 Método de Munari

O método proposto por Bruno Munari tem uma estrutura simplificada que permite ter uma visão geral do projeto reforçando que o desenvolvimento dessas atividades tenham uma linguagem e forma clara (ATTUATI, 2017).

De acordo com Munari o método de projeto é uma série de operações, que estão em ordem lógica, especificadas pela experiência e buscando atingir o melhor resultado com o menor esforço. A etapa de concepção, descrita pelo autor como “criatividade”, está ligada a conhecimentos prévios de materiais e tecnologias (MORONI et al., 2011, p.113).

As etapas utilizadas no projeto adaptado ao método de Bruno Munari estão representadas na Figura 16.

Figura 16 - Método Proposto por Munari



Na Tabela 1 está representado o método utilizado sendo ele adaptado ao tema do projeto com seus respectivos problemas e possíveis soluções.

Tabela 1 - Método proposto por Bruno Munari

PROBLEMA	Será possível analisar as características de dosagem e rendimento de cada dosador na bancada.
DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	O problema em questão pode-se resumir se com a bancada finalizada será possível realizar análises referentes as características de cada dosador e poder demonstrar o rendimento e funcionamento de cada equipamento para a utilização dessa em aulas práticas.
COMPONENTES DO PROBLEMA	Rpm utilizado em cada dosador, velocidade imposta na esteira, tipos de sementes utilizadas em cada dosador.
RECOLHIMENTO DE DADOS	Estudo de sistemas semelhantes já fabricados em busca da solução dos problemas levando em conta o público alvo estudantes que poderão fazer testes variando parâmetros na bancada e analisando os resultados na mesma.
CRIATIVIDADE	Através da comparação de bancadas já existentes, mas que controlam um único dosador surge à oportunidade de desenvolver uma bancada que simula uma plantadeira de 5 linhas utilizando cinco dosadores ao mesmo tempo, além de possuir mais tipos de dosadores podendo ser testados com diversas variações de sementes e também fertilizantes.
MATERIAIS E TECNOLOGIAS	Para desenvolver o projeto será necessário utilizar bibliografias, catálogos dos produtos utilizados, além de um software de modelagem.
EXPERIMENTAÇÃO	Por se tratar apenas do projeto, não será feita a produção de protótipo.
MODELO	O modelo da bancada será simulado no software Solidworks. Sendo utilizado a licença disponibilizada pela instituição
VERIFICAÇÃO	Será utilizado o modelo montado no Solidworks para visualizar a funcionalidade do projeto
DESENHO CONSTRUTIVO	Com o projeto do produto finalizado, nesta fase são fornecidos os desenhos e especificações técnicas para a produção da bancada.
SOLUÇÃO	Produto final pronto, ou seja, poderá ser realizadas simulações de rendimento de três tipos de dosadores, como também analisar a uniformidade e distância de depósitos de insumos referente à velocidade da esteira e rpm imposto em cada dosador

Fonte. Autor 2019. Adaptado de método Munari

3.1.2 Ciclo de detalhamento e aquisição de materiais

No ciclo de detalhamento do projeto é definido o design do produto realizando a modelagem 3D através do uso de um *software CAD (computer aided design)* aplicando as definições e capacidade desejadas no projeto, após a modelagem ser realizada é obtido os desenhos em 2D necessários para futuras produções de protótipos.

Após o ciclo de detalhamento é definido de que forma será feita a aquisição dos materiais necessários para a bancada fazendo uma pesquisa de preços e selecionando os fornecedores mais acessíveis respeitando os requisitos definidos no projeto.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para realizar o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados vários tipos de equipamentos de pesquisa, como livros, catálogos de fabricantes, artigos, materiais citados e disponíveis na internet.

Será necessário também o uso de um *software CAD* para o dimensionamento da bancada.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 PARÂMETROS DO PROJETO

O produto segue as especificações, conforme descrito na Tabela 2. Estas especificações são referentes ao modelo preliminar proposto no projeto demonstrando os materiais que serão utilizados e as dimensões máximas que a bancada deverá ter após sua produção.

Tabela 2 - Parâmetros do projeto

Descrição	Informação
Número de linhas	5 linhas
Número de dosadores semente miúdas	5 unidades
Número de dosadores semente graúdas	5 unidades
Número de dosadores de fertilizantes	5 unidades
Número de motores hidráulicos	4 unidades
Rpm máximo dos motores	400 rpm
Largura da bancada	1,7 metros
Altura da bancada	1,43 metros
Comprimento da bancada	2,90 metros

Fonte: Autor, 2019

A partir dos dados especificados no quadro acima após a construção futura da bancada o projeto pode sofrer alteração ao longo do tempo, devido a projetos de melhoria contínua.

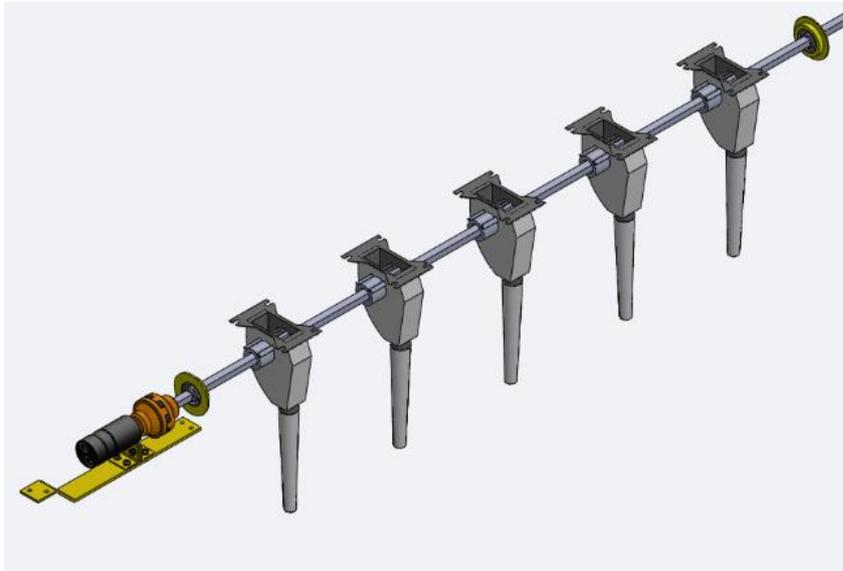
4.2 CICLO DE DETALHAMENTO

4.2.1 Modelo 3d

O produto foi modelado com auxílio de software CAD e representa as medidas e tolerâncias reais do produto podendo assim desenvolver desenhos técnicos para a

viabilização na área produtiva. Com a modelagem em 3d foram listadas figuras representativas da bancada proposta demonstrando várias vistas e como estão dispostos seus componentes na mesma.

Figura 17 - Dosadores de rotor acanelado

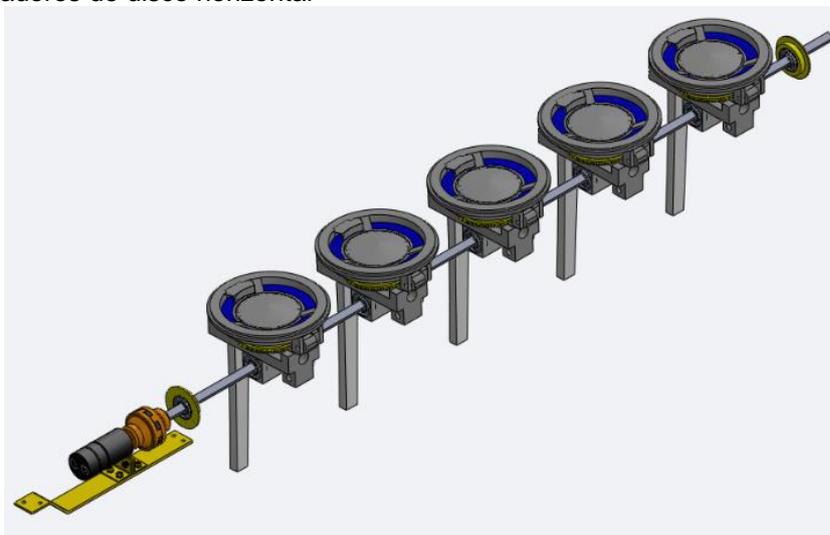


Fonte: Autor, 2019

Pela Figura 17, tem-se a vista de 5 unidades de dosadores de rotor acanelado alinhado através de um eixo sendo tocado por um motor hidráulico utilizado para dosagem de sementes miúdas.

Na Figura 18 são representados os dosadores de disco horizontal alinhados igualmente aos de rotor acanelado através de um eixo e acionados por motor hidráulico e tendo seu uso para a dosagem de sementes graúdas.

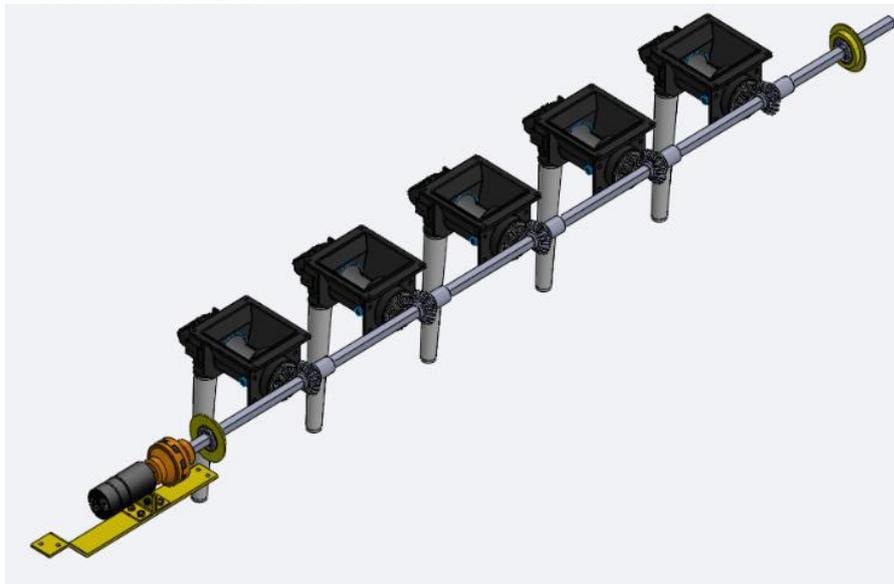
Figura 18 - Dosadores de disco horizontal



Fonte: Autor, 2019.

Os dosadores de fertilizantes, mostrados na Figura 19, são representados igualmente aos anteriores podendo ser visualizado seu alinhamento e posicionamento.

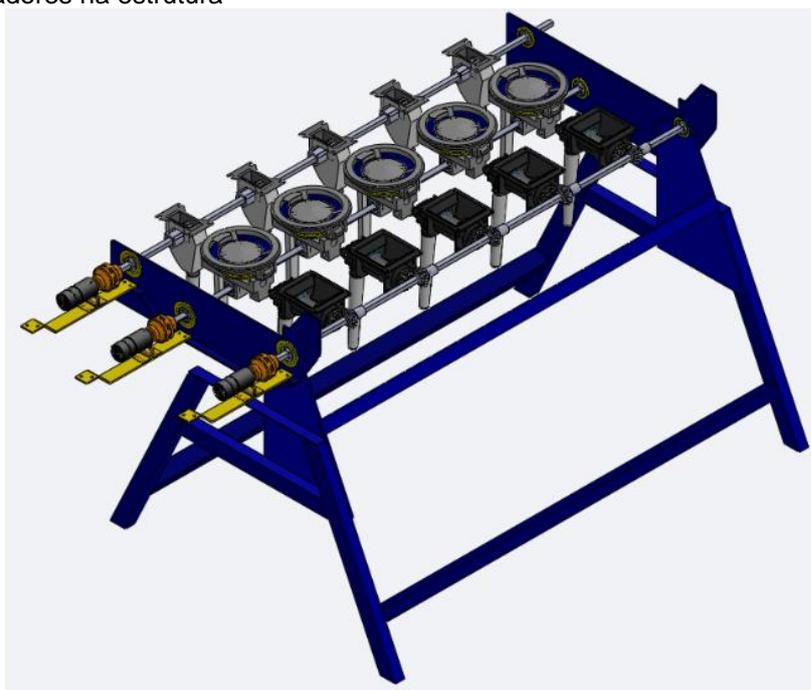
Figura 19 - Dosadores de fertilizantes.



Fonte: Autor, 2019.

Na Figura 20, está representado todos os dosadores utilizados na bancada alinhados, sendo possível ser feita também a visualização da estrutura de suporte desses equipamentos.

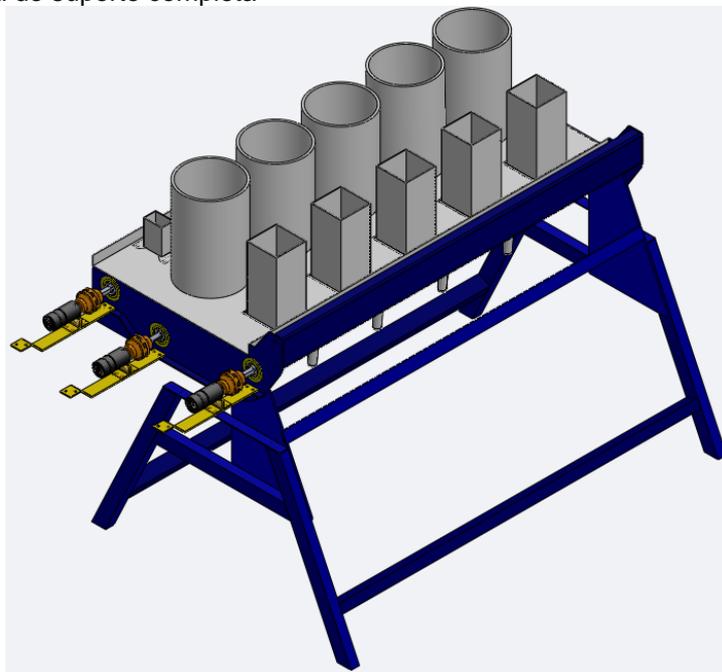
Figura 20 - Dosadores na estrutura



Fonte: Autor, 2019.

Sendo demonstrado na Figura 21 a estrutura de suporte dos dosadores completa sendo adicionado a chapa de suporte desses equipamentos, além do reservatório de sementes de cada tipo de dosador.

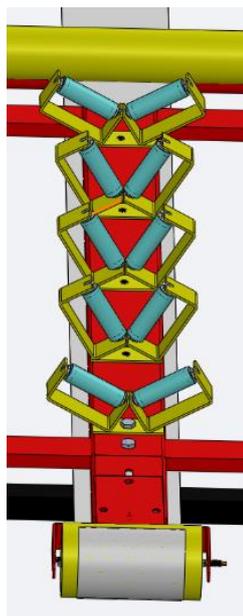
Figura 21 - Estrutura de suporte completa



Fonte: Autor, 2019.

Na Figura 22 está sendo representado os roletes utilizados na esteira estando esses em angulação para fornecer um estreitamento da esteira rolante.

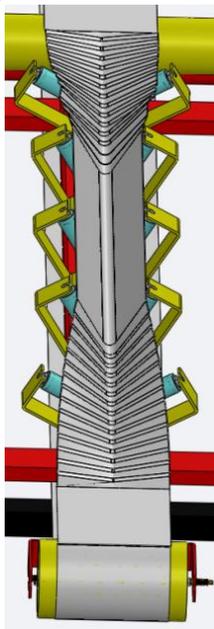
Figura 22 - Roletes angulados



Fonte: Autor, 2019.

Assim é representado na Figura 23 a esteira que é acoplada nesses roletes angulados, podendo assim com a esteira nesse formato introduzir uma melhor deposição das sementes pelos dosadores não permitindo assim o repique e mantendo o alinhamento necessário.

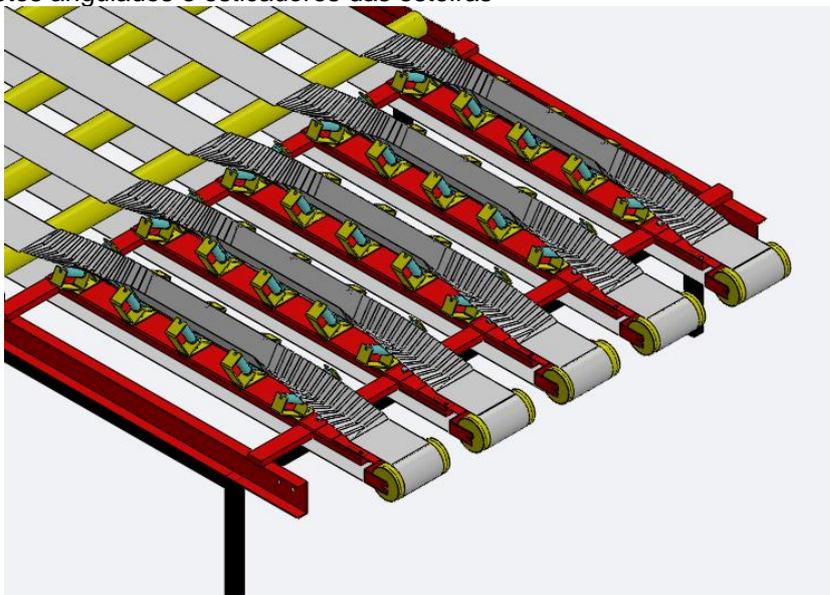
Figura 23 - Roletes angulados com esteira



Fonte: Autor, 2019

Na Figura 24 é mostrado os roletes angulados com esteira utilizados nas 5 esteiras da estrutura sendo mostrado ainda os roletes motrizes que são utilizado também para fazer o esticamento individual de cada esteira.

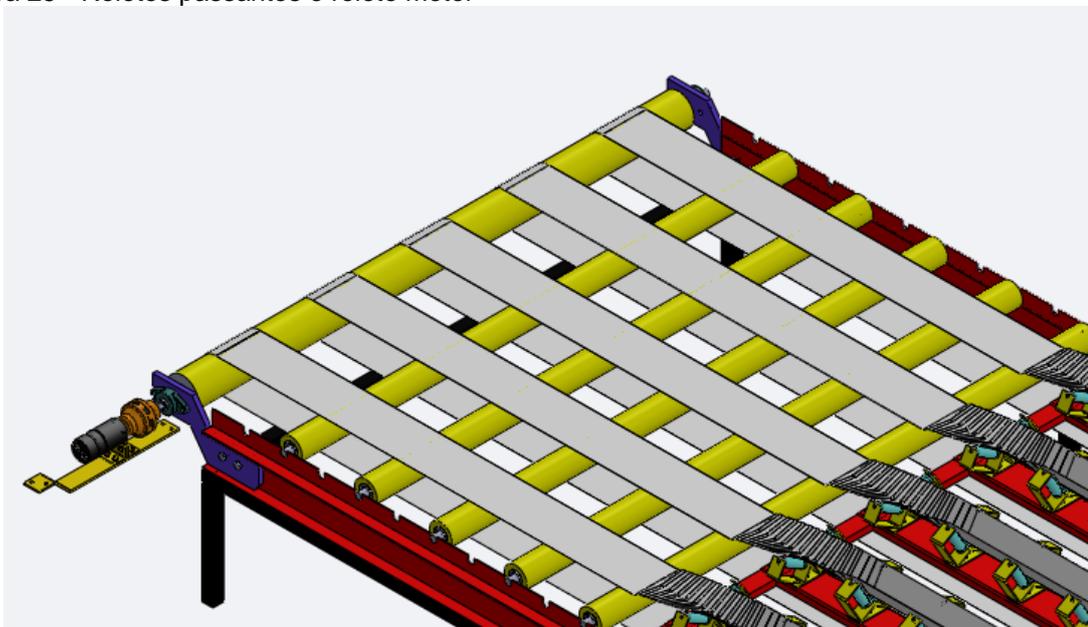
Figura 24 - Roletes angulados e esticadores das esteiras



Fonte: Autor, 2019

No restante da estrutura são utilizados roletes planos horizontalmente que não são separados por esteira, sendo utilizado o mesmo rolete para todas as esteiras, além de ser mostrado o rolete motor com motor hidráulico (Figura 25).

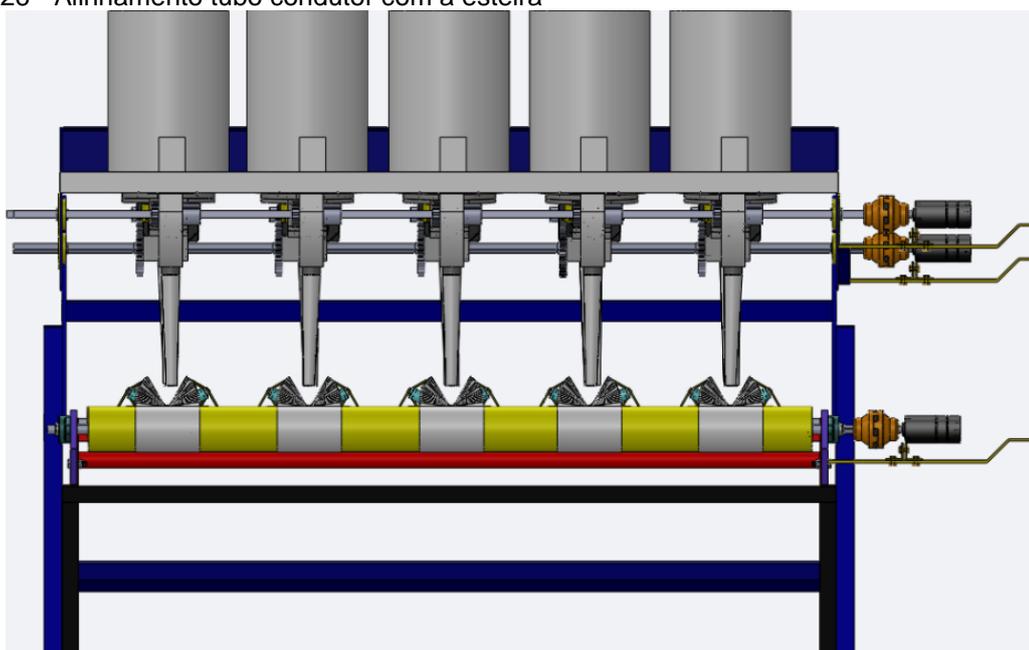
Figura 25 - Roletes passantes e rolete motor



Fonte: Autor, 2019.

Na Figura 26 é representado o alinhamento do tubo condutor de sementes dos dosadores na esteira com a parte angulada, mostrando assim a distância de deposição das sementes.

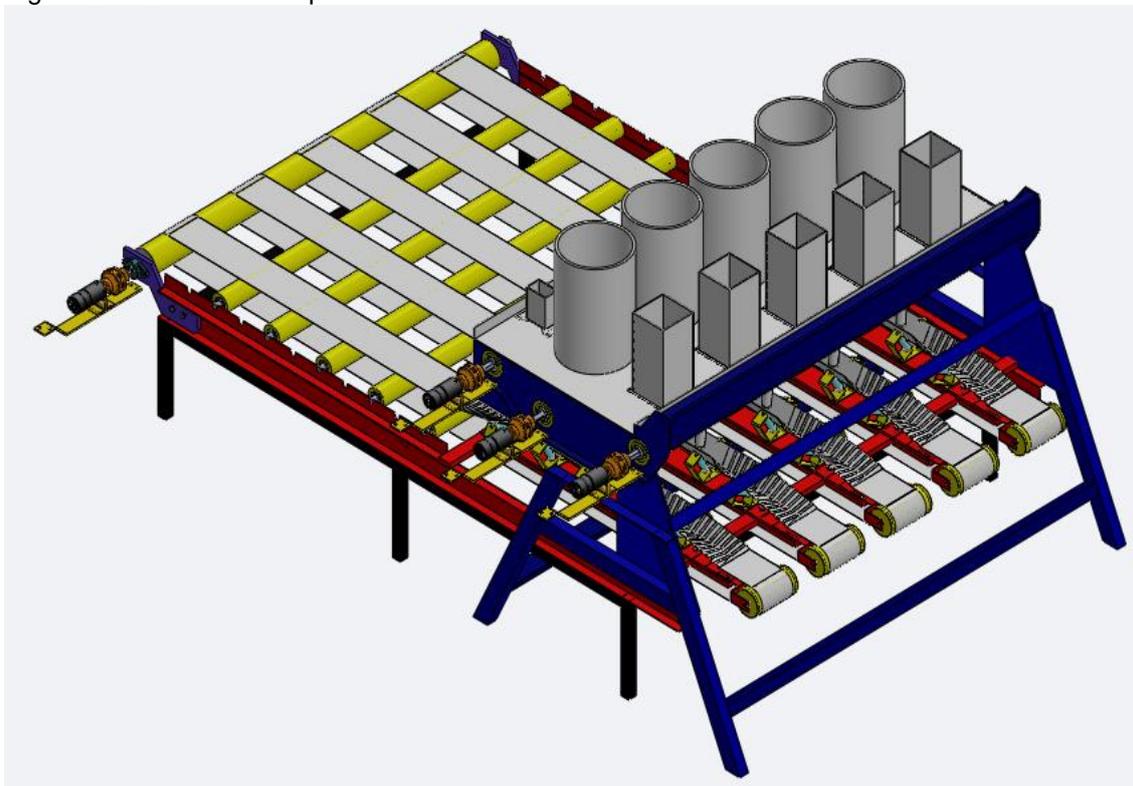
Figura 26 - Alinhamento tubo condutor com a esteira



Fonte: Autor, 2019

Na Figura 27 é mostrado a estrutura completa da bancada mostrando a esteira e a estrutura dos dosadores juntas.

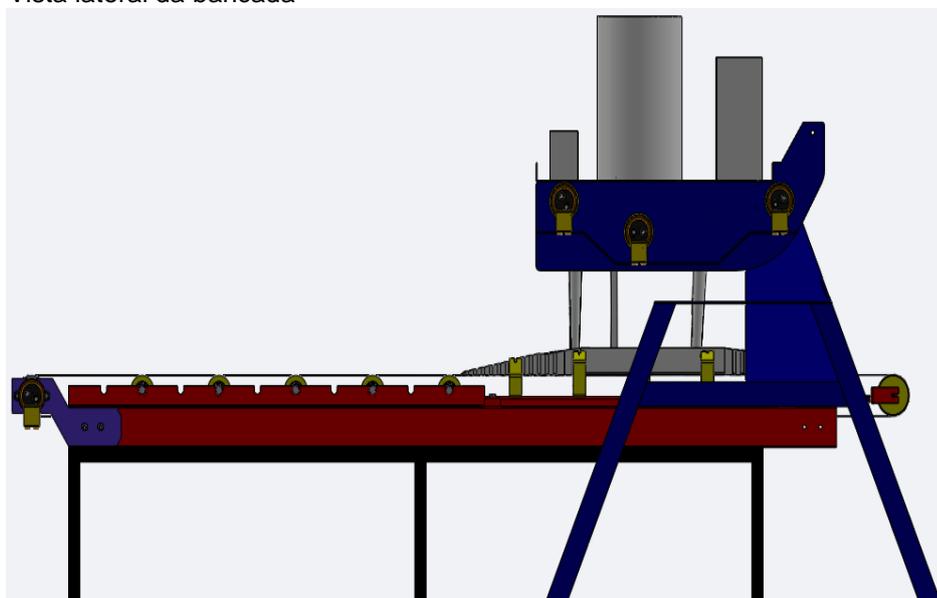
Figura 27 - Estrutura completa da bancada



Fonte: Autor, 2019.

Na Figura 28 é mostrado a estrutura completa da bancada em uma vista lateral para a melhor visualização de alguns componentes da estrutura.

Figura 28 - Vista lateral da bancada



Fonte: Autor, 2019.

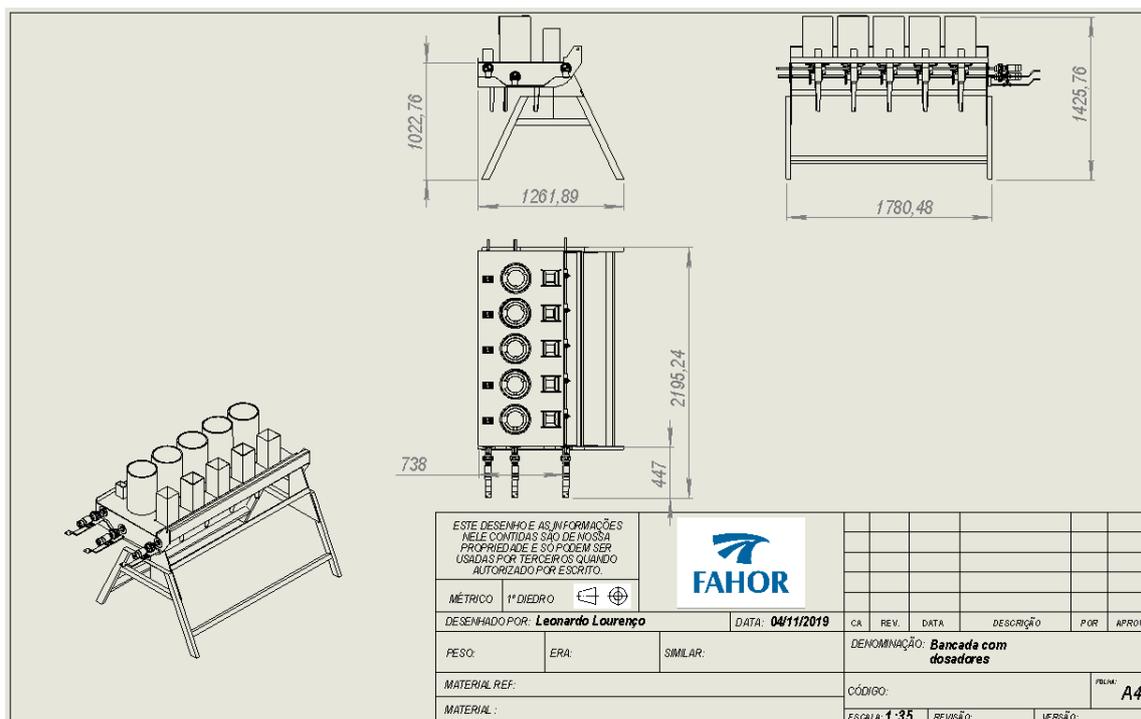
4.2.2 Desenho e especificações técnicas

Especificações de cotas e dimensões são uma etapa importante no desenvolvimento de um projeto de produto, pois através de desenhos irá garantir e documentar as geometrias e dimensões do produto. Assim também desenhos detalhados são de extrema importância para manufatura do item, uma vez que deseja produtos de alto padrão e qualidade.

O projeto da bancada contempla o desenvolvimento de desenhos técnicos, os quais, alguns, estão representados e explícitos a seguir.

Na Figura 29 é apresentado as dimensões da estrutura de sustentação dos dosadores, sendo composta por suas dimensões principais.

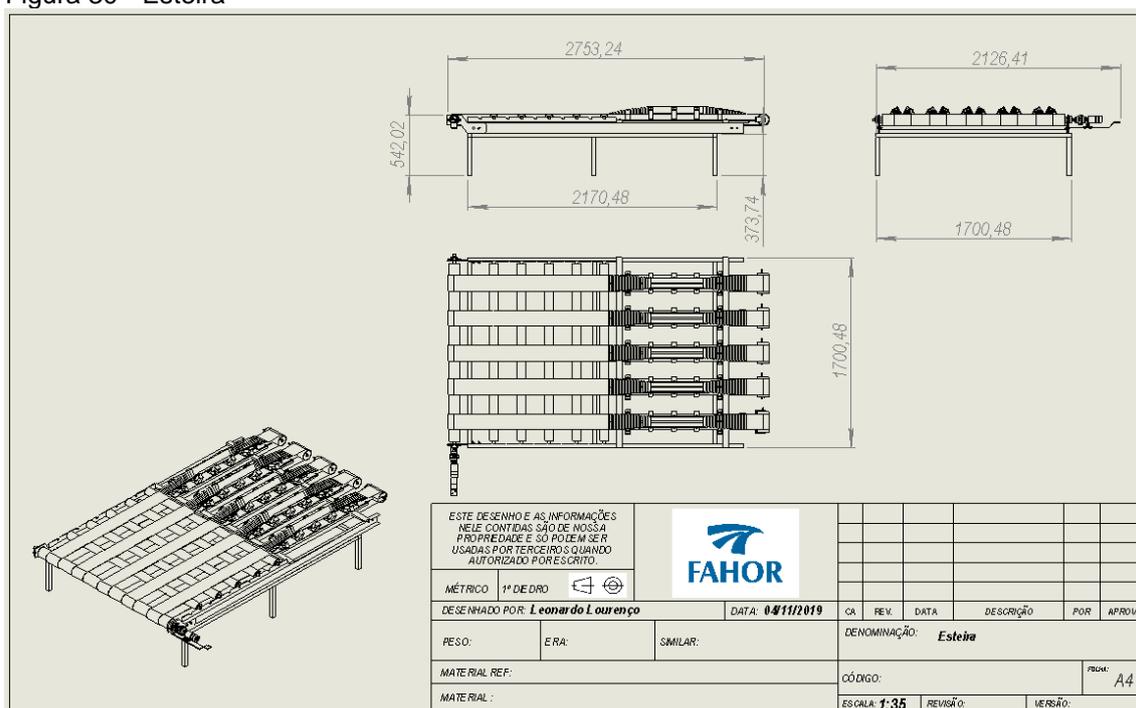
Figura 29 - Estrutura dosadores



Fonte: Autor, 2019

Na Figura 30 é apresentado as dimensões principais da esteira sem a parte da estrutura dos dosadores podendo assim identificar principalmente suas dimensões de altura, largura e comprimento da esteira.

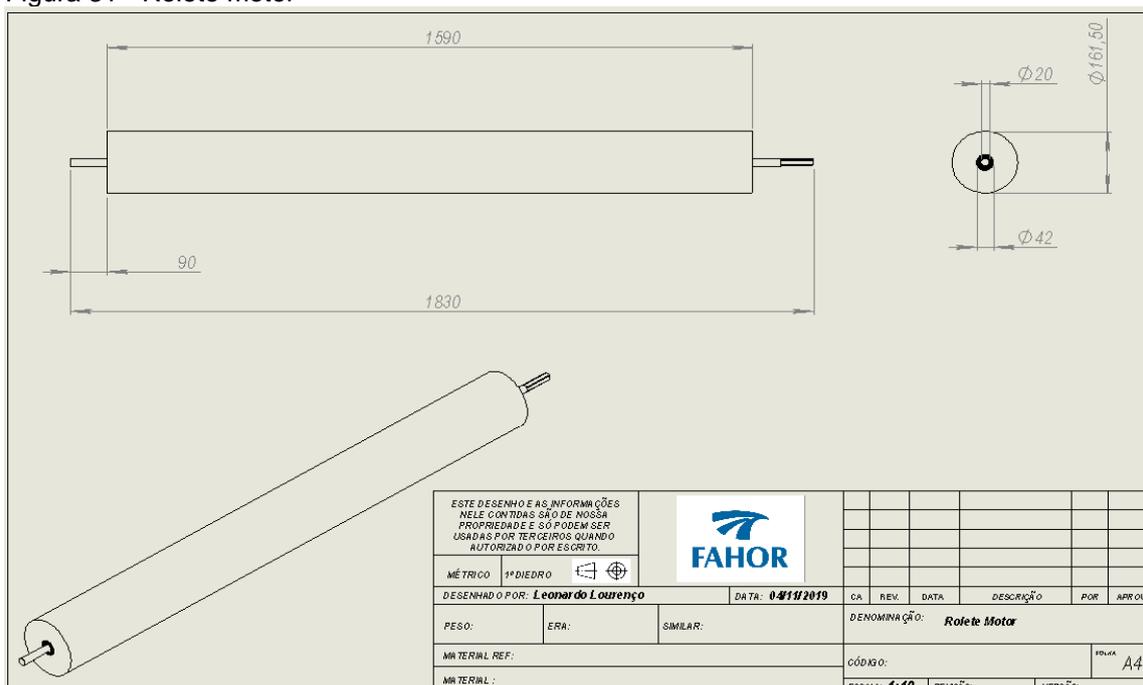
Figura 30 - Esteira



Fonte: Autor, 2019

Nessa esteira há diversos tipos de roletes de dimensões e tamanhos diferentes, assim torna-se necessário apresentar os desenhos detalhados desses componentes por se tratar de uma parte essencial para o funcionamento da esteira, assim na Figura 31 é mostrado o rolete motor que transmite o movimento para toda a esteira.

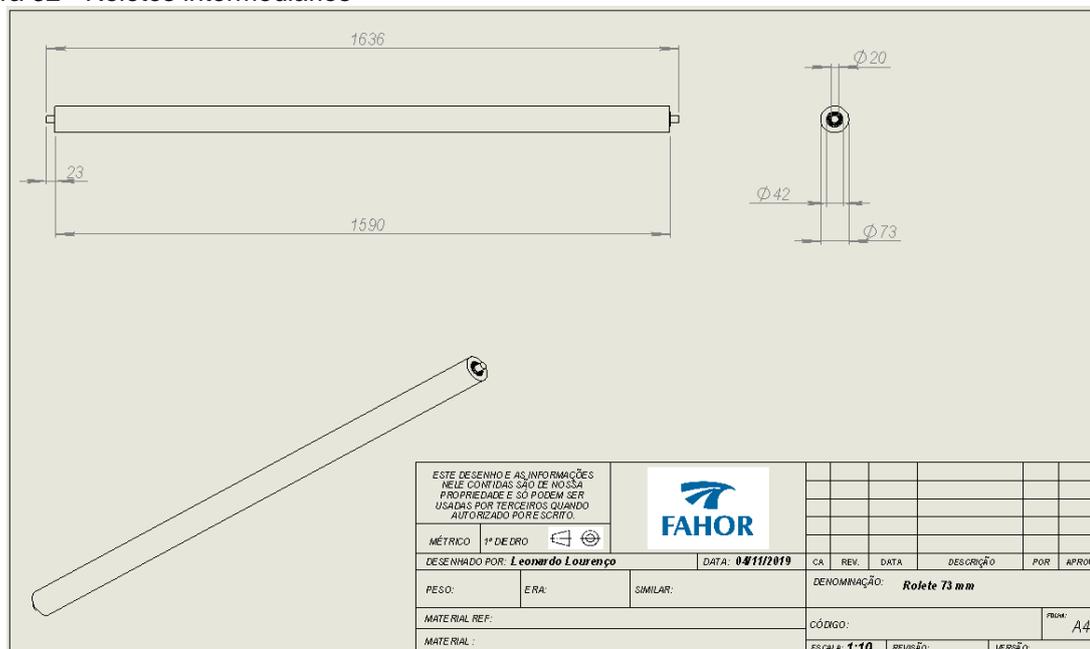
Figura 31 - Rolete motor



Fonte: Autor, 2019

Na Figura 32 é apresentado o desenho técnico dos roletes intermediários passantes que estão na bancada, esses roletes determinam que a esteira tenha um seguimento linear necessário.

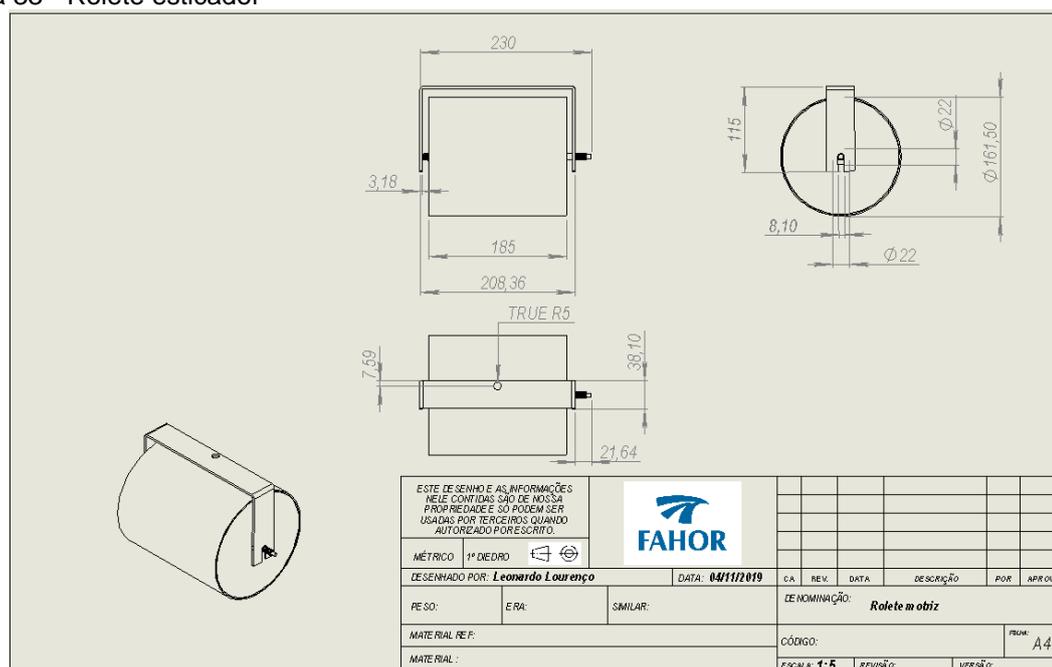
Figura 32 - Roletes intermediários



Fonte: Autor, 2019

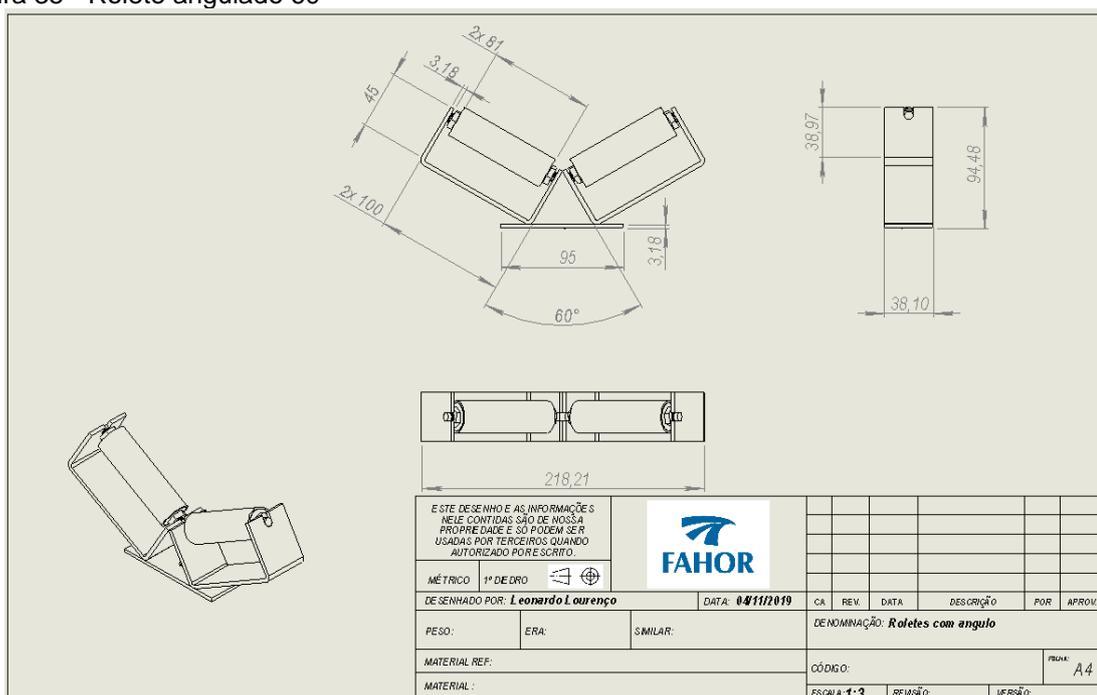
Para a esteira ter um esticamento foi implementado na esteira roletes com esticadores para ajuste do alongamento da esteira, este pode ser visto na Figura 33.

Figura 33 - Rolete esticador



Fonte: Autor, 2019

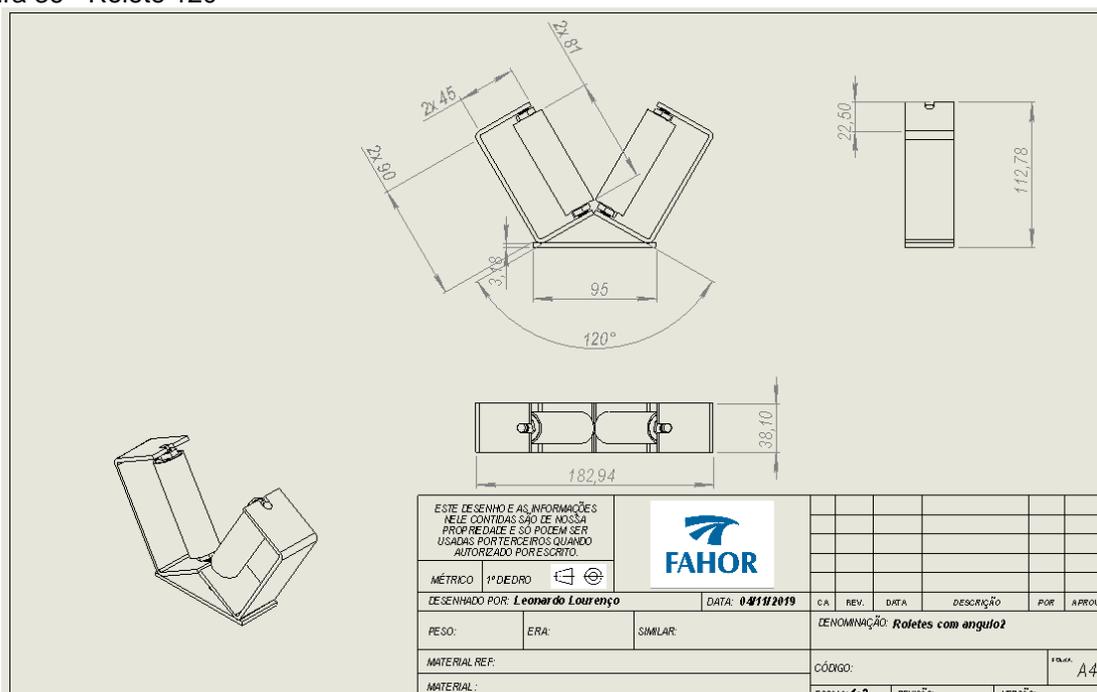
Figura 35 - Rolete angulado 60°



Fonte: Autor, 2019

Os roletes com maiores angulações são utilizados para receber a semente exatamente no meio da esteira sem a possibilidade de causar repique na mesma, o desenho técnico desse componente está representado na Figura 36, sendo esse ângulo definido a partir da largura do tubo condutor.

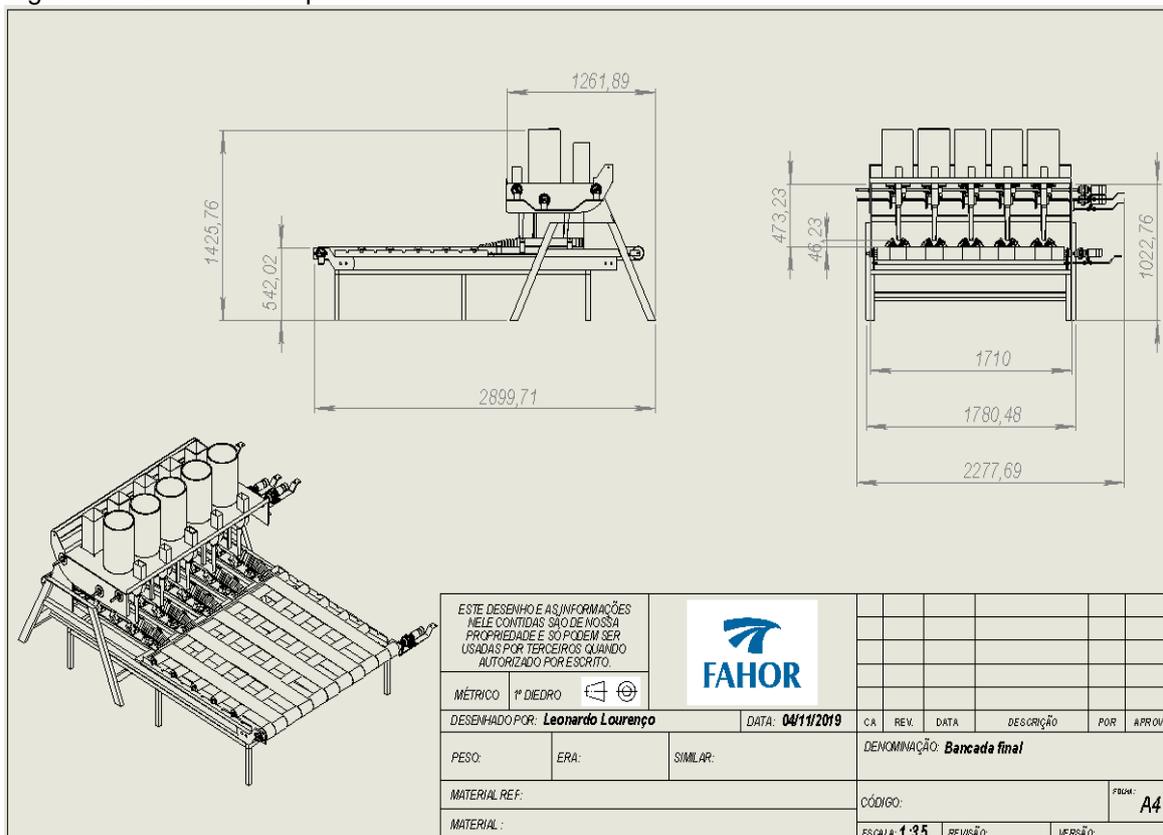
Figura 36 - Rolete 120°



Fonte: Autor, 2019

Assim com a apresentação da estrutura dos dosadores e a estrutura de suporte da esteira tem-se o desenho técnico da estrutura da bancada completa (Figura 37).

Figura 37 - Bancada completa



Fonte: Autor, 2019

Podendo ser visualizado com a bancada completa as dimensões totais do projeto como a altura da bancada, largura e comprimento da mesma.

4.2.3 Lista de materiais

Após a modelagem 3D e a disponibilização de desenhos técnicos dos conjuntos do projeto, foi gerado, no Apêndice A, a lista de todos os componentes que compõem a bancada com a quantidade necessária de cada um para a produção da mesma.

4.2.4 Relação velocidade rpm dos dosadores

4.2.4.1 Velocidade atingida pela esteira

Inicialmente será verificado se o motor hidráulico utilizado no projeto que tem listado como seu rpm máximo o valor de 400 rotações por minuto tem a capacidade de transmitir a esteira a velocidade necessária para o teste dos dosadores à 12km/h,

primeiramente é calculado o perímetro do rolete motor (Equação 1) sendo esse de diâmetro 165,10mm.

$$P = d * \pi = 165,10 * 3,1415 = 518,67\text{mm}/1000 = 0,5186\text{m} \quad (1)$$

Sendo:

P = Perímetro (m)

d = diâmetro externo rolete (mm)

Após é calculado a partir da velocidade máxima utilizada para teste (12 Km/h) a distância que seria percorrido em m/min nessa velocidade a partir da Equação 2.

$$DP = \frac{V * 1000}{60} = \frac{12 * 1000}{60} = 200\text{m}/\text{min} \quad (2)$$

Sendo:

DP = Distância percorrida (m/min);

V = velocidade esteira (Km/h)

Após esses valores encontrados é feito o cálculo do rpm que necessita o motor para atingir a velocidade do projeto através da Equação 3.

$$RPM M = \frac{DP}{P} = \frac{200}{0,5186} = 385,60 \text{ rpm} \quad (3)$$

Sendo:

RPM M = rpm necessário no motor (rpm);

DP = Distância percorrida (m/min);

P = perímetro (m)

O motor hidráulico utilizado na bancada atende a velocidade de testes necessária para o projeto, sendo esse no valor de 385,60 rpm menor que a rotação normal de operação do motor que é de 400 rpm.

4.2.4.2 Rotação dos dosadores de rotor acanelado

Neste tópico será identificado a rotação necessária no eixo do motor do dosador de semente acanelado para atender a velocidade da esteira a partir da população de sementes por metro, neste tipo de dosador há uma regulagem no rotor

ajustável pelo eixo, sendo utilizado para o cálculo esse ajuste totalmente aberto e fechado.

Primeiramente será mostrado os cálculos referentes a esse ajuste no rotor fechado com um ajuste de 0,5 cm para passagem de sementes (Figura 38), utilizando as velocidades citadas acima.

Figura 38 – Rotor acanalado ajuste 0,5cm



Fonte: Autor, 2019

Inicialmente é calculado o peso de sementes em gramas por volta no eixo do rotor acanalado, a partir Equação 4, sendo utilizado como ajuste do rotor em 0,5 cm.

$$Peso = \frac{\pi * d^2 * QT * L * y}{8} = \frac{\pi * 0,9^2 * 12 * 0,5 * 0,75}{8} = 1,431g/volta \quad (4)$$

Onde:

d = diâmetro do canal acanalado (cm);

QT = quantidade de canais por volta do rotor acanalado (unid);

L = largura do rotor acanalado útil para dosagem de sementes (cm)

y = densidade da semente (g/cm³)

Após encontrado o volume de sementes por volta do rotor é possível encontrar o rpm necessário (Equação 5) para depositar pelo dosador a população indicada ideal de 50 sementes por metro, sendo utilizada a velocidade da esteira em 6 km/h.

$$rpm = \frac{pop * vel * PMS}{(60 * Peso)} = \frac{50 * 6 * 42}{60 * 1,431} = 146,7 rpm \quad (5)$$

Sendo:

pop = População de semente por metro linear (sem/m);

vel = Velocidade de deslocamento (km/h);

Peso = Peso de sementes por volta do rotor acanalado (g/volta);

PMS = Peso de mil semente (g/1000sem).

A partir dos cálculos identificou-se que para a deposição de 50 sem/m a uma velocidade de 6 km/h com o a largura do rotor acanalado no menor nível possível é necessário no motor dos dosadores um rpm de 146,7 rpm.

No Quadro 1 é representado esse mesmo teste, podendo ser visto o valor encontrado acima na velocidade de 6 km/h, e também sendo utilizado velocidades diferentes na esteira para demonstração de rpm necessário para deposição de sementes na quantidade de 50 sem/m imposta como a ideal.

Quadro 1 - Relação velocidade, RPM no dosador com rotor fechado

Motor km/h	Fechado Rpm
2	48,9
4	97,8
6	146,7
8	195,6
10	244,5
12	293,4

Fonte: Autor, 2019

Nesse tipo de dosador há também a opção de ajuste do rotor acanalado para totalmente aberto (Figura 39), com uma largura de rotor totalmente útil de 5 cm.

Figura 39 - Rotor acanalado 5 cm



Fonte: Autor, 2019

Utiliza-se para cálculo a Equação 6 com o rotor no ajuste totalmente aberto, com a abertura em 5cm para cálculo do peso das sementes por volta no eixo.

$$Peso = \frac{\pi * d^2 * QT * L * y}{8} = \frac{\pi * 0,9^2 * 12 * 5 * 0,75}{8} = 14,31g/volta \quad (6)$$

Sendo:

d = diâmetro do canal acanalado (cm);

QT = quantidade de canais por volta do rotor acanalado (unid);

L = largura do rotor acanalado útil para dosagem de sementes (cm);

y = densidade da semente (g/cm³).

Será utilizada a mesma velocidade do cálculo anterior de 6 km/h para ser feita a comparação relacionada ao ajuste a partir da Equação 7.

$$rpm = \frac{pop * vel * PMS}{(60 * Peso)} = \frac{50 * 6 * 42}{60 * 14,31} = 14,7 rpm \quad (7)$$

Sendo:

pop = População de semente por metro linear (sem/m);

vel = Velocidade de deslocamento (km/h);

Peso = Peso de sementes por volta do rotor acanalado (g/volta);

PMS = Peso de mil semente (g/1000sem).

Como resultado identificou-se que para a deposição de 50 sem/m a uma velocidade de 6 km/h com o a largura do rotor acanalado no maior nível possível é necessário no motor dos dosadores um rpm de 14,7 rpm.

No Quadro 2 é representado esse mesmo teste mas utilizando velocidades diferentes para demonstração de dosagem em ambos.

Quadro 2 - Relação velocidade, RPM no dosador com rotor aberto

Motor	Aberto
km/h	Rpm
2	4,9
4	9,8
6	14,7
8	19,6
10	24,5
12	29,3

4.2.4.3 RPM referente a dosagem em dosadores de disco horizontal

Nesse sistema busca-se a rotação necessária no eixo do motor hidráulico para a dosagem suficiente sendo utilizado como dados para cálculos para este dosador a quantidade de 15 sementes por metro.

Neste sistema utiliza-se um disco alveolado que é utilizado para o cálculo o seu número de furos que armazenam semente.

A partir da Equação 8 é encontrado o rpm necessário no motor hidráulico para a dosagem da população de sementes descrita relacionado a velocidade da esteira.

$$rpm = \frac{QT * vel * 1000}{n^{\circ} \text{ de furos} * 60} = \frac{15 * 6 * 1000}{80 * 60} = 18,8 \text{ rpm} \quad (8)$$

Sendo:

QT = Quantidade de sementes por metro linear de solo (sem/m);

Vel = velocidade de deslocamento (km/h);

Nº de furos = número de furos no disco alveolado.

A partir da Equação 8 foi possível calcular o rpm necessário para o motor hidráulico referente ao dosador de disco horizontal utilizado no projeto, sendo que esse possui um disco alveolado com 80 furos, utilizando-se a velocidade na esteira de 6 Km/h (Velocidade média de plantio).

Encontrou-se com o cálculo o rpm necessário no motor hidráulico de 18,8 rpm para a velocidade da esteira utilizada.

Com objetivo de demonstrar mais relações de rpm para velocidade e relacionando número de furos nos discos desse dosador foi criado o Quadro 3 que apresenta o valor calculado acima com a velocidade e número de furos no disco utilizado no projeto de 18,8 rpm e simula também outras relações referente a esses parâmetros com a utilizando da Equação 8.

Quadro 3 - Simulações a partir da velocidade, número de furos

km/h – furos	20	40	60	80	100,0
2	25,0	12,5	8,3	6,3	5,0
4	50,0	25,0	16,7	12,5	10,0
6	75,0	37,5	25,0	18,8	15,0
8	100,0	50,0	33,3	25,0	20,0
10	125,0	62,5	41,7	31,3	25,0
12	150,0	75,0	50,0	37,5	30,0

Fonte: Autor, 2019

4.2.4.4 Rotação dos dosadores de fertilizantes sólidos

Nesse tipo de dosador o rpm no motor é calculado a partir da taxa mínima e máxima de adubo depositada pelo equipamento sendo consultado para a obtenção desses valores tabelas referentes a plantadeira 1100 da John Deere, sendo a mínima encontrada no valor de 57 kg/ha e a máxima de 1267kg/ha, e o passo do helicóide tendo como opções o passo de 1 pol que deposita 30 gramas de adubo por volta da helicóide e o de 2 pol depositando 87 gramas.

No dosador utilizado para o projeto contém o helicóide de 1 polegada, sendo utilizado para o cálculo do mesmo a velocidade na esteira de 6 Km/h, além de um espaçamento especificado de 0,9 m, o cálculo do rpm necessário para esse dosador se dá a partir da Equação 9 sendo calculado em taxa mínima (Equação 10) e máxima (Equação 11) de adubo depositada pelo equipamento.

$$rpm = \frac{1,6666 * taxa * esp * vel}{qt} \quad (9)$$

Sendo:

Taxa = Taxa de adubo por ha (kg/ha);

esp = Espaçamento entre linhas (m);

Vel = Velocidade de deslocamento (km/h);

Qt = Quantidade de adubo por volta em cada tamanho de sem-fim (g/volta).

Taxa mínima:

$$rpm = \frac{1,6666 * 57 * 0,9 * 6}{30} = 17,10 \text{ rpm} \quad (10)$$

Taxa máxima:

$$rpm = \frac{1,6666 * 1267 * 0,9 * 6}{87} = 380 \text{ rpm} \quad (11)$$

Percebe-se que com o dosador utilizado no projeto na velocidade de 6 km/h em taxa mínima necessita-se da rotação de 17,10 rpm para a deposição necessária de insumos e em taxa máxima precisa de 380 rpm para atender a necessidade de dosagem. Com o objetivo de demonstrar mais especificações a partir desse dosador

foi criado o Quadro 4 demonstrando a esteira em situação de velocidade máxima de 12 Km/h e a sua velocidade mínima 2 Km/h e calculando o valor de rpm no dosador com diversos espaçamentos diferentes especificando também a diferença em um helicóide com 1 pol e de 2 pol.

Quadro 4 - RPM, Velocidade de dosadores de fertilizantes

Velocidade	Espaçamento (m)	Taxa kg/há	1"	2"
2	0,45	57	2,85	0,98
		1267	63,35	21,84
	0,5	57	3,17	0,98
		1267	70,39	24,27
	0,7	57	4,43	0,98
		1267	98,54	33,98
0,9	57	5,70	0,98	
	1267	126,70	43,69	
12	0,45	57	17,10	5,90
		1267	380,10	131,07
	0,5	57	19,00	5,90
		1267	422,33	145,63
	0,7	57	26,60	5,90
		1267	591,27	203,89
0,9	57	34,20	5,90	
	1267	760,20	262,14	

Fonte: Autor, 2019

Os valores apresentados no quadro em amarelo representam que os valores de rpm excederam o valor de rpm do motor, não atendendo a essa rotação podendo nesses casos serem feitas alterações para poder ser utilizado o motor para os testes, como por exemplo a troca da helicóide de 1 polegada por uma de 2 polegadas

4.3 CICLO DE AQUISIÇÃO

4.3.1 Make or Buy

Levando em consideração os componentes mostrados na lista de material do Apêndice A, nesse tópico será mostrado quais componentes deverão ser comprados de terceiros (*Buy*) e quais serão produzidos ou aproveitados a partir dos materiais dispostos na faculdade (*Make*) esses resultados são representados no Apêndice B.

O Apêndice B apresenta que a necessidade de compra (*Buy*) de materiais é principalmente referente a parte de chapas e tubos metálicos que apresentam um valor maior, além da compra de rolamentos necessitando de grandes quantidades e diâmetros diferentes, necessita-se também a compra da esteira utilizada no projeto.

4.3.2 Processo de fabricação

Para análise do projeto será detalhado o processo de conformação das chapas metálicas, sendo esse necessário ser feito por uma empresa que possui uma máquina de corte a laser, assim foi possível buscar valores dos processos referentes à fabricação.

O Processo utilizado para obter as dimensões necessárias nos tubos metálicos utilizados no projeto será através de disco de corte.

Posteriormente a esses processos já citados será utilizado para a união de algumas peças na formação da estrutura da bancada o processo de solda, utilizando-se um aparelho de solda MIG/MAG.

4.3.2.1 Chapas metálicas

Chapas metálicas foram utilizadas para a manufatura de diversas peças da bancada utilizados processos de corte a laser e dobra para a conformação das peças tendo assim as dimensões e formas propostas no projeto.

4.3.2.1.1 Corte a laser

O processo de corte a laser tem seu cálculo previsto em horas de corte sendo usada para base de cálculo do processo uma empresa da cidade de Santa Rosa - RS que tem como valor da hora de corte a laser R\$ 240,00 além de a mesma a partir de arquivos DXF gerado a partir das peças projetadas em Solidworks especificou o tempo de corte e o peso da chapa metálica.

A partir dos dados fornecidos foi possível obter o valor do corte a laser a partir do tempo de corte e o valor da hora de corte (Equação 12).

$$VC = \frac{TC * HC}{60} \quad (12)$$

Sendo:

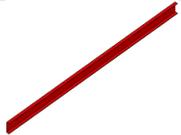
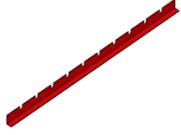
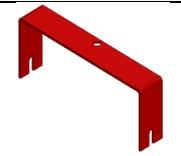
VC = Valor do corte (R\$);

TC = Tempo de corte (min);

HC = Valor da hora de corte (R\$).

Com isso no Quadro 5 foi apresentado os resultados obtidos a partir dos dados fornecidos e o cálculo do valor de corte das chapas metálicas, fornecendo também as informações de peso total, a quantidade de peças, espessura além do tempo de corte utilizados na peça.

Quadro 5 - Valor, tempo e peso das peças da bancada.

Peça	Quantidade (unidade)	Espessura (mm)	Peso unitário (kg)	Peso total (kg)	Tempo de corte (min)	Valor de corte (R\$)
	2	3,17	8,98kg	17,96kg	3,04	R\$12,16
	2	4,75	5,15kg	10,30kg	1:24	R\$4,96
	2	3,17	4,32kg	8,64kg	1:46	R\$4,24
	1	3,17	7,96kg	7,96kg	1:20	R\$4,80
	1	3,17	9,48kg	9,48kg	1,58	R\$6,32
	2	3,17	2,26kg	4,52kg	2:06	R\$8,24
	2	4,75	1,16kg	2,32kg	0:50	R\$2,00
	50	3,17	0,17kg	8,5kg	11:00	R\$44,00
	5	3,17	0,18kg	0,90kg	1:05	R\$4,20

	5	3,17	0,35kg	1,75kg	1:05	R\$4,20
	5	3,17	2,32kg	11,6kg	5:15	R\$20,6

Fonte: Autor, 2019.

4.3.2.1.2 Dobra de chapa

Para algumas peças de chapas metálicas do projeto é preciso utilizar mais um processo de fabricação para sua conformação, o processo de dobra de chapa, sendo levada como base de dados para cálculo a mesma empresa citada a cima que tem como valor da hora da dobra de chapas R\$ 150,00 podendo também ser considerado referente ao número pequeno de dobras nas peças o valor de R\$0,50 para cada dobra, sendo assim a partir da Equação 13 foi possível calcular o valor total da dobra nas peças levando em consideração a quantidade de peças iguais, o valor de dobra e o número de dobra na chapa.

$$VTD = (N^{\circ}D + Q) * VD \quad (13)$$

Sendo:

VTD = Valor total da dobra (R\$);

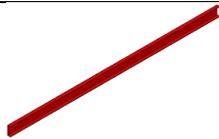
N^oD = Numero de dobra (unid);

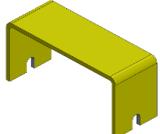
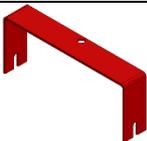
Q = Quantidade (unid);

VD = Valor dobra (R\$).

Apresentando assim no Quadro 6 o número de dobras de cada peça e o valor total do processo em cada.

Quadro 6 - Dobra de chapa

Peça	Quantidade	Número de dobras por peça	Valor da dobra (R\$)
	2	2	R\$ 2,00

	1	2	R\$ 1,00
	1	2	R\$ 1,00
	2	1	R\$ 1,00
	50	2	R\$ 50,00
	5	2	R\$ 5,00
	5	3	R\$ 7,50

Fonte: Autor, 2019

Com os dados encontrados na tabela foi possível especificar o valor total de dobra de chapa que será necessário para as peças do projeto, sendo esse valor de R\$ 67,50.

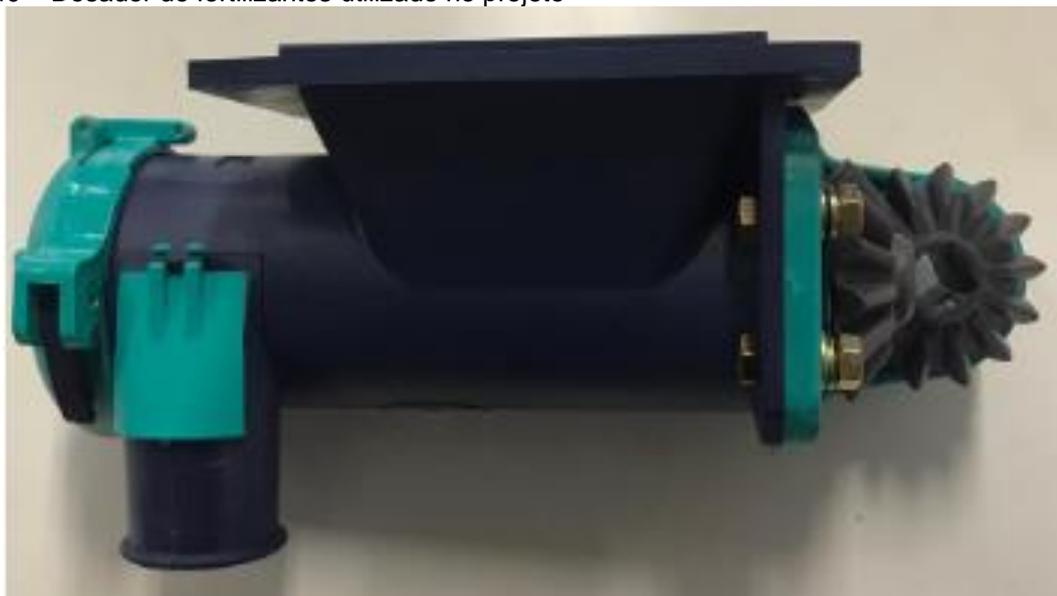
4.3.3 Orçamento

4.3.3.1 Dosadores e motor hidráulico

A partir do projeto da bancada didática tendo como objetivo ser futuramente produzida para a utilização em aulas práticas na faculdade foram utilizados materiais que estão em disponibilidade na instituição, sendo que esses serviram como base para o dimensionamento da bancada.

Sendo esses equipamentos que serão utilizados na bancada e estão disponíveis na instituição, representado na Figura 40, o dosador de fertilizantes da marca Fertisystem.

Figura 40 – Dosador de fertilizantes utilizado no projeto



Fonte: Autor,2019

A Figura 41 representa o dosador de rotor acanelado que é utilizado para a dosagem de sementes miúdas

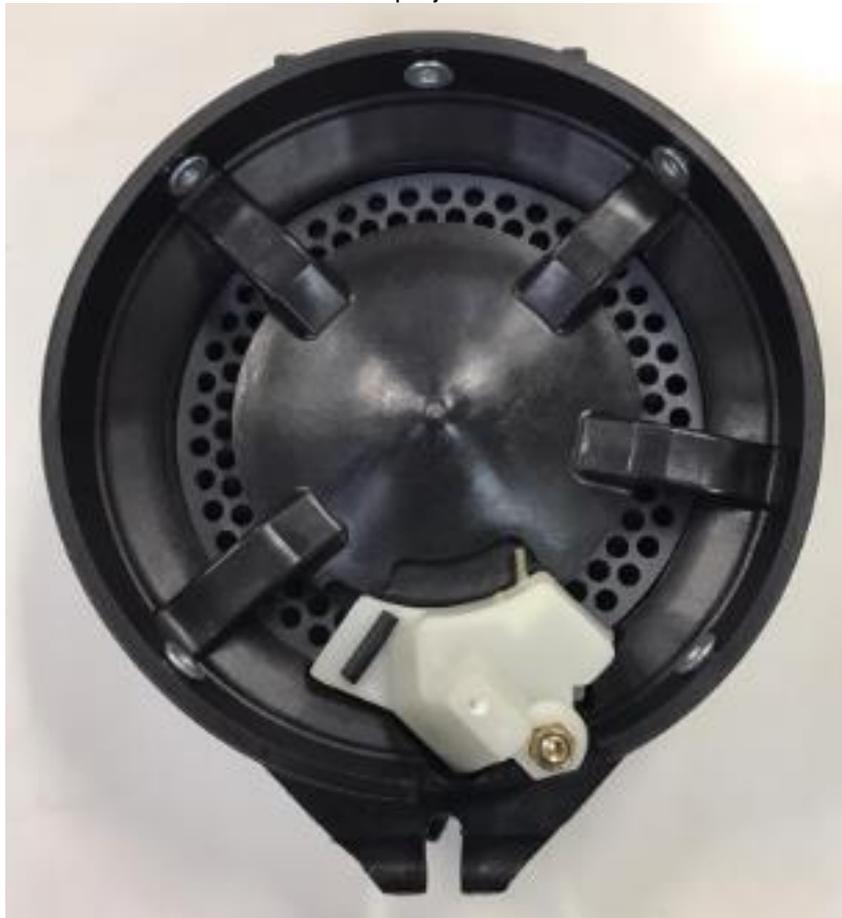
Figura 41 - Dosador de rotor acanelado utilizado no projeto



Fonte: Autor, 2019

Sendo mostrado na Figura 42 o dosador de disco horizontal disponível na instituição que é utilizado para dosagem de sementes graúdas.

Figura 42 - Dosador de disco horizontal utilizado no projeto



Fonte: Autor, 2019

Na Figura 43 está sendo mostrado o motor hidráulico disponível na faculdade, sendo esse utilizado para transmitir o movimento na bancada.

Figura 43 - Motor hidráulico utilizado no projeto



Fonte: Autor, 2019

4.3.3.2 Valor chapas metálicas

Levando em consideração o valor calculado dos processos de fabricação de corte e dobra e a partir dos dados de preço de chapa metálica obtida através da empresa citada acima que tem como valor do quilo da chapa R\$4,50 calculou-se assim o valor total das peças que são compostas por chapa metálica no projeto através da Equação 14 e os valores representados no Quadro 7.

$$PP = (P_{total} \times PQC) + VC + VD \quad (14)$$

Sendo:

PP = Preço da peça (R\$);

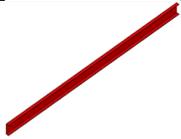
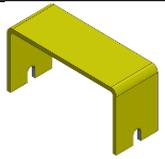
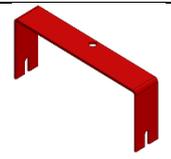
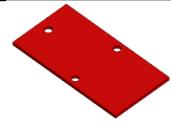
Ptotal = Peso total da peça (kg);

PQC = Preço do quilo da chapa (R\$);

VC = Valor do corte (R\$);

VD = Valor dobra (R\$).

Quadro 7 - Apresentação valor peça

Peça	Peso total (kg)	Valor do Quilo chapa (R\$)	Valor de corte (R\$)	Valor dobra (R\$)	Valor Peça (R\$)
	17,96kg	R\$4,50	R\$12,16	R\$2,00	R\$94,98
	10,30kg	R\$4,50	R\$4,96	--	R\$51,31
	8,64kg	R\$4,50	R\$4,24	--	R\$43,12
	7,96kg	R\$4,50	R\$4,80	R\$1,00	R\$77,44
	R\$9,48	R\$4,50	R\$6,32	R\$1,00	R\$49,98
	4,52kg	R\$4,50	R\$8,24	R\$1,00	R\$29,58
	2,32kg	R\$4,50	R\$2,00	--	R\$12,44
	8,5kg	R\$4,50	R\$44,00	R\$50,00	R\$132,25
	0,90kg	R\$4,50	R\$4,20	R\$5,00	R\$13,25
	1,75kg	R\$4,50	R\$4,20	--	R\$12,07
	11,6kg	R\$4,50	R\$20,6	R\$7,50	R\$80,30

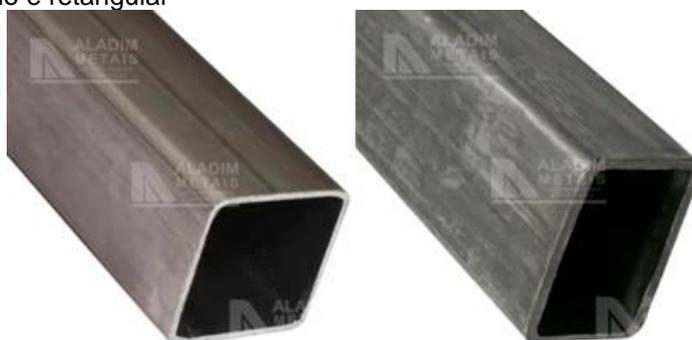
Fonte: Autor, 2019

4.3.3.3 Tubos metálicos

No projeto são utilizados também tubos metálicos para a confecção da estrutura da bancada.

Na confecção da estrutura da bancada foram utilizados tubos retangulares 60x40mm e quadrados 30x30 (Figura 44), necessitando de 8,2 metros do tubo retangular para a produção da estrutura da bancada, e de 9,62 metros do tubo quadrado para a estrutura de sustentação da esteira, sendo que esse material é comercializado em barras de 6 metros, sem a possibilidade de vendas em medidas menores.

Figura 44 - Tubo quadrado e retangular



Fonte: Aladim Metais, 2019

No Quadro 8 são apresentados os valores para a compra desses tubos para serem utilizados no projeto, sendo consultado para orçamento uma empresa revendedora desses materiais.

Quadro 8 - Tubos quadrados e retangulares usados no projeto

Item (mm)	Espessura (mm)	Valor barra (R\$)	Medida projeto (m)	Medida a ser adquirida (m)	Valor total (R\$)
Tubo quadrado metalon -30x30mm	1,5	R\$ 46,48	9,62	12	R\$ 92,96
Tubo retangular metalon - 60x40mm	1,5	R\$ 76,42	8,2	12	R\$ 152,84

Fonte: Autor, 2019

Para confecção dos roletes foram utilizados tubos industriais redondos (Figura 45) de diâmetro 73mm para os roletes centrais, sendo necessário 4,1 metros para a construção de todos e tubos metálicos de diâmetro 165,1mm para os roletes motor e

motriz necessitando de 7,95 metros para a produção total, sendo esse material comercializado em barras de 6 metros, sem a possibilidade de venda em medidas menores.

Figura 45 - Tubo redondo metalon



Fonte: Aladim Metais, 2019

No Quadro 9 são apresentados os valores necessários para a compra desses tubos metálicos para serem utilizados no projeto, sendo consultado para orçamento a empresa revendedora desse material.

Quadro 9 - Tubos redondos usados no projeto

Item (mm)	Espessura (mm)	Valor barra (R\$)	Medida projeto (m)	Medidas a ser adquirida (m)	Valor total (R\$)
Tubo redondo metalon – 165,10mm	2,65	R\$ 137,94	4,1	6	R\$ 137,94
Tubo redondo metalon – 73mm	1,50	R\$ 84,72	7,95	12	R\$ 169,44

Fonte: Autor, 2019.

4.3.3.4 Barras de aço

Para a confecção dos eixos utilizados na bancada foram utilizados barras maciças de aço redondas de 20 mm sendo necessário para o projeto 5,7m desse material e barras maciças quadradas de 16x16 mm (Figura 46) necessitando de 9,81m para a produção dos eixos, sendo que esse material é comercializado em barras de 6 metros, sem a possibilidade de venda em medidas menores.

Figura 46 - Barra maciça redonda e quadrada



Fonte: Aladim Metais, 2019

No Quadro 10 são apresentados os valores necessários para a adquirir essas barras de aço que serão utilizadas no projeto, sendo consultado para orçamento a empresa revendedora desse material.

Quadro 10 - Barras maciças utilizadas no projeto

Item (mm)	Valor barra (R\$)	Medida projeto (m)	Medidas a ser adquirida(m)	Valor total (R\$)
Barra maciça quadrada 16x16mm	R\$ 70,94	5,7m	6m	R\$ 70,94
Barra maciça redonda 20 mm	R\$ 65,72	9,81m	12m	R\$ 131,44

Fonte: Autor, 2019.

4.3.3.5 Rolamentos

No projeto da bancada necessitou-se utilizar uma grande quantidade de rolamentos de esferas (Figura 47) com 3 diâmetros diferentes para construir os roletes utilizados na bancada sendo esses fabricados pela marca SKF e buscado o valor das peças através de um distribuidor da marca escolhida.

Figura 47 - Rolamento de esfera



Fonte: Canal da Peça, 2019

No Quadro 11 é mostrado as especificações dos rolamentos, com a quantidade necessária e o seu valor de mercado.

Quadro 11 - Rolamentos utilizados no projeto

Item	Código	Quantidade (unid)	Diâmetro externo (mm)	Diâmetro interno (mm)	Valor unidade (R\$)
Rolamento SKF - 52mm	6205-2RSH	16	52mm	25mm	R\$ 13,92
Rolamento SKF - 42mm	6004-Z	12	42mm	20mm	R\$ 10,90
Rolamento SKF - 22mm	627-2Z	110	22mm	7mm	R\$ 7,47

Fonte: Autor, 2019.

Sendo encontrado como valor total da compra de rolamentos o valor de R\$: 1175,22 a partir dos dados fornecidos no quadro acima.

CONCLUSÃO

O principal propósito deste trabalho foi dimensionar uma bancada didática a partir de materiais disponíveis na instituição, a qual poderá ser utilizada em aulas práticas para demonstrar o funcionamento dos componentes utilizados.

Essa bancada será composta por dosadores de fertilizantes, sementes miúdas e graúdas no qual serão alinhados 5 unidades de cada, simulando uma plantadeira de cinco linhas sendo movimentado por motores hidráulicos e depositando o material dos dosadores em uma esteira que será utilizada para visualizar as características de cada dosador.

Com essa bancada será possível verificar o rendimento de cada linha de dosadores além de poder ser determinada a rotação no eixo dos dosadores referente a velocidade da esteira podendo assim regular para ter uma dosagem eficiente referente a proposta de depósito de insumos de cada dosador.

Sendo primeiramente em questão de dimensionamento buscado as dimensões dos dosadores utilizados e a partir disso dimensionado os componentes restantes da bancada em cima desses componentes, como os roletes, chapas metálicas e rolamentos utilizados.

Para a fabricação da mesma foram pesquisados com fornecedores o preço da matéria prima que será necessária ser feita a compra, além de ser listado valores de processos de fabricação utilizados, mas sendo utilizado para dimensionamento o máximo de materiais já encontrados na instituição para conseguir diminuir o preço de fabricação e tornar a bancada um projeto viável para construção.

Como resultado foi possível encontrar o RPM necessário em cada linha de dosador a partir de cálculos referente a uma população de sementes especificadas para cada cultura e uma velocidade de esteira de 6km/h, encontrando assim um valor teórico do RPM necessário para essa quantidade de dosagem especificada, podendo esse ser validado a partir dos testes na esteira.

Assim, o dimensionamento da bancada didática se mostrou válido, podendo ser construída em benefício da FAHOR, visto que esta bancada atenderá as condições necessárias para realizar os testes e entender funcionamento dos dosadores disponíveis.

Em vista disso, como sugestão para trabalhos futuros seria possível realizar a automação dessa bancada após ela ser construída incluindo sensores para

possibilitar ser feito o controle de rotação, velocidade nela automaticamente, além de incluir um dispositivo para analisar os resultados do uso dos dosadores em um display acoplado nela.

REFERÊNCIAS

ALADIM METAIS. Aladim Comércio de Ferro e Metais Ltda. Disponível em: <<https://www.aladimmetais.com.br/produto/redondo-1-6mts-76568>>. Acesso em 26 out.2019.

ANGHINONI, M. **Mecanismos dosadores de sementes e velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora nos componentes agrônômicos do milho.** Disponível em: <<http://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-DOUTORADO-AGRONOMIA/Disserta%C3%A7%C3%B5es%20Defendidas/Matheus%20Anghinoni.pdf>>. Acesso em: 26 out.2019

ATTUATI, J. H. **Projeto de desenvolvimento e dimensionamento de um misturador de insumos agrícolas.** Disponível em: <http://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2017/JoaoHenriqueAttuati.pdf>. Acesso em: 11 out.2019.

BALASTREIRE, L. A. **O estado da arte da agricultura de precisão no Brasil.** 2000 – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

BONOTTO, G. J. **Desempenho de dosadores de fertilizantes de semeadoras-adubadoras em linhas.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7570/BONOTTO%2C%20GUSTAVO%20JOSE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 20 out.2019.

CANAL DA PEÇA. Canal da peça compra e venda de peças. Disponível em: <<https://www.canaldapeca.com.br/p/1846978/rolamento-rigido-de-esferas-skf-6205-2rsh-unitario>>. Acesso em: 20 out.2019

CARPES, D. P. **Distribuição longitudinal de sementes de milho e soja em função do tubo condutor, mecanismo dosador e densidade de semeadura.** Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7575/CARPES%2c%20DAUTO%20PIVETTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 25 out.2019

CASÃO JR, R. **Produção orgânica de grãos no sistema de plantio direto validação e conversão.** Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/SistemaPlantio%20DiretoOUT2007.pdf>. Acesso em: Outubro de 2019.

CASÃO JR. R. **Semeadoras adubadoras para o sistema plantio direto: princípios sobre semeadura; evolução; classificação; características; uso; tipos e modelos.** Disponível em: <<http://blog.agropro.com.br/wp-content/uploads/2017/11/Semeadoras-adubadoras-para-SPD.pdf>> Acesso em: 20 out.2019.

CONAB, **Projeções no Agronegócio**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018.

DALACORT, R.; STEVAN JR. S. L. **Gestão da distribuição agrícola de sementes e fertilizantes: Técnicas e tecnologias para redução de falhas de distribuição**. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n39/a17v38n39p32.pdf>> Acesso em: 20 out.2019.

FIALHO, A. B. **Automação Hidráulica Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. 6. ed. São Paulo: Érica, 2011.

FILHO, E. F. L. **Uso da agricultura de precisão no cerrado piauiense**. Disponível em:<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/uso_da_agricultura_de_precisao_no_cerrado_piauiense.pdf> Acesso em: 27 out.2019.

LUIZ, C. R. **A tecnologia no agronegócio**. Disponível em: < <https://cepein.fema.net.com.br/BDigital/arqTccs/1011260661.pdf>> Acesso em: 27 out.2019

MARTINS, A. P. **Sistemas de controle fuzzy para dosadores helicoidais de fertilizantes com acionamento elétrico**. Disponível em: < http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/256880/1/Garcia_AngelPontin_D.pdf> Acesso em: 23 out.2019.

MARTINS, M. **Automação em semeadora de precisão com aplicação de taxa variável e desligamento linha a linha**. Disponível em:< <http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/1426/1/PF2017Marcelo%20Martins.pdf>> Acesso em: 20 out.2019.

MOLIN, J. P.; RIPOLI, T. C. C.; GADANHA JR, C. D.; MOLINA JR, W. F.; MILAN, M. **LER 432 Maquinas e equipamentos agrícolas: SEMEADORAS**. Disponível em:< <https://docplayer.com.br/52406924-Semeadoras-capitulo.html>> Acesso em: 20 out.2019.

MORONI, J. L. S.; AZEVEDO, J. M.; AYMORE, J. L. F.; HOFFMANN, A. T. **Designer caleidoscópico: uma metodologia de ensino para geração de ideias visuais**. Disponível em:<<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/148904>>. Acesso em: Outubro de 2019.

OGLIARI, A. **Estudo e desenvolvimento de mecanismos dosadores de precisão de máquinas semeadoras**. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30356884.pdf>> Acesso em: 26 out.2019

PEKELMAN, H.; MELLO, Jr. A. G. **A importância dos laboratórios no ensino de Engenharia Mecânica**. Disponível em: < http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2004/artigos/01_219.pdf >. Acesso em: 10 out. 2019.

PORTELLA, J. A. **Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas**. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84095/1/CNPT-DOCUMENTOS-41-MECANISMOS-DOSADORES-DE-SEMENTES-E-DE-FERTILIZANTES-EM-MAQUINAS-AGRICOLAS-FL-1.pdf> > Acesso em: 20 out.2019.

RADÜNZ, J. C. **Bancada didática com motor vivo**. Disponível em: <http://fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Mecanica/2015/JeanClaudioRad%C3%BCnz.pdf >. Acesso em: 10 out. 2019.

REYNALDO, É. F. **Avaliação de mecanismos dosadores de fertilizantes sólidos tipo helicoidais em diferentes ângulos de nivelamento longitudinal e transversal**. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1059.pdf>> Acesso em: 23.out.2019

RUSSO, E; CAPPELLI, N. L; UMEZU, C. K; BEZZON, G. **Desenvolvimento de um módulo de interface para a aplicação de fertilizantes líquidos a taxas variáveis**. Disponível em: < <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/viewFile/2009/1835> > Acesso em: 28 out.2019.

SARAIVA, A. M; CUGNASCA, C. E; HIRAKASA, A. R. **Aplicação em taxa variável de fertilizantes e sementes**. Disponível em: < http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT190_principios_em_agricultura_de_precisao/livros/Capitulo_6.pdf > Acesso em: 28 out.2019.

SILVA, R.C. **Máquinas e equipamentos agrícolas**. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

SIQUEIRA, R. **Milho: semeadoras-adubadoras para sistema plantio direto com qualidade**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/arquivos/File/semeadora-adubadora%20para%20sistema%20de%20plantio%20direto%20com%20qualidade.pdf>> Acesso em: 25 out.2019

UMEZU, C. K. **Sistema de controle de um equipamento de formulação, dosagem e aplicação de fertilizantes sólidos a taxas variáveis**. Disponível em: < http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257579/1/Umezu_ClaudioKiyoshi_D.pdf > Acesso em: 28 out.2019.

VARASCHINI, A. D. C. **Avaliação da fertilidade do solo na agricultura de precisão**. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/699/andretcc.pdf?sequence=1>> Acesso em: 28 out.2019.

VIANA, A. A. N; FILHO, J. C. R; MARZALL, K; HOLANDA, M. A. F; JÚNIOR, R. C. **Agricultura de Precisão**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

APÊNDICE A – Lista de Materiais

ITEM N°.	N° DA PEÇA	QTY.
1	Acionador semente	5
2	Acoplamento borracha	4
3	Acoplamento rolamento	11
4	Anel-3mm	5
5	Bocal	5
6	Bucha	5
7	Caixa semente	5
8	Cantoneira	8
9	Cantoneira dosadores	2
10	Chapa dosadores	1
11	Chapa esticador	6
12	Chapa estrutura	2
13	Chapa lateral	2
14	Chapa lateral dosadores	2
15	Chapa rolete	25
16	Chapa suporte motor	4
17	Chapa suporte rolete motriz	5
18	Chapa suporte traseira	1
19	Chapa U rolete	50
20	Chapa U rolete grande	5
21	Complemento	5
22	Condutor dosador disco horizontal	5
23	Disco-9-90-5-5	5
24	Dosador sementes	5
25	Eixo motor dosadores	3
26	Eixo parte motora	1
27	Eixo rolete esteira	5
28	Engrenagem	5
29	Esteira rolante	5
30	Esteira rolante parte inferior	5
31	Luva estriada entrada	4
32	Luva estriada Saída	4
33	Mancal	2
34	Mesa	5
35	Motor hidráulico OMM50	4
36	Parafuso m10	15
37	Parafuso m8	50
38	Parafuso M8 soberbo comprido	5
39	Parafuso M8x15	24
40	Parafuso m10-1	5
41	Peça dosador sementes finas	5
42	Peça dosador sementes finas 2	5

43	Peça parte de traz suporte dosadores	1
44	Perfil C esteira	2
45	Perfil C suporte roletes pequenos	5
46	Perfil quadrado estrutura	4
47	Perfil quadrado estrutura 2	2
48	Pinhão	5
49	Pinhão cuto	5
50	Porca m8	100
51	Porca m10	4
52	Porca m8frenante	24
53	Porca m10x1	10
54	Porca m8x1	10
55	Reservatório sementes dosador de eixo horizontal	5
56	Reservatório sementes dosador de fertilizantes	5
57	Reservatório sementes dosador de rotor acanelado	5
58	Revestimento	5
59	Rolamento 42mm	12
60	Rolamento 52mm	16
61	Rolamento22x6x8	110
62	Tubo 73mm	5
63	Roleta plástico 25 mm	50
64	Roleta motor	1
65	Saída das sementes	5
66	Suporte chapa rolamentos	2
67	Suporte estrutura	2
68	Suporte frente	2
69	Suporte lado	2
70	Suporte motor	1
71	Suporte pé	6
72	Suporte rolamento	6
73	Suporte rolete motor	2
74	Tampão 100 mm rolamento	10
75	Tubo 165,10mm	5
76	Tubo condutor dosador fertilizantes	5

APÊNDICE B – Make or Buy

ITEM N°.	N° DA PEÇA	MAKE OR BUY
1	Acionador semente	MAKE
2	Acoplamento borracha	MAKE
3	Acoplamento rolamento	MAKE
4	Anel-3mm	MAKE
5	Bocal	MAKE
6	Bucha	MAKE
7	Caixa semente	MAKE
8	Cantoneira	BUY
9	Cantoneira dosadores	BUY
10	Chapa dosadores	BUY
11	Chapa esticador	BUY
12	Chapa estrutura	BUY
13	Chapa lateral	BUY
14	Chapa lateral dosadores	BUY
15	Chapa rolete	BUY
16	Chapa suporte motor	BUY
17	Chapa suporte rolete motriz	BUY
18	Chapa suporte traseira	BUY
19	Chapa U rolete	BUY
20	Chapa U rolete grande	BUY
21	Complemento	MAKE
22	Condutor dosador disco horizontal	MAKE
23	Disco-9-90-5-5	MAKE
24	Dosador sementes	MAKE
25	Eixo motor dosadores	BUY
26	Eixo parte motora	BUY
27	Eixo rolete esteira	BUY
28	Engrenagem	MAKE
29	Esteira rolante	BUY
30	Esteira rolante parte inferior	BUY
31	Luva estriada entrada	MAKE
32	Luva estriada Saída	MAKE
33	Mancal	MAKE
34	Mesa	MAKE
35	Motor hidráulico OMM50	MAKE
36	Parafuso m10	MAKE
37	Parafuso m8	MAKE
38	Parafuso M8 soberbo comprido	MAKE
39	Parafuso M8x15	MAKE
40	Parafusom10-1	MAKE
41	Peça dosador sementes finas	MAKE

42	Peça dosador sementes finas 2	MAKE
43	Peça parte de traz suporte dosadores	MAKE
44	Perfil C esteira	BUY
45	Perfil C suporte roletes pequenos	BUY
46	Perfil quadrado estrutura	BUY
47	Perfil quadrado estrutura 2	BUY
48	Pinhão	MAKE
49	Pinhão cuto	MAKE
50	Porca	MAKE
51	Porca m10	MAKE
52	Porca m8frenante	MAKE
53	Porcam10x1	MAKE
54	Porcam8x1	MAKE
55	Reservatório sementes dosador de eixo horizontal	MAKE
56	Reservatório sementes dosador de fertilizantes	MAKE
57	Reservatório sementes dosador de rotor acanelado	MAKE
58	Revestimento	MAKE
59	Rolamento 42mm	BUY
60	Rolamento 52mm	BUY
61	Rolamento22x6x8	BUY
62	Tubo 73mm	BUY
63	Roleta plástico 25 mm	BUY
64	Roleta motor	BUY
65	Saída das sementes	MAKE
66	Suporte chapa rolamentos	BUY
67	Suporte estrutura	BUY
68	Suporte frente	BUY
69	Suporte lado	BUY
70	Suporte motor	BUY
71	Suporte pé	BUY
72	Suporte rolamento	BUY
73	Suporte rolete motor	BUY
74	Tampão 100 mm rolamento	MAKE
75	Tubo 165,10mm	BUY
76	Tubo condutor dosador fertilizantes	MAKE

