



**Daniel Marcelo Mombach**

**Gabriel Sandro Mombach**

**DESENVOLVIMENTO DE BANCADA DE TESTE COM SISTEMA DE  
ACIONAMENTO ELÉTRICO DAS LINHAS DE ADUBO PARA PLANTADEIRA**

Horizontina - RS

2020

**Daniel Marcelo Mombach**

**Gabriel Sandro Mombach**

**DESENVOLVIMENTO DE BANCADA DE TESTE COM SISTEMA DE  
ACIONAMENTO ELÉTRICO DAS LINHAS DE ADUBO PARA PLANTADEIRA**

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

Horizontina - RS

2020

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


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

**DESENVOLVIMENTO DE BANCADA COM SISTEMA DE ACIONAMENTO ELÉTRICO DAS LINHAS DE ADUBO PARA PLANTADEIRA**

**Elaborado por:  
Daniel Marcelo Mombach  
Gabriel Sandro Mombach**

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


**Aprovado em: 07 / 12 /2020  
Pela Comissão Examinadora**



---

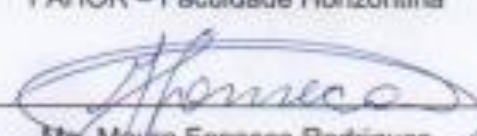
**Me. Luis Carlos Wachholz**

**Presidente da Comissão Examinadora – Orientador**



---

**Me. Francine Centenaro Gomes  
FAHOR – Faculdade Horizontina**



---

**Me. Mauro Fonseca Rodrigues  
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Horizontina – RS**

**2020**

À família, por acreditar e investir em nós. Mãe, seu cuidado e dedicação nos deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estamos sozinhos nessa caminhada.

Primeiramente, queremos agradecer a Deus, pela saúde, por nos dar forças para esta jornada acadêmica, pois sem ele não conseguiríamos ter chegado até o presente momento.

Agradecer à família e aos familiares que acompanharam esta jornada de estudos... nossa mãe Lizandra e nosso Pai Sandro, por terem acompanhado toda a trajetória e por não terem medido esforços para que chegássemos até esta etapa da nossa vida.

Ainda, queremos mencionar os professores e colegas que acompanharam nossa caminhada acadêmica e fizeram parte da nossa formação. A todos, o nosso muito obrigado.

“A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro”.  
(Albert Einstein)

## RESUMO

Com o presente trabalho buscou-se desenvolver uma bancada de teste para plantadeira, colocando um diferencial, o qual se caracteriza pelo desligamento individual das linhas de adubo da plantadeira. O presente projeto tem como objetivo principal apresentar uma proposta que auxilie na redução do custo de plantio do agricultor, eliminando desperdícios, como os que são gerados nos arremates dos talhões e que geram muito transpasse de linha. Esse sistema nos permite, de forma manual, fazer o desligamento de quais linhas o operador necessitar. Pode-se elencar outro ponto positivo: o projeto visa eliminar o serviço do operador, de se deslocar até a plantadeira para fazer a troca de engrenagens para aumentar ou diminuir a taxa de adubo. Por meio do conhecimento de sua área de plantio, o operador vai aumentar ou diminuir a taxa de adubo de dentro da sua cabine, girando apenas um potenciômetro que fará a rotação dos motores aumentar ou diminuir. Através de um monitor LCD, as informações de plantio, como indicação da rotação com que os motores estão girando, taxa de plantio e velocidade, estarão sendo mostradas. Para se obter as informações da faixa de rotação que o motor deve estar girando, foram desenvolvidos os cálculos de rotação determinando a taxa de adubo para cada rotação, gerando um quadro para que o operador do trator possa obter com mais exatidão a dosagem necessária de adubo. Para a fase do desenvolvimento do projeto, fez-se necessário ir a campo e fazer testes em uma plantadeira, para obter dados de quanto de força é preciso para girar a rosca sem-fim dosadora para a escolha do motor elétrico, assim, recolhendo dados de dimensões dos dosadores de adubo nos testes a campo. Após o término da montagem e com a finalização dos testes, é possível explanar que o resultado é positivo, ou seja, com êxito conseguiu-se controlar, por meio da corrente elétrica, a regulação e o desligamento da linha a linha.

**Palavras-chave:** Bancada didática. Adubação com taxa variável. Acionamento elétrico. Agricultura de precisão.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Produção e área plantada de grãos	22
Figura 2- Ilustração do sistema de aplicação de taxa variável	24
Figura 3- Plantadeira em funcionamento	25
Figura 4- Plantadeira de precisão com a indicação dos componentes principais de sua constituição	26
Figura 5- Plantadeira de precisão com indicações dos seus sistemas essenciais.	27
Figura 6 - Sistema de regulagem de adubo	27
Figura 7 - Representa sistema de engrenagem ligado por corrente	28
Figura 8 - Sistema com Rowcommand/ sem Rowcommand	29
Figura 9 - Placa de Arduíno	30
Figura 10 - Esquema de ligação da placa de Arduíno	31
Figura 11 - Criação de um algoritmo	31
Figura 12 - Definições e caminhos de um algoritmo	32
Figura 13 - Comandos para o LCD monitor	32
Figura 14 - Programação para Funcionamento do monitor	33
Figura 15 - Metodologia de Projeto de Máquinas inteligentes	36
Figura 16 - Estrutura e construção de um produto	37
Figura 17 - Bancada para testes	38
Figura 18 - Apresenta os componentes do Fertisystem	40
Figura 19 - Dosadores de adubo	43
Figura 20 - Conjunto da parte estrutural da bancada	44
Figura 21 - Comparação de diferentes passos de rosca	45
Figura 22 - Motor Elétrico (Corrente Contínua)	46
Figura 23 - Vista explodida montagem motor elétrico bosch	47
Figura 24 - Dosador de adubo	48
Figura 25 - Elementos da bancada	48
Figura 26 - Tubos metálicos	57
Figura 27 - Processo MIG/MAG	58
Figura 28 - Sistema elétrico	59
Figura 29 – Esquema elétrico utilizado	59
Figura 30 – Potenciômetro	60
Figura 31 – Roda Fônica	61
Figura 32 - Monitor de RPM	62
Figura 33 - Motor Elétrico (Corrente Contínua)	63
Figura 34 - Montagem final da bancada	63



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Custo da produção de soja	33
Quadro 2- Parâmetros de projeto	42
Quadro 3 - Parte do Quadro de regulagem da plantadeira	50
Quadro 4- RPM para requisitos do projeto	51
Quadro 5- Variação da velocidade com RPM de plantio	52

## LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
GPS	– Global Positioning System
PIB	– Produto interno bruto
AP	– Agricultura de Precisão
PDP	– Processo de Desenvolvimento de Produto
TFC	– Trabalho Final de Curso
CC	– Corrente Contínua
RPM	– Rotações por minuto
MIG	– <i>Metal Inert Gás</i> ( Gás de metal inerte)
MAG	– <i>Metal Active Gás</i> ( Gás de metal ativo)
LCD	– <i>Liquid Crystal Display</i> ( <i>Visor de cristal líquido</i> )
RowCommand	– Comando de linha

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1 TEMA	14
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	14
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.4 HIPÓTESES	15
1.5 OBJETIVOS	16
<b>1.5.1 Objetivo geral</b>	<b>16</b>
<b>1.5.2 Objetivos específicos</b>	<b>16</b>
1.6 JUSTIFICATIVA	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1 AGRICULTURA	18
2.2 AGRONEGÓCIO	18
2.3 AGRICULTURA DE PRECISÃO	19
2.4 APLICAÇÃO DE INSUMOS EM TAXA VARIÁVEL	19
2.5 PLANTADEIRAS	20
2.6 PLANTADEIRAS COM DESLIGAMENTO (LINHA A LINHA)	25
2.7 USO DO ARDUÍNO NA AGRICULTURA DE PRECISÃO	25
2.8 CUSTOS DE PRODUÇÃO	29
<b>2.8.1 Importância da adubação</b>	<b>30</b>
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>31</b>
3.1 MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO	31
3.2 AQUISIÇÃO DOS MATERIAIS	34
3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	35
3.4 DOSADORES DE ADUBO (SISTEMA HELICOIDAL DE ROSCA SEM-FIM)	35
3.5 RECURSOS NECESSÁRIOS	36
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>37</b>
4.1 PARÂMETROS DE PROJETO	37
<b>4.1.1 Detalhamento de conjuntos</b>	<b>37</b>
<b>4.1.2 Desenhos e indicações técnicas</b>	<b>38</b>
<b>4.1.3 Modelos de rosca sem-fim</b>	<b>39</b>
4.2 RELAÇÃO VELOCIDADE DE PLANTIO E TAXA DE APLICAÇÃO	44
4.3 COMPARATIVO VELOCIDADE X RPM	46
4.4 LEVANTAMENTOS DE DADOS DE TORQUE	50

4.5 PROCESSO DE FABRICAÇÃO	51
4.5.1 Corte Laser	51
4.5.2 Tubos metálicos	51
4.5.3 Solda MIG/MAG	52
4.6 ESQUEMA ELÉTRICO DA BANCADA	53
4.6.1 Bateria	54
4.6.2 Potenciômetro	54
4.6.3 Roda Fônica	55
4.6.4 Monitor de RPM	56
4.6.5 Motores Elétricos	56
<b>CONCLUSÃO</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional, seguido da teoria de longevidade, infere-se demanda alta de produção de alimentos (RANNOV, 2019). Porém, o que ocorre é que o consumo de alimentos acaba sendo muito maior do que a quantidade de sua produção. O uso das terras para produção está sendo cada vez mais restrito, tornando difícil atender à necessidade alimentícia do homem e dos animais. Por esse motivo é necessário aumentar a produção de alimentos no mundo, utilizando a mesma extensão de área, o que torna desafiador alcançar essa produção.

Como alternativa para aumentar a produção de alimentos, temos a agricultura de precisão, em que se aplicam diversas técnicas para se desenvolver a administração correta do solo, buscando-se uma uniformidade na distribuição de sementes, o que se torna cada vez mais importante para conseguir obter um resultado excelente, diminuindo custos, uma vez que o custo do fertilizante é uma grande parcela do custo da produção total.

As áreas utilizadas para o cultivo de grãos possuem muitas diferenças de relevo e nutrientes, o que exige um tratamento diferenciado em pequenas porções do solo. Agricultores que trabalham em pequenas áreas de terra, com equipamentos de pequeno porte, já possuíam essa percepção há muitas décadas. Devido à necessidade de aumentar a produtividade, agricultores com grandes áreas de terras estão cada vez mais aderindo a técnicas de plantio com tecnologias de semeadura (MOLIN et al., 2015).

O Brasil utiliza extensivamente máquinas plantadeiras que aplicam fertilizantes diretamente no sulco da semeadura, geralmente por meio de um aplicador de fertilizantes do tipo rosca sem-fim ou broca helicoidal. A aplicação de fertilizantes com plantadeiras é realizada com base na exigência média de cultivo de nutrientes, considerando as necessidades de cada talhão. Na agricultura moderna, o uso da taxa variável só pode ocorrer por meio de máquinas que alteram a taxa de aplicação de acordo com a demanda localizada de nutrientes.

Com base na necessidade de produzir alimento em larga escala, optou-se por estudar/developar um sistema inovador para as linhas de adubo de plantadeira por meio de acionamento elétrico por motores de corrente contínua nas linhas de adubo, para evitar o transpasse e garantir a dosagem adequada de adubo para o talhão.

Com isso, tem-se a necessidade de fazer a coleta de uma série de dados sobre o talhão, para que se possa aliar a regulação à operação adequada do equipamento agrícola.

### 1.1 TEMA

Substituição de um sistema de transmissão mecânica coletiva por motores elétricos para o acionamento individual de cada linha de fertilizante.

### 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Apesar de necessário para implementação de distribuição de adubo no solo, este trabalho não abrangerá o sistema baseado na tecnologia com Arduino, envolvendo o sistema de acionamento ao baixar a plantadeira, controle de velocidade e informações para o monitor, necessários para implementar um sistema de gerenciamento da taxa variável de deposição de adubo.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

As plantadeiras de plantio direto são de funcionamento mecânico, por meio do sistema de rodado, sendo assim, para que a mesma comece a funcionar, basta que o trator se mova e, junto a isso, mover uma alavanca por meio de comandos hidráulicos dentro da cabine do operador, realizando, assim, o plantio da área.

Essas máquinas têm a opção de desligamento manual de metade das linhas de plantio, o que é feito pelo operador quando a máquina está parada, pois a alavanca de desligamento fica acoplada na plantadeira.

Os sistemas de plantio direto convencionais podem gerar transpasse de linhas, o que ocasiona desperdício de insumos, por exemplo, sementes em excesso que geram acamamento e má formação da planta e plantas com espigas miúdas (no caso do milho).

A proposta deste projeto é fazer com que se tenha um desligamento manual das linhas, realizado pelo operador de dentro da cabine do trator que traciona a plantadeira. Este sistema aplica-se especificamente para as bordaduras de talhão. No caso do plantio de milho para semente, faz-se o primeiro plantio intercalando sempre uma linha plantada e fica a distância de exatamente uma linha para a próxima linha, para que mais tarde se consiga fazer o plantio das linhas entre meio.

Buscando, assim, auxiliar o pequeno e médio produtor, estuda-se o desenvolvimento de um sistema que reduza as perdas de plantação, de forma a garantir a quantidade correta de distribuição de fertilizantes e eliminando o trabalho do operador, já que ele precisa descer do trator e desligar cada vez que for necessário, reduzindo o tempo de trabalho que será perdido devido a essa atividade manual. Não só se pensa em melhorar a produção, mas também se considera a melhora da ergonomia do operador, sendo assim, garantem-se ganhos por facilidade de operação, devidamente controlada, levando em consideração o desgaste físico do operador.

Diante da situação de desenvolvimento de uma solução de baixo custo, vale a pena refletir sobre a pergunta: será essa a melhor saída para resolver o problema que se tem hoje, que está diretamente ligado ao custo e que impacta no orçamento do produtor?

### 1.4 HIPÓTESES

Baseando-se em plantadeiras convencionais, observou-se a necessidade de desenvolver um sistema que reduza os custos de produção. Para isso, é necessário eliminar as perdas ocasionadas pelo transpasse de linhas já plantadas.

Com o intuito de diminuir a perda de fertilizantes do agricultor na hora do plantio de suas culturas (milho e soja), definiram-se as hipóteses que melhor servem ao projeto de estudo, usando as suposições mais cabíveis para se ter a resposta para a pesquisa.

Hipótese 1: criar linhas de adubo com funcionamento elétrico, que sejam independentes, fazendo com que possam ser desligadas pelo operador do trator quando estiverem transpassando uma área já plantada.

Hipótese 2: a partir do funcionamento elétrico, fazer com que as linhas de adubo estejam conectadas entre si, ou seja, ligando ou desligando uma delas, a outra concomitantemente realizará o mesmo procedimento, de forma prática, ágil e fácil.

A partir da aplicação dos conhecimentos adquiridos na graduação e experiências de trabalho na área da agricultura, será definido qual hipótese atenderá aos requisitos para desenvolvimento do projeto.

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral projetar um sistema que permite a alteração dos atuais sistemas de transmissão mecânica de dosadores de adubo em plantadeiras, para um sistema de transmissão elétrica controlado por meios eletrônicos via toque, por celulares ou monitores.

### 1.5.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, este trabalho busca:

- Realizar a experimentação deste sistema em uma bancada didática;
- Efetuar o desligamento linha por linha por acionamento manual de chaves;
- Controlar a rotação de todos os motores por potenciômetro;
- Possibilitar a distribuição de adubo na faixa entre 100 e 300 kg/ha.

## 1.6 JUSTIFICATIVA

Este TFC (Trabalho Final de Curso) é aplicado ao agronegócio. Justifica-se pela necessidade de desenvolvimento de um sistema que elimine desperdícios na hora do plantio e que seja de baixo custo e fácil manuseio ao operador.

As plantadeiras de porte médio com espaçamentos de 50 cm entre linhas hoje disponíveis no mercado são as de 5, 7, 8, 9 e 11 linhas de semeadura. Todas são com sistema mecânico para dosagens de adubo, ou seja, o operador da máquina precisa se deslocar do trator toda a vez que quiser fazer a regulagem da taxa de adubo que ele quer depositar em determinada área. Para fazer a regulagem é necessário ajustar os dois lados da plantadeira, pois um ajuste é feito em metade da plantadeira em um lado e a outra metade, no outro.

Visto que se tem um grande tempo de atraso de plantio para se fazer a regulagem da taxa de adubo que irá ser aplicada, mensurado também um tempo elevado de desligamento de metade da plantadeira, busca-se fazer um estudo e, posteriormente, o desenvolvimento de um sistema de acionamento elétrico para ambas as necessidades.

O sistema desenvolvido conta com motores elétricos 12 v que são ligados diretamente na bateria do trator, e que vão permitir a opção de fazer o desligamento linha a linha e também permitir o aumento da taxa de adubo de dentro da cabine, com maior exatidão, por um sistema que usa sensores nas rodas da plantadeira para fazer a leitura da velocidade que a máquina vai estar trabalhando e transmitindo a informação diretamente para o sistema.

As plantadeiras disponíveis no mercado são de regulagens padrão, em que, por exemplo, o agricultor deseja aplicar a taxa de 310 kg/ha de adubo, mas a plantadeira só dispõe de regulagens de 320 kg/ha ou 300 kg/há, com isso, não se consegue ter grande exatidão de aplicação de fertilizante, visando isso, desenvolveu-se o sistema elétrico, o que proporciona uma exatidão na dosagem de adubo requerida.

Levando em consideração todo o sistema que há no mercado, esse sistema elétrico nos proporciona ganho em tempo porque o operador regula a plantadeira de dentro da cabine, eliminando o transpasse de linha. É um sistema elétrico de baixo custo de aquisição, não tendo dificuldades para sua instalação.

A pesquisa realizada tem extremo significado para os acadêmicos por inserir em uma área de grande perspectiva futura. Com isso, os conhecimentos serão expandidos e permitirão uma intermediação para aumentar a produção de grãos.

Analisando as plantadeiras adubadeiras da nossa região, quase todas funcionam por desligamento manual, ou seja, o operador tem todo o trabalho de descer, desligar e ligá-la e, posteriormente, fazer outra parada para acionar novamente a máquina. A outra parte das plantadeiras que existem são mais sofisticadas, com sistemas de GPS, os quais possibilitam ter um desligamento de seções via sistema que está integrado a máquina plantadeira, porém o custo do sistema é muito elevado se comparado ao estudado e em análise de desenvolvimento neste trabalho.

O campo de estudo na área da agricultura é muito amplo, pois tem-se o desafio de aumentar a produção de carne, leite, grãos, entre outros, e vendo tal necessidade, buscou-se trazer esse desafio de modificar a plantadeira para apresentar uma nova solução, planejando de forma a não se ter a necessidade de altos investimentos para desfrutar do produto em projeto.

No ramo agrícola percebeu-se a excessiva perda de produção, que é gerada pelo transpasse de linha nos arremates de talhão. Isso ocorre porque o operador está plantando, chega no final do talhão e vai fazer os arremates/cabeceiras ao redor do talhão plantado e se depara com uma situação que, em determinado lugar, teria que ligar apenas duas linhas da plantadeira, mas com o sistema mecânico que se tem hoje, a opção é fazer o desligamento de meia plantadeira somente, quando o operador tem que descer do trator e realizar o desligamento de metade das linhas.

Assim que terminado o plantio da determinada área, é necessário realizar os mesmos passos para ligar as linhas novamente. Por esse motivo, analisando o tempo que o operador perde ao descer do trator, ligar e/ou desligar as linhas da plantadeira e sabendo que, mesmo utilizando só metade das linhas, vai ocorrer o transpasse na hora da colheita, objetivou-se, com este trabalho, encontrar um sistema que solucione esses problemas.

O estudo irá mostrar, por meio de testes reais, a funcionalidade do produto, garantindo o que o agricultor precisa, podendo oferecer uma redução de desperdícios de insumos, o que vem ao encontro da necessidade de aproveitar o máximo da área plantada, gerando resultados positivos.

Para o engenheiro mecânico, é de suma importância o planejamento para melhorar o rendimento de determinado sistema, pois isso contribui para o crescimento e desenvolvimento profissional e pessoal, exigindo conhecimento sobre processos e melhoria de sistemas produtivos.

Pretendeu-se, com o estudo apresentado, contribuir para a mecanização da agricultura de precisão, apresentando um produto de baixo custo e com tecnologia embarcada que atende, de todas as formas, as necessidades dos agricultores, buscando viabilizar a atividade de forma sustentável.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 AGRICULTURA

A agricultura é uma das práticas econômicas mais antigas que existem, suprimindo desde seu princípio algumas necessidades humanas, como a alimentação. Esse segmento sofreu grandes transformações ao longo dos anos, começando pela mecanização dos plantios e colheitas (COELHO, SILVA, 2009). Veem-se, até hoje, inovações e estudos para melhorias nessa área, uma vez que essas inovações facilitam e atendem às necessidades do homem no campo.

No início do século XX já se mostrava útil a importância de se ter um gerenciamento de toda a lavoura com relatórios bem detalhados, para conseguir fazer a aplicação de insumos da maneira correta e localizada. As primeiras adubações dosadas através de taxa variável de maneira automatizada foram realizadas por volta de 1980, na Europa (MOLIN, AMARAL e COLAÇO, 2009).

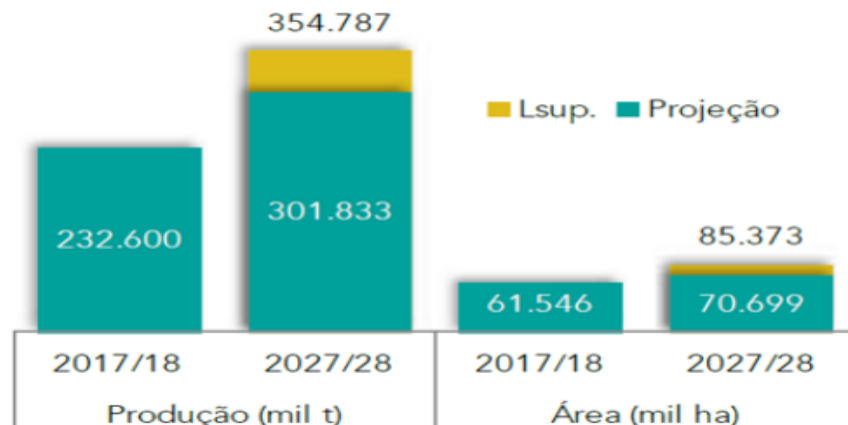
### 2.2 AGRONEGÓCIO

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 (LUÍZ, 2013).

Segundo a Conab (2018), a produção brasileira de grãos, 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. Em valores isso representa um acréscimo de 29,8%, ou uma taxa anual de 2,5% de crescimento. A área de grãos também deve expandir-se dos 61 milhões de hectares atuais para 71 milhões de hectares em 2027/28.

O agronegócio, de maneira geral, apresenta um conjunto de insumos para a agropecuária ligados a ele. São medicamentos veterinários, fertilizantes, sementes etc. Devido a todas as atividades que a ele estão ligadas, esse ramo é responsável pela integração de diversos setores da economia brasileira que estão conectados aos produtos e subprodutos advindos da atividade agrícola ou pecuária. (SILVEIRA et. al 2018).

Figura 1- Produção e área plantada de grãos



**Fonte:** Conab, 2018.

A principal fonte da economia brasileira é o agronegócio e nos últimos anos o Brasil se tornou uma superpotência mundial na produção agrícola. Logo, toda essa evolução teve reflexo em outros setores econômicos do país, destacando a exportação da soja, que está sendo a maior dos últimos anos. Todos esses produtos juntos, estima-se que somem 89 bilhões de reais em 2017, e refletem desde o PIB até a geração de mais e novos empregos. O agronegócio, em 2015, empregava 19 milhões de trabalhadores, e no ano seguinte gerou 75 mil empregos, indo na direção contrária do aumento do desemprego no Brasil, que no mesmo período subiu mais de 683 posições no ranking (SILVEIRA et. al 2018).

Segundo Silveira (2018), o setor do agronegócio brasileiro conta com cerca de 5 milhões de produtores rurais, que rendem à economia cerca de 600 bilhões de reais, assumindo que o crescimento da agricultura está ligado às novas tecnologias que vieram para auxiliar o produtor dentro e fora do campo, oferecendo cultivares mais resistentes e com um rendimento maior, tendo em vista que ainda se tem muito a desenvolver, com um campo enorme para ser explorado.

### 2.3 AGRICULTURA DE PRECISÃO

Com essa evolução na tecnologia e sua utilização no campo em favor do aumento da produtividade e, conseqüentemente, seu ganho lucrativo, surgiu a Agricultura de Precisão. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, esse é “um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da unidade produtiva e visa ao aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente” (BRASIL 2012, p. 6).

Ressalta Lamparelli (2016), que essa ideia de Agricultura de Precisão (AP), teria surgido antes da Revolução Industrial, e trata-se de um conjunto de técnicas que buscam um melhor rendimento das culturas, levando em consideração aspectos como fertilidade do solo, localização, entre outros fatores. Com esse gerenciamento da lavoura é possível prever os gastos de produção.

### 2.4 APLICAÇÃO DE INSUMOS EM TAXA VARIÁVEL

O desenvolvimento da tecnologia eletrônica e das telecomunicações possibilitou o desenvolvimento de equipamentos que trabalham variando suas regulagens em função da sua necessidade. Assim, possibilitou-se que as máquinas semeadoras e aplicadores de insumo sejam capazes de variar as taxas de aplicação automaticamente durante o trabalho. A partir 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).

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, e 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).

De acordo com a Figura 2, tem-se uma situação real de um mesmo talhão, análise feita levando em conta 3 fatores: a necessidade de insumo da lavoura por região, a taxa fixa que não vai variar, terá uma aplicação uniforme em todo talhão e, por fim, taxa variável que mostra a cada porção do talhão a necessidade de aplicação de fertilizante.

Figura 2- ilustração do sistema de aplicação de taxa variável.



**Fonte:** Auster Tecnologia, 2019

Atualmente temos 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. Nesse sistema de aplicação de insumos líquidos, que se utiliza de 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, e com a informação recebida o controlador calcula o erro em relação à 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).

## 2.5 PLANTADEIRAS

Segundo Barreta, as primeiras plantadeiras começaram a aparecer na Espanha, no século XVII, e na Inglaterra, no século XVIII. A primeira semeadora desenvolvida na Espanha foi construída em 1636, que até nome recebeu: “sembradore”. Ela ilustrava um conceito ainda diferente dos modelos que se tem hoje, e só em meados dos anos de 1785 foi desenvolvida uma semeadora modificada. Foi aí que surgiu o conceito que se tem até hoje, e assim continuou a evolução, ocorrendo em 1900 a implementação de adubo na linha das plantadeiras (BARRETA, 2013).

Atualmente, semeadoras de precisão são máquinas agrícolas que enterram as sementes em sulcos, uma a uma ou em grupos, a distâncias regulares, segundo a densidade de semeadura já estabelecida (ABNT,1996). O principal mecanismo dosador utilizado nas semeadoras de precisão é do tipo disco horizontal com orifícios. Esse tipo corresponde a 77,3% do total de mecanismos dosadores das plantadeiras nacionais de tração mecânica. O principal perfil dos fabricantes de semeadoras adubadoras nacionais dispõe de um sistema de precisão com discos horizontais, com dosadores de semente e adubo em cada linha de semeadura (SILVA et. al., 2003).

Figura 3- Plantadeira em funcionamento



**Fonte:** Os autores, 2020.

Avaliando alguns fatores que afetam a distribuição longitudinal de sementes, constata-se o aumento da velocidade de deslocamento da máquina, o que está relacionado diretamente à velocidade periférica do disco dosador, ou seja, diminui a porcentagem de espaçamento (GARCIA et al., 2006). Não se deve apenas considerar esses fatores, mas também outros, pois podem ocorrer falhas de transpasse, profundidade e acondicionamento das sementes no solo.

Contudo, para que as semeadoras sejam eficientes, devem ser realizadas algumas funções básicas, para que se tenha, posteriormente ao plantio, uma excelente germinação das sementes, contemplando os componentes que são: disco de corte deve cortar a palhada e abrir o sulco para que o adubo e sementes sejam colocados no local desejados; disco duplo ou guilhotinas para abrir sulco do adubo e este último distribuído através de roseta ou rosca sem-fim; disco desencontrado para abrir sulco para a semente; rodas para controle de profundidade; rodas compactadoras de sementes em “V”; depósito de adubo e semente; discos perfurados para distribuir sementes com respectivos anéis (BARRETA, 2013).

Segundo Ruy Casão Junior e Rubens Siqueira (2004), para uma semeadora exercer a sua função, precisa de um conjunto de sistemas essenciais para o funcionamento, que podem ser subdivididos em várias partes:

1. Engate da plantadeira ao trator.
2. Para plantadeiras maiores com sistemas de marcadores de linha.
3. Acionamento hidráulico para levantar e transportar a plantadeira.
4. Caixas de fertilizantes.
5. Caixas de semente com regulagem.
6. Sistema de dosagem conduzido por ajuste de engrenagens.
7. Discos de semente e regulador da quantidade de sementes a plantar por metro.
8. Acabamentos da plantadeira.
9. Rodas que tapam as linhas abertas pelos discos de corte.
10. Tubos de adubo interligados aos discos dosadores.
11. Plataformas para segurança e possibilitar aos operadores poderem abastecer o adubo e cuidar da plantadeira.

Figura 4- Plantadeira de precisão com a indicação dos componentes principais de sua constituição



Fonte: Máquina de plantio direto.

Na figura 4, está ilustrada a máquina para manejo de vegetações e sementeira para plantio direto e com tudo, pode-se observar a máquina em funcionamento, a qual está cortando a palhada e colocando a semente na terra.

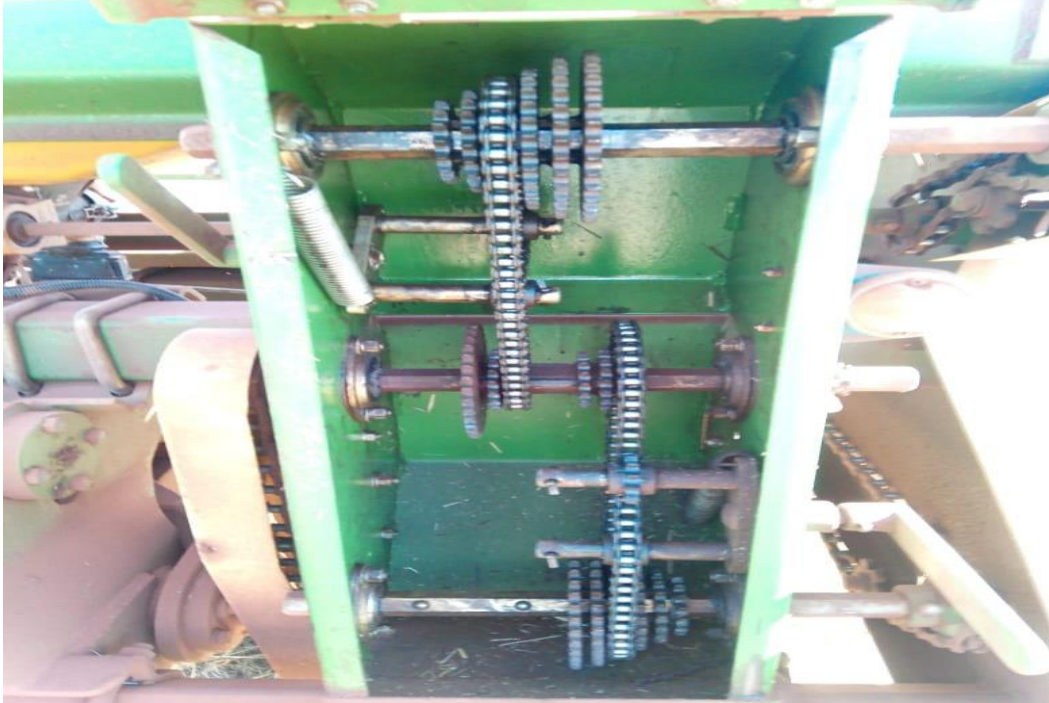
Figura 5- Plantadeira de precisão com indicações dos seus sistemas essenciais.



Fonte: Adaptado de máquinas para manejo de vegetações e sementeira em plantio direto.

Plantadeiras existentes hoje no mercado são como a figura 6, possui duas caixas uma em cada lado da plantadeira para que possa ser feita a regulagens de adubo e semente necessárias.

Figura 6- Sistema de regulagem de adubo



Fonte: Os autores, 2020

Para realizar o funcionamento da plantadeira, ou seja, para que comece a plantar é necessário que o operador abaixe a plantadeira, e como a imagem 7 representa uma catraca que quando pressionada para baixo a catraca a fecha e comece a trabalhar, ao levantar a plantadeira ela se abre fazendo o desligamento, a catraca possibilita fazer o desligamento de meia plantadeira.

Figura 7 - Representa sistema de engrenagem ligadas por corrente



Fonte: Os autores, 2020.

Considerando as figuras 6 e 7, pode-se entender a caixa de regulagem, a qual pode ser adaptada de acordo com a necessidade, sistema atual, ou seja, o estudo tem por objetivo eliminar a caixa de regulagem de adubo, possibilitando ganhos ao operador e passando de um sistema que está todo interligado a um sistema independente.

A acuracidade com que os dosadores individualizam e ejetam sementes é diretamente dependente de uma variedade de fatores próprios do dosador, como o nível de vácuo, o tipo de disco, a configuração dos orifícios do disco, além da rotação em que o disco é operado (ST JACK ET AL., 2013). Vários trabalhos entendem a velocidade como sendo o fator decisivo na distribuição longitudinal das sementes no momento da semeadura (MANTOVANI et al., 1992).

Velocidades de semeadura elevadas são cada vez mais utilizadas a fim de aumentar a capacidade operacional dos conjuntos mecanizados, ocorrência que pode prejudicar a qualidade do processo, comprometendo o estabelecimento e, por consequência, a produtividade das culturas (IVACAN et al., 2004).

## 2.6 PLANTADEIRAS COM DESLIGAMENTO (LINHA A LINHA)

Existem situações em que se pode estar colocando 5% ou mais de semente e adubo do que o planejado devido à sobreposição no plantio. Muito comum em cabeceiras e arremates, esse tipo de situação é causado devido ao tamanho e ao formato dos talhões de plantio. Além do custo extra, problemas de redução de produtividade e de dificuldade no controle de doenças são comuns nas áreas onde ocorre superpopulação de plantas. Com o *RowCommand*, a sua plantadeira desliga até 16 seções de plantio, reduzindo ou até eliminando a sobreposição das linhas de plantio (JOHN DEERE, 2016).

Figura 8 - Sistema com Rowcommand/ sem Rowcommand.



**Fonte:** John Deere, 2016.

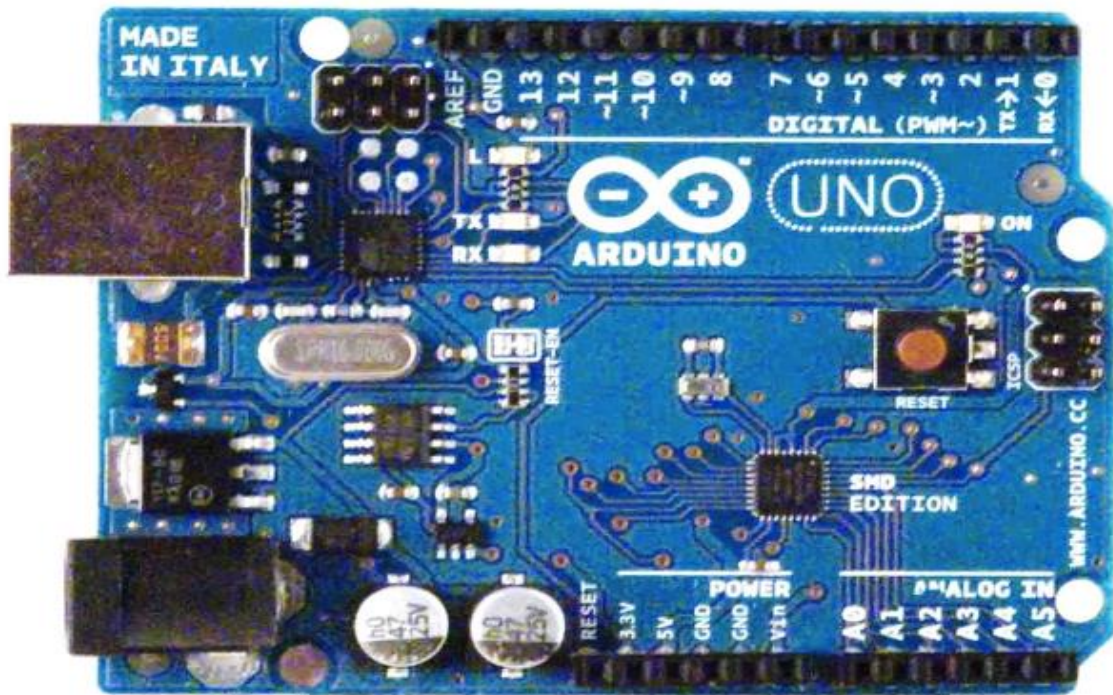
## 2.7 USO DO ARDUÍNO NA AGRICULTURA DE PRECISÃO

O conceito de Arduino surgiu na Itália, em (2005), e tem por objetivo criar um dispositivo que faz o controle de protótipos, o qual se consegue instalar de forma simples, podendo ser conectado ao computador que irá atuar por meio do programa Adobe Flash (GRANEMANN DE MELO et. al. 2012).

Placas de Arduino, de uma forma geral, são um sistema digital que, ligado a sensores, nos permite a construção e transmissão da realidade e consegue dar respostas físicas para as ações detectadas. Abaixo, apresentamos uma figura para conseguir compreender o funcionamento de uma placa de Arduino, conseguindo identificar os elementos da placa através de um diagrama de blocos (GRANEMAN DE MELO et. al. 2012).



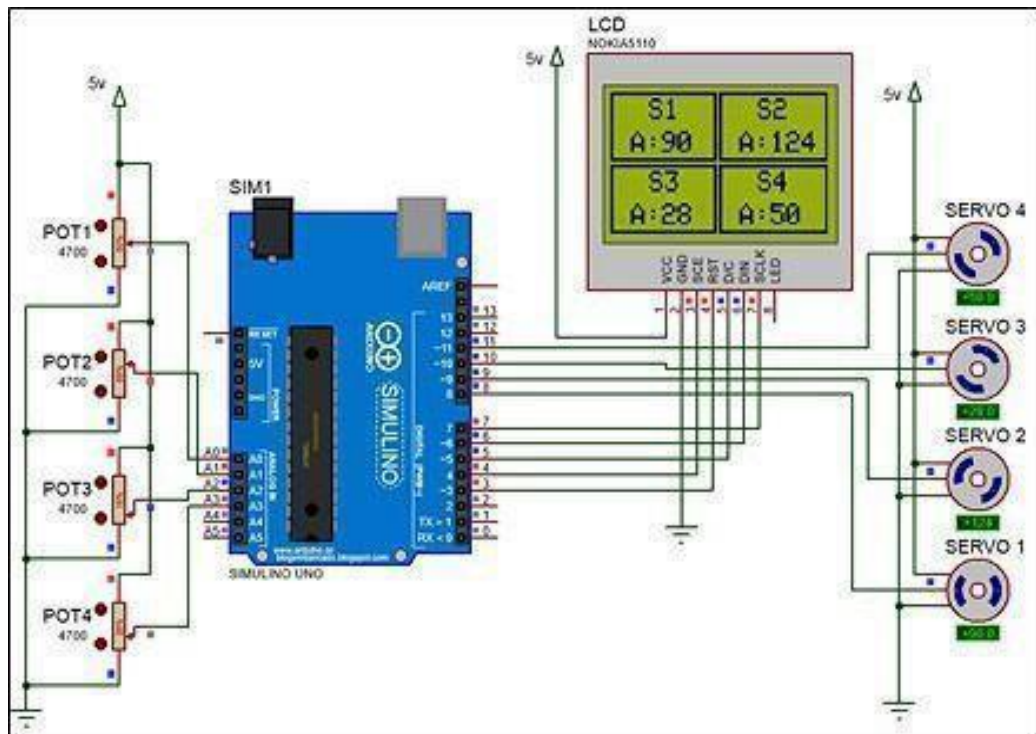
Figura 9 - Placa de Arduino



Fonte: SOUZA e SILVA 2016.

Buscando uma melhor definição, Arduino nada mais é que um microcontrolador que, usando lógicas de informática, consegue-se criar algoritmos por meio de uma linguagem que se baseia em C/C++ (linguagens de programação de alto nível), e após a programação, quando acionado, faz com que ele exerça as ações (GRANEMAN DE MELO et. al. 2012).

Figura 10 - Esquema de ligação da placa de Arduino



Fonte: Madeira Daniel, 2015

O esquema apresentado na Figura 10 trata da ligação de 4 motores em uma placa de Arduino, os quais estão ligados em potenciômetros, que terão a função de passar as informações para o monitor acoplado (MADEIRA, 2015).

Figura 11 - Criação de um algoritmo

```

1 #include <SPI.h>
2 #include <Adafruit_GFX.h>
3 #include <Adafruit_PCD8544.h>
4 #include <Servo.h>

```

Fonte: Madeira, Daniel, 2015.

Para a estruturação de um algoritmo de um microcontrolador com servo, motor e monitor, incluídas no algoritmo, pois nelas há muitos códigos que simplificarão a interação do Arduino com o monitor e os motores (servos). O uso da biblioteca Adafruit\_PCD8544.H e da Adafruit GFX.h, as quais simplificam e facilitam o acionamento do monitor, gerará uma grande variedade de elementos gráficos, dando destaque à biblioteca servo.h, que é necessária para acionamento dos motores (servos), (MADEIRA, 2015).

Figura 12 - Definições e caminhos de um algoritmo

```

1 #define POT1 0
2 #define POT2 1
3 #define POT3 2
4 #define POT4 3

```

Fonte: Madeira, Daniel, 2015.

Após completada a etapa anterior, utiliza-se ordem (#define) para ligar os elementos nos pinos corretos, e com esses passos concluídos, eu estou dizendo que os potenciômetros estão relacionados com os pinos de entrada analógica (MADEIRA, 2015).

Contemplando as fases anteriores, o próximo passo é informar ao sistema qual o objetivo da ligação, utilizando o comando `Adafruit_pcd8544 = LCD`, para conseguir se ter o controle dos motores. Para conseguir armazenar os resultados gerados, necessita-se fazer o uso do comando (`medida`) para todos os potenciômetros, e nesse sentido, o uso de (`medida POT`) contém as informações que foram geradas anteriormente (MADEIRA, 2015).

Figura 13 - Comandos para o LCD monitor

```
1  Adafruit_PCD8544 lcd = Adafruit_PCD8544(7, 6, 5, 4, 3);
2
3  Servo servo1;
4  Servo servo2;
5  Servo servo3;
6  Servo servo4;
7
8  int medidaPOT1;
9  int medidaPOT1ant;
10
11 int medidaPOT2;
12 int medidaPOT2ant;
13
14 int medidaPOT3;
15 int medidaPOT3ant;
16 int medidaPOT4;
17 int medidaPOT4ant;
```

Fonte: Madeira, Daniel, 2015.

A Figura 13 nos mostra, de uma forma bem explícita, a programação do monitor LCD, demonstrando que se consegue escrever um caractere sobre outro, fazendo com que o subscrito desapareça. Desse modo, as partes que mudam de acordo com o funcionamento do programa são as que são subscritas, e após esse passo, são reescritas na cor preta, com valores atuais (MADEIRA, 2015).

Figura 14 - Programação para Funcionamento do monitor

```

1 void iniciarLCD(){
2
3   lcd.begin();
4   delay(2000);
5   lcd.clearDisplay();
6
7   lcd.drawRect(0,0,41, 23, BLACK);
8   lcd.drawRect(42,0,42, 23, BLACK);           //Display 1
9   lcd.drawRect(0,24,41, 23, BLACK);
10  lcd.drawRect(42,24,42, 23, BLACK);
11
12  lcd.setTextSize(1);
13  lcd.setTextColor(BLACK);
14  lcd.setCursor(15,2);
15  lcd.print("S1");
16
17  lcd.setCursor(57,2);
18  lcd.print("S2");
19

```

Fonte: Madeira Daniel, 2015.

## 2.8 CUSTOS DE PRODUÇÃO

O custo para a produção da soja está em torno de R\$3.388,37, considerando-se desde a hora da dessecação para o plantio até a colheita (FecoAgro/RS). Faz-se necessário incluir nesse cálculo a depreciação com máquinas e equipamentos agrícolas, ou seja, o agricultor terá que colher aproximadamente 30 sacas por hectare para, com o que passar dessa quantidade, obter lucro.

Quadro 1 - Custo da produção de soja na Região Noroeste do RS

Descrição de custos	Custo por Ha/ R\$
Preparo do solo	R\$ 30,00
Plantio	R\$ 90,00
Outros custos	R\$ 100,00
Defensivos	R\$ 950,00
Semente	R\$ 370,00
Fertilizante	R\$ 800,00
Mão de obra	R\$ 275,00
Colheita	R\$ 250,00
Total=	R\$ 2.865,00

Fonte: os autores, 2020.

No Quadro 1 está discriminado o custo de produção por hectare plantado, tendo como base os valores da safra 2020/2021.

### 2.8.1 Importância da adubação

Sabe-se que no decorrer dos anos a produção vem aumentando e para que isto ocorra a terra deve estar bem nutrida, ou seja a aplicação de adubo é fundamental para garantir produção. Ou seja, para a planta desenvolver-se ela precisa de nutrientes e os quais precisam ser absorvidos do solo. Com tudo, a adubação pode ser influenciada por diversos fatores como:

- Chuva e temperatura
- Condições climáticas
- Teor de nutrientes no solo
- Tratos culturais
- Espécie e diferenças genéticas entre cultivares

Cada espécie tem influência entre os cultivares, ou seja, cada uma tem uma exigência diferente de adubação. Na tabela 1 pode-se ser observado a quantidade de nutrientes que a planta necessita para a cultura da soja (GRESSA CHINELATO,2018).

Tabela 1- Quantidade absorvida de nutrientes pela cultura da soja, para produção de 1000kg de grãos.

PARTES DA PLANTA	-----kg t <sup>-1</sup> -----						-----mg t <sup>-1</sup> -----					
	N	P	K	CA	MG	S	B	CU	FE	MN	MO	ZN
Grãos	51	4,4	16,5	3,0	2,0	5,4	20	10	70	30	5	40
Restos culturais	32	2,3	14,9	9,2	4,7	10,0	57	16	390	100	2	21
Total	83	6,7	31,4	12,2	6,7	15,4	77	26	460	130	7	61
% exportado	61	65	53	25	30	35	26	38	15	23	71	66

Fonte: Correção e manutenção da fertilidade do solo (2004)

Como pode-se observar, o que a soja mais vai precisar é Nitrogênio (N),Potássio (K), Cálcio (Ca), **Magnésio (Mg)**, Fósforo (P) e enxofre (S).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia de um trabalho científico consiste em um conjunto de procedimentos técnicos e práticos que visam a atender os objetivos, o chamado método científico, que nada mais é seguir uma linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa, fazendo o uso de um método formal de desenvolvimento do método científico (PRODANOV; FREITAS, 2013). A elaboração de um projeto é realizada levando-se em consideração algumas etapas primordiais para o desenvolvimento da pesquisa. Para se ter um melhor acompanhamento das medidas necessárias para cada uma das etapas, de forma geral, é muito comum a apresentação de um roteiro de pesquisa sob a forma de um diagrama (GIL, 2002).

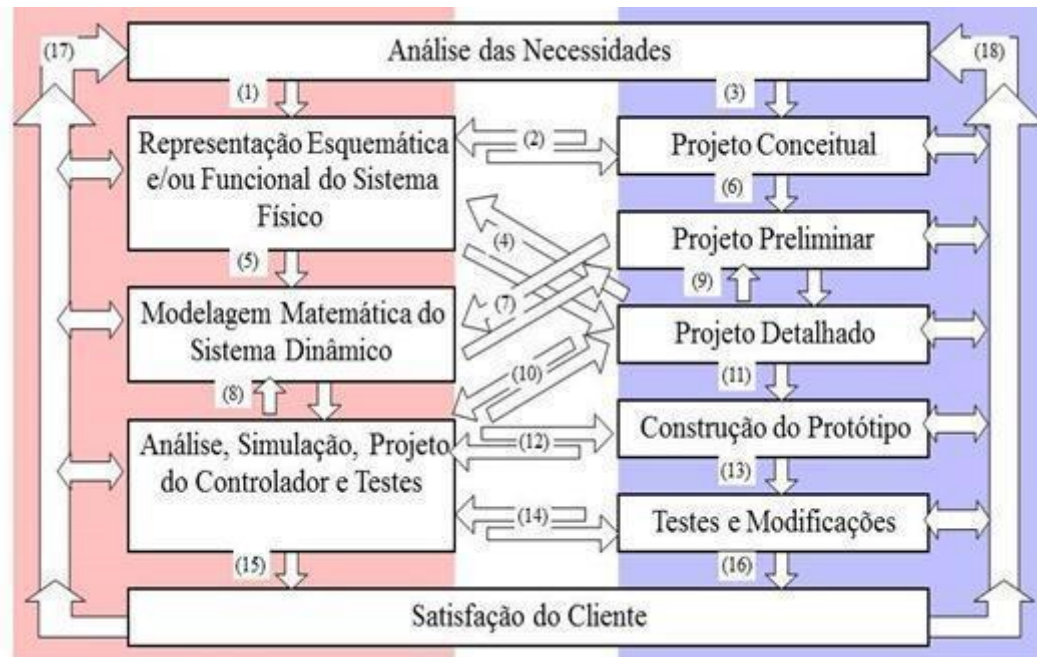
#### 3.1 MÉTODO DE PESQUISA ADOTADO

A metodologia adotada neste trabalho baseia-se no problema de pesquisa levantado. Considerando as hipóteses apontadas para a solução do problema de pesquisa, hoje há várias literaturas que tratam dos assuntos abordados, sabendo que a grande maioria delas se encontra em artigos científicos internacionais que podem ser encontrados via endereços eletrônicos. A forma de utilização da metodologia de projeto de produtos mecatrônicos auxilia para a geração e esquematização de engenharia de forma criativa e inovadora para a solução dos problemas demandados pela sociedade, sendo esse um ponto importante para empresas que buscam por excelência de qualidade em seus produtos e/ou serviços prestados.

Tendo conhecimento de toda a tecnologia atualmente disponível no mercado, optou-se por desenvolver algo novo no ramo da agricultura, o que permite ser operado com simples comandos, e sendo esse o objetivo do estudo e desenvolvimento do projeto, buscou-se fazer o uso de uma metodologia de projeto mecatrônicos, ilustrada na Figura 15.

Após a fase de levantamento de informações, se delimitam os parâmetros de projeto, aos quais estão correlacionados a velocidade de trabalho, ligações elétricas, sistema de sensoriamento e, com tudo isso, conseguir controlar a vazão e o desligamento de linha individual. Para que os parâmetros sejam os mais precisos possíveis, serão revisados de forma cuidadosa as necessidades, desejos e requisitos dos clientes, garantindo uma máquina com alto desempenho e com facilidade de operação.

Figura 15 - Metodologia de Projeto de Máquinas inteligentes



Fonte: Valdiero e Rasia (2016).

Por meio de uma representação esquemática do sistema físico, baseado nos requisitos e nas atividades que vão ser desempenhadas (1), que tem o objetivo de nortear o desenvolvimento da pesquisa (2), buscando deixar bem especificado sobre como se irá proceder (4) delimitando os componentes mecânicos, fase essa que permite descrever e esquematizar o sistema físico do projeto.

Aliando a teoria com a prática, aparecerão os primeiros traços do sistema físico, a construção do projeto (5), aplicando cálculos para dimensionamento do sistema e, posteriormente, conseguir-se fazer a ligação e obter-se o funcionamento do sistema. Depois disso, entra o projeto preliminar (7), envolvendo elementos e testes para formulação de dados. A partir daí, consegue-se gerar parâmetros nominais.

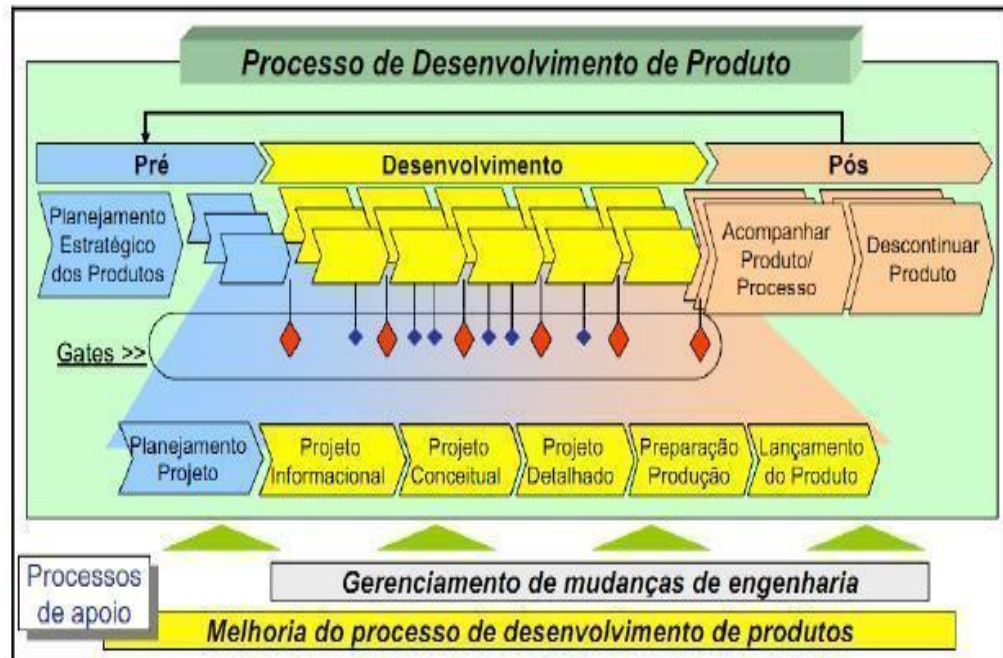
Após o desenvolvimento e feita a parte de testes para coleta de dados, faz-se a análise da simulação, podendo fazer o uso de técnicas de controle para definir taxas de adubação, as fases (10) que entra compreende a fase de detalhamento, (12) a construção da bancada e, posteriormente, a fase de testes da bancada (14), pelos quais podem ser definidos Quadros de velocidade de trabalho x rpm do sistema elétrico.

Tendo os testes positivos, o sistema elétrico (15) que está juntamente adaptado ao sistema mecânico (16), portanto, é imprescindível todos os testes terem resultados positivos, podendo passar confiança ao cliente final e aceitando críticas construtivas (17) e (18), buscando excelência no projeto.

Com o conjunto de atividades ligadas ao esquema anteriormente apresentado, compreendida toda a situação acima descrita, consegue-se construir uma máquina ou, no caso, a bancada didática, deixando uma experiência muito boa para a equipe, além de capacitar um domínio de software necessário para simulações e programações. Para explanar, ainda, uma fase macro do projeto, ROZENFELD considera a situação abaixo descrita.

Podem ser consideradas 3 fases para conseguir estruturar um projeto de produto de maneira coordenada, sendo definidas como Pré-desenvolvimento, Desenvolvimento, Pós-desenvolvimento (ROZENFELD et al 2006).

Figura 16 - Estrutura e construção de um produto



Fonte: Dal forno e Rozenfeld et al. (2006).

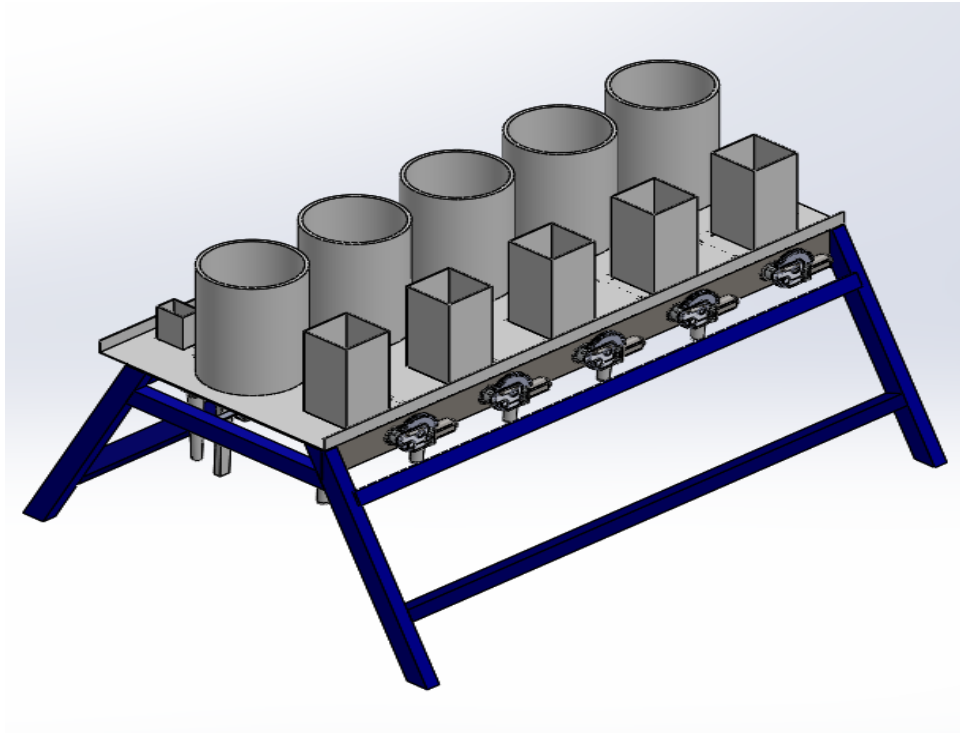
De modo geral, o processo de Pré-Desenvolvimento é formado por fases de planejamento, montadas de forma planejada, que nas fases consideradas como estratégias do PDP, permite que se desenvolva um produto que irá satisfazer as necessidades do cliente final. Estando bem explicado o escopo do produto e do projeto, são especificados o tempo e o custo para desenvolvimento do projeto.

O processo de desenvolvimento é constituído por fases as quais: projeto informacional, projeto conceitual, é feita a preparação para a produção gerando lote piloto. O próximo passo, é feito todos os ajustes de projetos e melhorias, se necessário, e são elas que vão definir o futuro do produto. Posteriormente aos ajustes feitos na prática do projeto, atualiza-se o detalhamento do projeto. Após tudo ajustado consegue-se liberar o projeto para a produção em larga escala. Assim que terminados todos os passos anteriores, entra a fase de Pós-Desenvolvimento, sendo que na questão abordada é realizado o acompanhamento do produto produzido em todo o seu ciclo de vida, verificando constantemente seu funcionamento, para que, se ocorrer algum defeito, ele possa ser reparado, acompanhamento esse que visa dar atenção para essas máquinas caso houver algum dano não verificado no lote piloto.

Segundo Rozenfeld et al. (2006), o PDP (Processo de desenvolvimento de produto), como chamado, está ligado diretamente ao fabricante e o cliente final, sendo de suma importância o PDP fazer a pesquisa de mercado e estar sempre à frente, para conseguir atender de maneira rápida e prática, solucionando problemas do consumidor. A Figura 17 ilustra a bancada de testes.



Figura 17 - Bancada para testes



Fonte: Os Autores, 2020.

Baseado na metodologia acima descrita, os recursos utilizados para o desenvolvimento da bancada de testes, com materiais disponibilizados para a construção do projeto, foram do campus Arnoldo Schneider, onde, por meio de testes físicos, conseguiu-se fazer o levantamento de dados para inclusão no projeto. Através de uma bancada proposta em projeto de trabalho de TFC, partiu-se dessa ideia para construção da bancada.

Devido à limitação de equipamentos, delimitou-se, inicialmente, adaptar a bancada para conseguir fazer a realização de testes e conseguir controlar a regulagem no adubo, para o que a faculdade dispõe de equipamentos. A ideia principal é conseguir testar a bancada para conseguir, posteriormente, fazer a validação do protótipo na prática, ou seja, fazer o acoplamento do sistema em uma plantadeira.

O tema de pesquisa estudado é resultado de uma discussão decorrente de um problema que se tinha, a partir do qual se fazia necessário o desenvolvimento de um sistema que não podia ser de alto valor agregado. Assim, levando-se em consideração o custo, partiu-se para a criação de um protótipo totalmente novo, traçando o principal objetivo, que era conseguir fazer a regulagem e desligamento de fertilizante de forma manual e rápida assim que necessário.

### 3.2 AQUISIÇÃO DOS MATERIAIS

Após o ciclo de pesquisas é definido de que forma é feita a aquisição de materiais necessários para a bancada, optando-se por fazê-la com alguns materiais recicláveis, como ferragens que se encontram na instituição e para a parte que precisa ser adquirida. Por meio de orçamentos, seleciona-se o fornecedor que apresenta o menor custo.



9. Tampa do bocal, que evita a entrada de água no fertilizante e proporciona também a saída de fertilizante no caso de embuchamento.
10. Zona de amortecimento. Local onde o efeito de pulso gerado pelo sem-fim do sistema é eliminado e as quantidades de fertilizantes são estabelecidas em quantidades volumétricas.
11. Revestimento: componente feito em material injetado antiaderente e resistente a abrasão, que proporciona grande durabilidade ao sistema.
12. Eixo NG: material em plástico injetado antiaderente com grande durabilidade e baixo coeficiente de atrito.
13. Mantém o sem-fim posicionado no lugar adequado, permitindo a correta dosagem do fertilizante.

### 3.5 RECURSOS NECESSÁRIOS

Os recursos utilizados para a construção da bancada são os seguintes:

- material de laboratório (soldador, esmerilhadeira e compressor);
- Material de consumo (chapas, perfis metálicos etc.);
- Peças e componentes (motores, dosadores, tela LCD, interruptores, potenciômetro e bateria)
- Instrumentos de medição (trena, paquímetro e esquadro).

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a realização deste projeto com a implantação da bancada didática, foram definidos, inicialmente, alguns parâmetros.

### 4.1 PARÂMETROS DE PROJETO

A bancada de testes segue as especificações. Elas são referentes ao modelo do projeto, demonstrando os materiais e as dimensões do projeto. O Quadro 2 mostra especificações do produto:

Quadro 2 - Parâmetros de projeto

Descrição	Quantidade
Numero de motores elétricos	5 unidades
Numero de linhas	5 linhas
Rpm dos motores	75 RPM
Largura da Bancada	1,70 metros
Altura da Bancada	1,43 metros
Comprimento da Bancada	2,90 metros
Potenciometro	1 unidade
Tela	1 unidade
Monitor de RPM	1 unidade
bateria	1 unidade

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

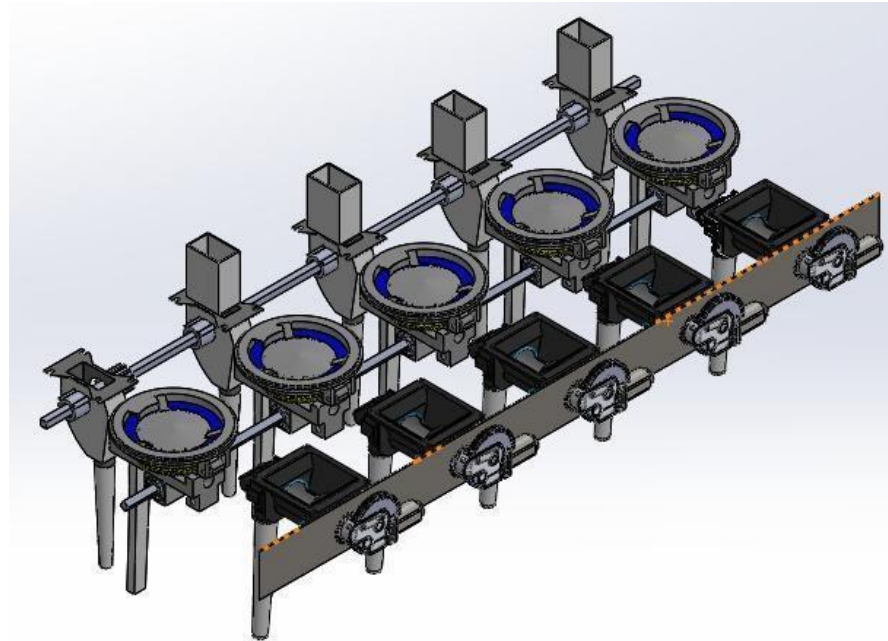
Após a coleta de dados, que está especificada acima, iniciou-se a construção da bancada de testes.

#### 4.1.1 Detalhamento de conjuntos

O projeto da bancada foi todo modelado com a ajuda do *software Solidworks*, que possibilita fazer várias alterações no produto e, através dos desenhos, conseguimos confeccionar as peças necessárias. Com a modelagem em 3D, foi possível obter imagens dos componentes da bancada.

O detalhamento dos conjuntos nos possibilita uma melhor visão do conjunto como um todo, além de permitir que se saiba quais as partes principais que constituem o projeto. Na Figura 19 temos uma visão de como realmente é a bancada na parte superior.

Figura 19 - Dosadores de adubo



**Fonte:** Os autores, 2020.

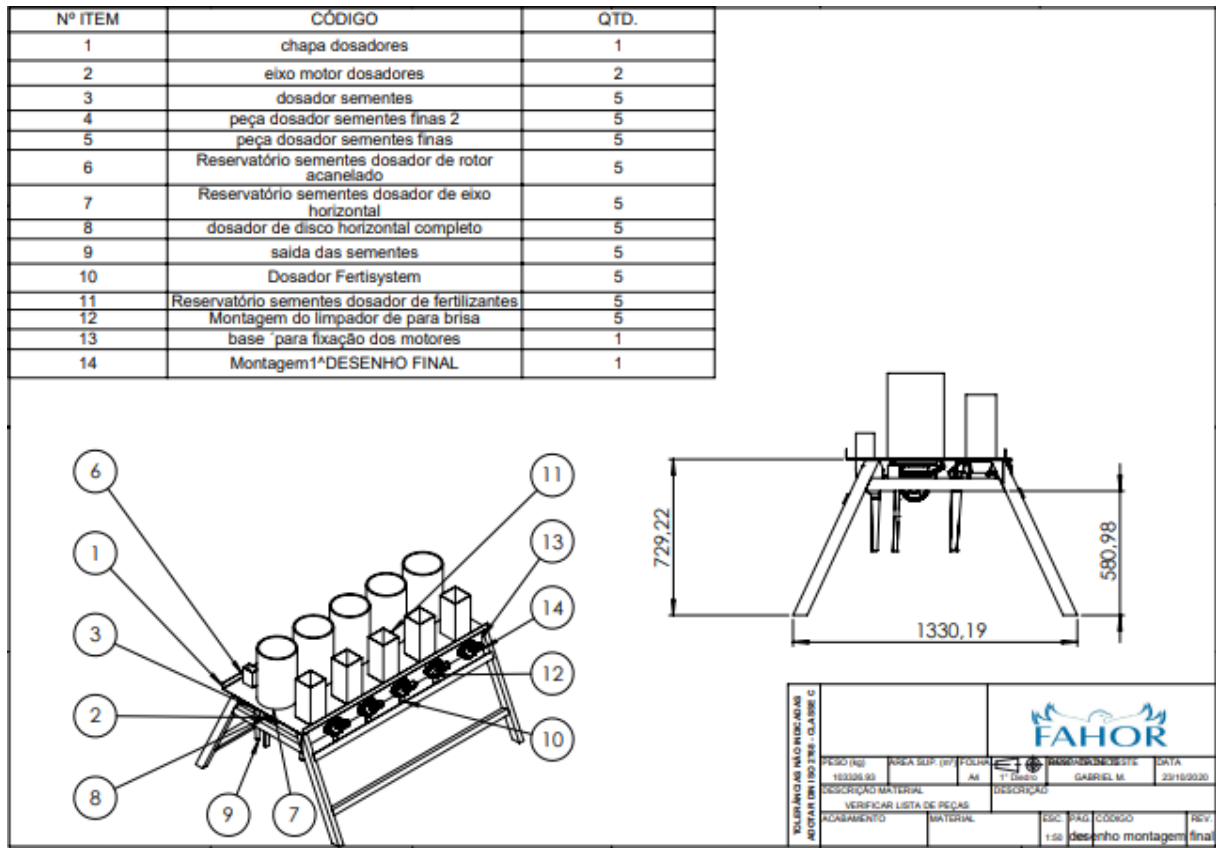
Na Figura 19 estão representados todos os dosadores utilizados na bancada, também sendo possível a visualização de suporte desses equipamentos.

#### 4.1.2 Desenhos e indicações técnicas

Especificação dos desenhos técnicos trata-se de uma etapa importante de um projeto e produto, pois a partir dos desenhos se garantiram e documentaram as dimensões geométricas do projeto. Ressaltando a importância dos desenhos detalhados para conseguir fazer a manufatura do item, seguindo o desenho detalhado, consegue-se garantir produtos de alto padrão e qualidade.

A ideia da construção da bancada contempla o desenvolvimento do projeto e, posteriormente, seu detalhamento, os quais estão representados. A Figura 20 apresenta as dimensões da parte estrutural, que faz a parte da sustentação dos dosadores.

Figura 20 - Conjunto da parte estrutural da bancada



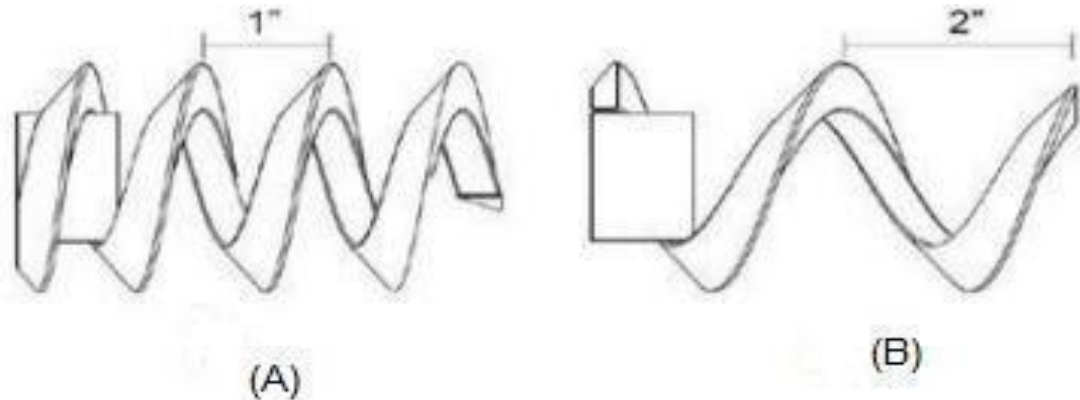
Fonte: Os autores, 2020.

Outro componente importante para o funcionamento do sistema, na Figura 20, tem-se a visualização da montagem final do motor elétrico, com a vista isométrica e a vista explodida de todo o conjunto.

#### 4.1.3 Modelos de rosca sem-fim

Analisando-se o sistema dosador Fertisystem, contata-se que uma alternativa para fazer a regulagem do fertilizante no sistema representado na Figura 21, ocorre por meio da mudança da rosca helicoidal, a qual se encontra na parte interna do componente.

Figura 21 - Comparação de diferentes passos de rosca



Fonte: Adaptado de Rynaldo, 2013.

Como explanado na Figura 21, tem-se dois tipos de roscas sem-fim. Uma de passo de 1" e outra de 2", ou seja, com passos de 1" a oscilação é menor, e, assim, necessita de uma maior rpm (rotação por minuto) para girar o sem-fim. Já no caso da rosca sem-fim com passo de 2", a rpm (rotação por minuto) requisitada será menor. Com o sem-fim de passo 2" consegue-se levar 48,57% a mais, com a metade da rotação, tendo como ponto negativo uma maior oscilação da distribuição do adubo (REYNALDO, 2013). Com isso, tem-se definido que a quantidade de adubo que cai a cada volta do sem-fim do dosador com a rosca de 1" é de 17 gramas, e com a rosca de 2" caem cerca de 35 gramas de adubo com uma granulação média. Com isso é possível realizar o seguinte cálculo:

$$35 \text{ gramas} - - - - - 100\%$$

$$17 \text{ gramas} - - - - - x\%$$

$$x = 48,57\%$$

Para tocar o sistema precisa-se de um motor elétrico e, para isso, teve-se a necessidade de encontrar a rotação de saída da rosca, para, a partir dessa informação, escolher o motor que atendesse aos requisitos. Abaixo estão destacadas as informações principais para se conseguir determinar a rotação.

Para o cálculo foram levadas em consideração a velocidade de plantio de 8km/h, a quantidade de adubo usada por hectare 250kg/h, 0,5 que é o espaçamento entre linhas de plantio, e 0,01445, que é a quantidade de adubo que cai por volta do sem-fim, como está descrito na equação (1).

$$RPM = \frac{VEL * 1000}{60} * \frac{TAXA}{D} * \frac{ESP.}{VEL VOLTA} \quad (1)$$

$$RPM = \frac{8 * 1000}{60} * \frac{250}{10000} * \frac{0,5}{0,1445}$$

$$RPM = 115,34 \text{ RPM}$$

Os motores de corrente contínua possuem ímãs permanentes, ou são motores que têm campo e armadura, mas não possuem ímãs permanentes, os quais significativamente utilizados em acionamento de cargas. Esses tipos de motores são acionados a partir de uma fonte de corrente contínua e possuem diversas aplicações.

O sistema de controle é responsável por enviar um sinal de tensão para o circuito do motor elétrico, gerando uma corrente elétrica que alimenta o motor CC, convertendo energia elétrica em energia mecânica e, conseqüentemente, fornecendo um torque motor do sistema de dosagem. O motor utilizado conforme a Figura 22 é da marca Bosch, modelo 9 390 453 042.

Figura 22 – Motor Elétrico (Corrente Contínua)

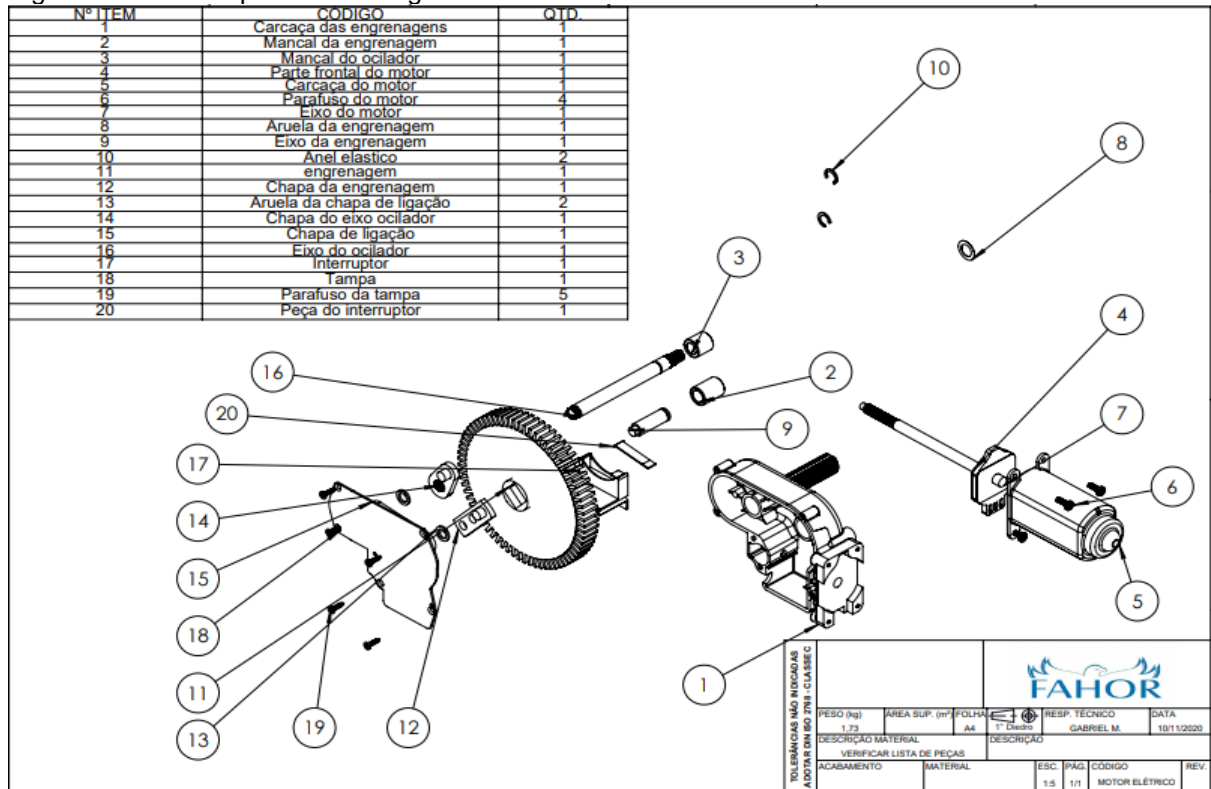
	Descrição	Valor
	Tensão	12 V
	Potência Nominal	57 W
	Rotação Nominal	75 rpm
	Corrente nominal	18 A
	Corrente máxima	50 A
	Torque Nominal	9 N/m
	Relação Transmissão	63 ; 1
	Peso	1,10 Kg

Fonte: Bosch (2005)

O motor escolhido para fazer o sistema elétrico é um motor 12 V de limpador de para-brisa de veículo, motor esse, que atende os requisitos do projeto, além de ser um motor com custo relativamente baixo.



Figura 23 - Vista explodida montagem motor elétrico Bosch.

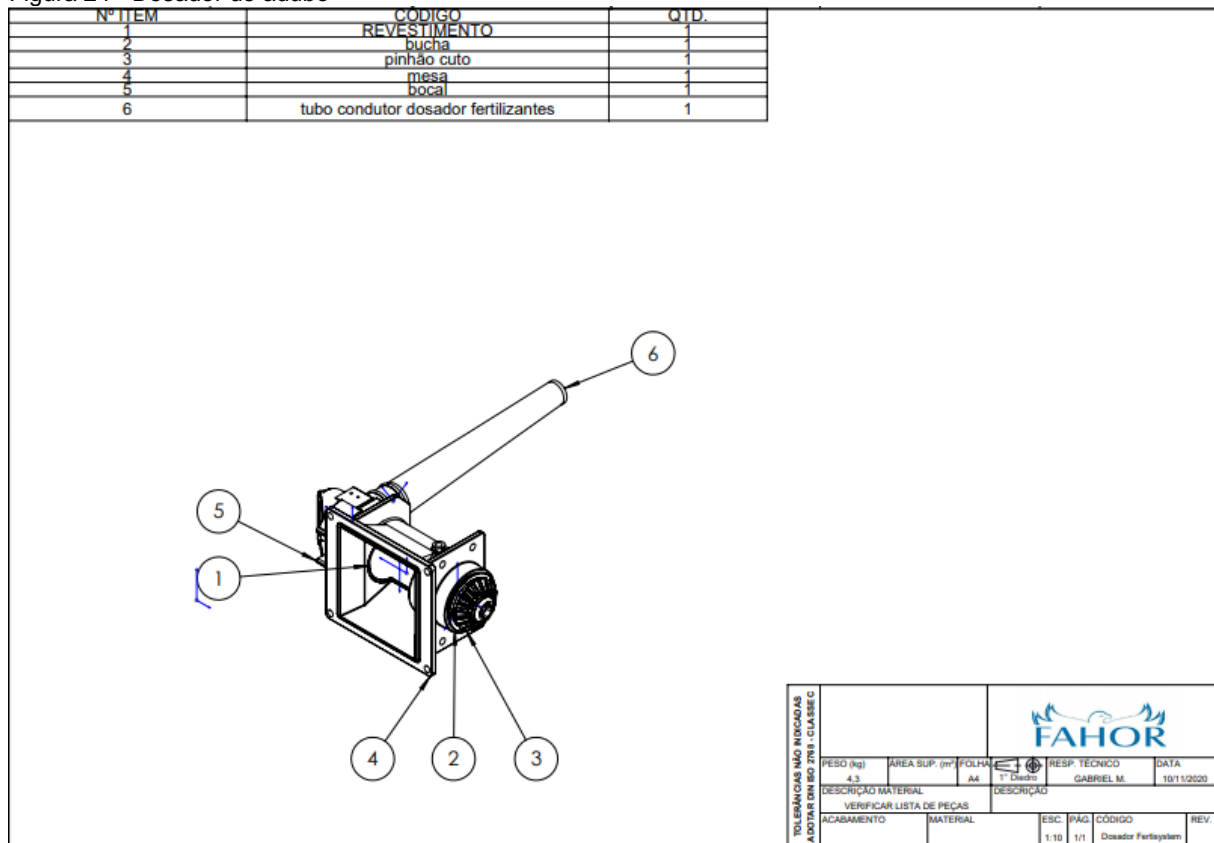


Fonte: Os autores, 2020.

Outro componente importante para o funcionamento do sistema, na Figura 23 tem-se a vista da montagem final do motor elétrico com a vista isométrica e a vista explodida de todo o conjunto.

Na Figura 24 tem-se o detalhamento do Fertisystem, que, por sua vez, é muito importante para a bancada e é responsável pela dosagem de sementes.

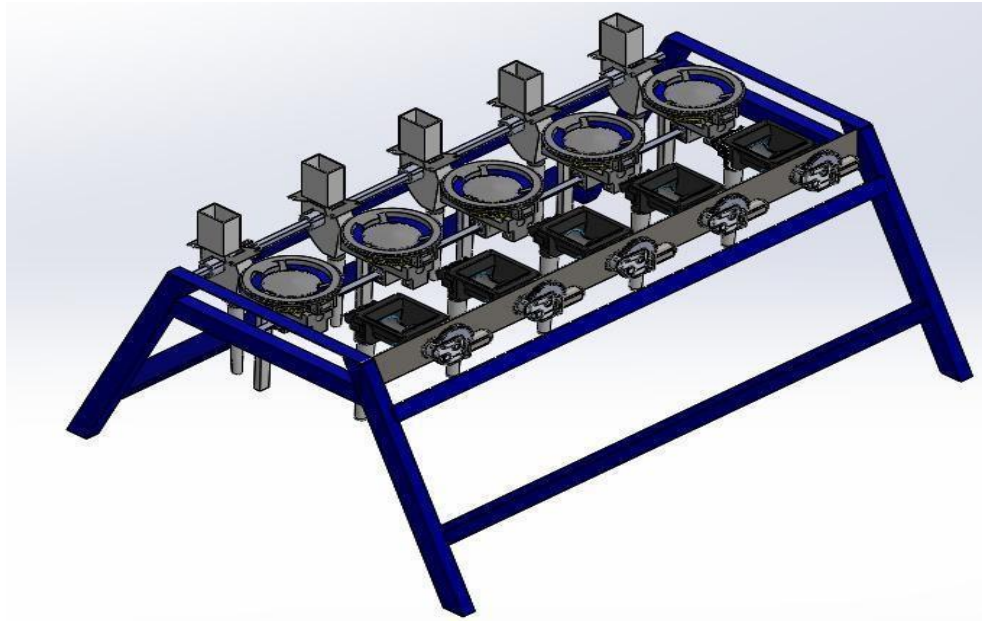
Figura 24 - Dosador de adubo



**Fonte:** Os autores, 2020.

A distribuição de adubo sólido por plantadeiras adubadeiras ocorre através de mecanismos dosadores, que possuem a função de dosar a quantidade de adubo depositada no solo. São mecanismos que devem ser robustos e com capacidade de desestruturar com facilidade as bolas de adubo ocasionadas pela umidade ou má qualidade do produto. Segue em anexo, na Figura 24, o desenho detalhado de um dosador de adubo.

Figura 25 - Elementos da bancada



Fonte: Os autores, 2020.

Na Figura 25 é demonstrada a estrutura de suporte dos dosadores completa com os dosadores de sementes de precisão os dosadores de adubo, e os dosadores de sementes de grãos finos.

#### 4.2 RELAÇÃO VELOCIDADE DE PLANTIO E TAXA DE APLICAÇÃO

Um plantio sem falhas significa máquina bem regulada, aliado à velocidade correta de plantio, que está ligada diretamente à taxa de aplicação de fertilizante, ou seja, a velocidade de plantio é fundamental para garantir a taxa de aplicação do fertilizante e da semente no solo.

Como dado de entrada do sistema mediu-se o diâmetro da roda da plantadeira para que, a partir daí se consiga o índice rpm (rotações por minuto) que exerce no sem-fim do Fertisystem. Para determinar quantas voltas a roda da plantadeira precisa girar para dar 1 rpm no eixo do dosador, fazendo o uso da equação (2), define-se:

$$P = D * \pi \quad (2)$$

$$P = 0,88 * \pi$$

$$P = 2,7646 \text{ m/rot}$$

Em que:

P = Distância para uma rotação no sem-fim (m/rot)

D = diâmetro externo do pneu (m)

Após a equação (2) resolvida, é possível calcular a rotação que ocorrerá na roda da plantadeira. Fazendo o uso da equação (3) define-se:

$$RPM = \frac{VT}{P} \quad (3)$$

$$RPM = \frac{\frac{1}{60} * 1000}{2,7646}$$

$$RPM = 6,0286 \text{ RPM}$$

Em que:

RPM= Rotações por minuto da roda da plantadeira.

VT= Velocidade de trabalho (m/min)

P = Distância para uma rotação no sem-fim (m/rot)

Após encontrados os dados nas equações anteriores e supondo que se proponha realizar uma taxa de aplicação de 89 kg/h, observando-se o Quadro 3 de regulagem que está acoplada a máquina plantadeira, diz-se que, para a taxa citada, a relação será de 0,766, considerando um espaçamento entre linhas de plantio de 45 cm.

Quadro 3 - Parte do Quadro de regulagem da plantadeira

1 POLEGADA

	40	45	50	52,5	60	70
0,681	89	79	71	68	59	51
0,740	97	86	77	74	64	55
0,766	100	89	80	76	67	57

Fonte: Os autores,2020.

Desse modo, fazendo o uso da equação (4) consegue-se saber qual é a rpm no eixo do sem-fim, levando em consideração uma velocidade de trabalho de 1 km/h.

$$RPM = RPM (RODA) * rel'' \quad (4)$$

$$RPM = 6,0286 * 0,766$$

$$RPM = 4,61839 \text{ RPM}$$

Em que:

RPM roda= 6,0286 valores do RPM na roda, encontrado anteriormente.

REL''= Relação de rotação com espaçamento de plantio.

### 4.3 COMPARATIVO VELOCIDADE X RPM

Como apresentado anteriormente, a velocidade x rpm é fundamental, pois ela é que determina a velocidade de plantio para que se tenha um plantio regular. Como explicitado no Quadro 4, consegue-se saber qual a velocidade adequada para que atenda à rotação do motor elétrico. Para determinar a rpm fez-se uso da seguinte equação (5):

$$RPM = \frac{1,6666 * VEL * ESP * TAXA}{QTR} \quad (5)$$

Em que:

RPM= Rotações por minuto no sem-fim.

VEL= velocidade de plantio (Km/h)

ESP= Espaçamento de plantio (m)

TAXA= Taxa de aplicação de fertilizante (kg/h)

QTR= Quantidade de adubo que cai por volta do sem fim (g)

Para o desenvolvimento do quadro, considerou-se a velocidade de plantio, como sendo a variável de 1 a 12 km/h o espaçamento de plantio, a taxa de aplicação de fertilizante por hectare, e tendo por definição o conhecimento de que a quantidade de adubo que cai por volta do sem-fim é de 1” (polegada), comparando com a rosca de 2” (polegadas), conseguindo visualizar bem a variação da rotação.

Quadro 4- RPM para requisitos do projeto

VEL	TAXA	ESP.	RPM
1	300,000	0,5	14,70529
2	300,000	0,5	29,41059
3	300,000	0,5	44,11588
4	300,000	0,5	58,82118
5	300,000	0,5	73,52647
6	300,000	0,5	88,23176
7	300,000	0,5	102,9371
8	300,000	0,5	117,6424

Fonte: Os autores, 2020.

Para melhor compreensão do Quadro 4, utilizando métodos matemáticos para comprovar que, se for aplicado 300 kg/h de adubo, utilizando um motor elétrico de 75 RPM de saída, conclui-se que, para essas condições, com a rosca do sem-fim com passo de 1”, consegue-se andar a uma velocidade de plantio de até 5 km/h.

Se forem mantidas as mesmas condições acima descritas, apenas alterando-se a rosca do sem-fim do Fertisystem de 1" para 2", obtém-se o resultado conforme descrito no Quadro 5.

Observa-se que, fazendo o uso da rosca de passo de 2" é possível andar a uma velocidade de trabalho de até 10km/h, e se que vai ter a distribuição correta de fertilizante no solo. Por meio do quadro apresentado acima é possível informar as variáveis que é possível identificar com precisão em qual velocidade de deslocamento, de modo a garantir a distribuição uniforme.

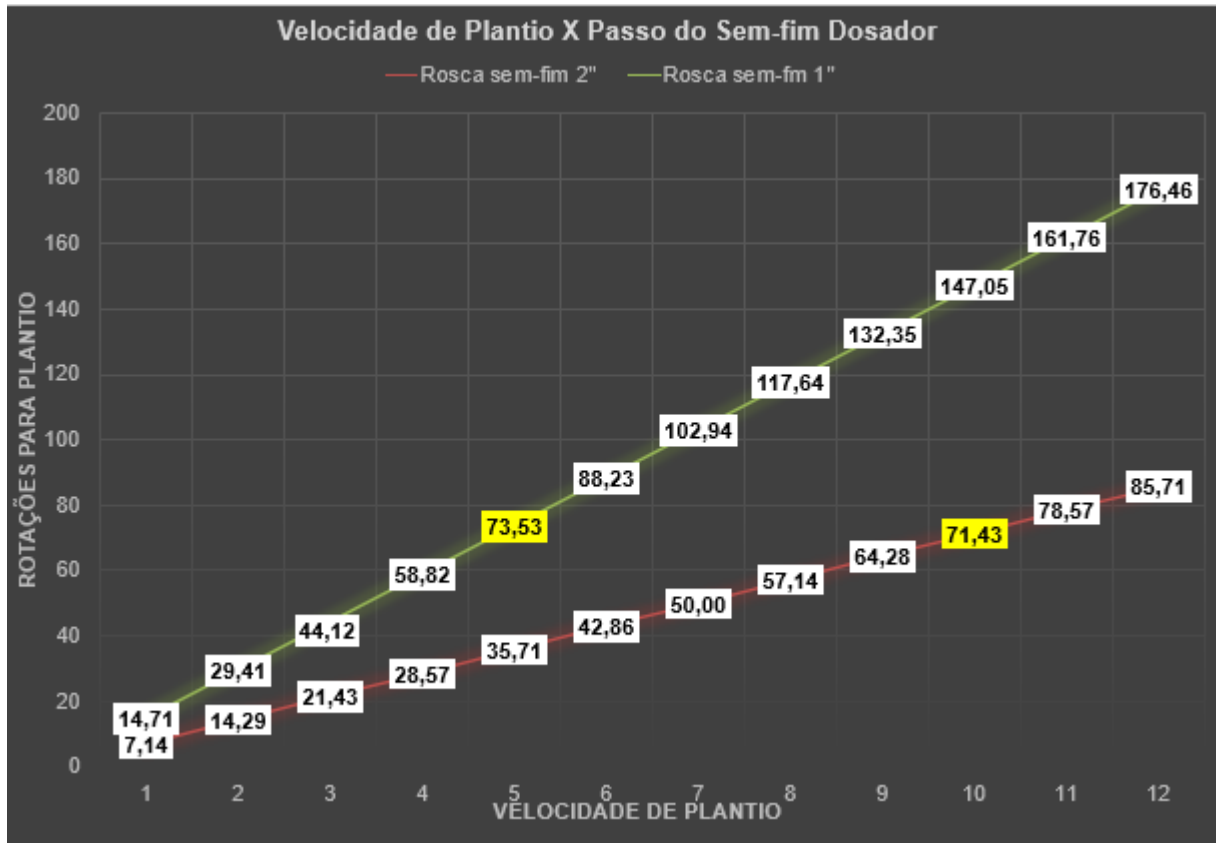
Quadro 5- Variação da velocidade com RPM de plantio

VEL	TAXA	ESP	RPM
1	300,000	0,5	7,142571
2	300,000	0,5	14,28514
3	300,000	0,5	21,42771
4	300,000	0,5	28,57029
5	300,000	0,5	35,71286
6	300,000	0,5	42,85543
7	300,000	0,5	49,998
8	300,000	0,5	57,14057
9	300,000	0,5	64,28314
10	300,000	0,5	71,42571
11	300,000	0,5	78,56829
12	300,000	0,5	85,71086

Fonte: Os autores, 2020.

Conforme mostrado no gráfico abaixo, tem-se a comparação de uma aplicação de fertilizante com rosca helicoidal de passo de 1" e outra com 2", com uma igual taxa de aplicação por hectare.

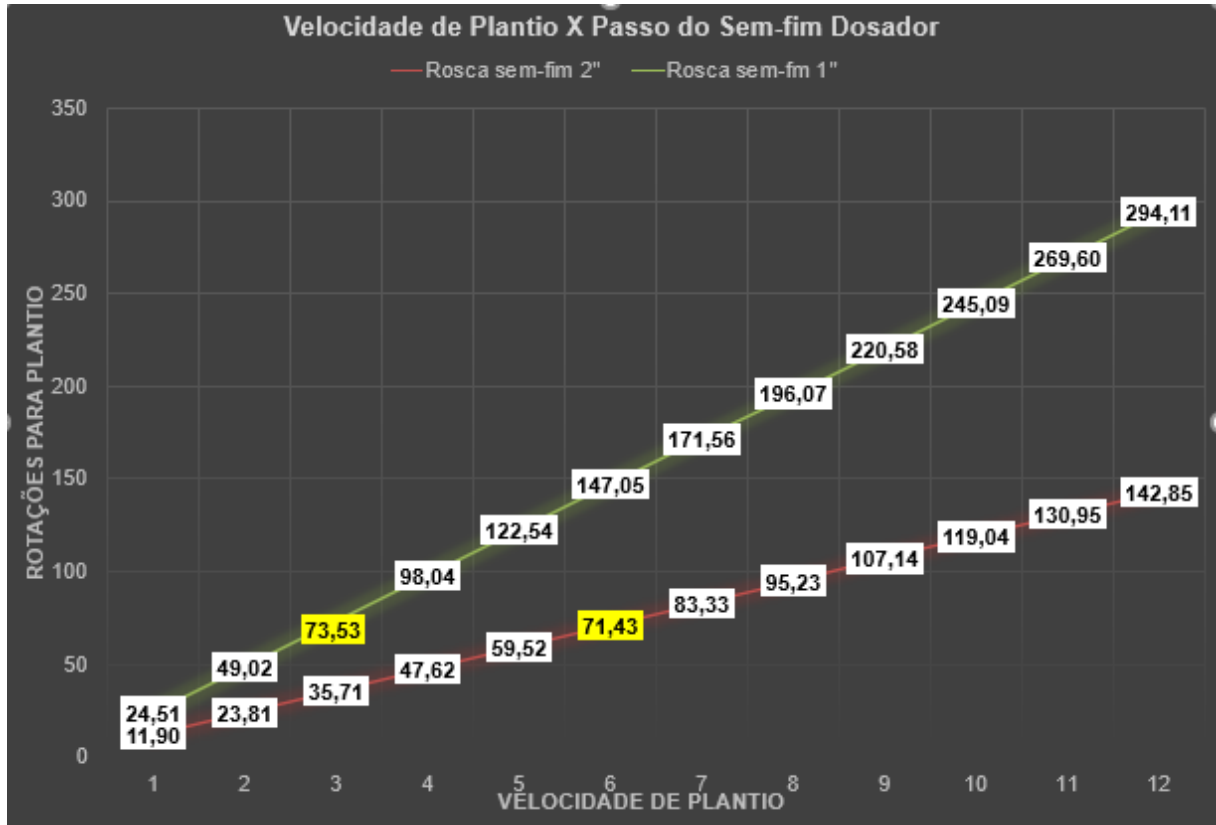
Gráfico 1- Relação velocidade de plantio x passo do dosador sem-fim



Fonte: Os autores, 2020.

Demonstrada a relação de taxa de aplicação de 300 kg/h com velocidade de plantio, para melhor demonstrar, faz-se os mesmos procedimentos de cálculos, mas agora apenas trocando a taxa de aplicação para 500 kg/h e consegue-se observar a variação da velocidade de plantio adequada para o sistema.

Gráfico 2- Relação velocidade de plantio x passo do dosador sem-fim



Fonte: Os autores, 2020.

Observa-se, no gráfico 02, que a velocidade de plantio reduz 60% com o aumento da taxa de 300 Kg/h para 500 Kg/h com a rosca de 2". Conseqüentemente, a velocidade de plantio reduz 60% com o aumento da taxa de 300 kg/h para 500 Kg/h com a rosca de 1".

Após a etapa de dimensionamento e comparativos realizados, o passo seguinte, de acordo com equação (5), nos possibilita fazer a relação entre várias variáveis:

$$RPM(\text{motor elétrico}) = RPM(\text{inicial}) * \frac{VEL(FINAL)}{VEL(INICIAL)} * \frac{\Delta TAXA(FINAL)}{\Delta TAXA(INICIAL)} * \frac{\Delta ESP}{\Delta esp} \quad (6)$$

$$RPM(\text{motor elétrico}) = 4,618 * \frac{8}{1} * \frac{500}{300} * \frac{0,5}{0,4}$$

$$RPM(\text{motor elétrico}) = 76,96 \text{ RPM}$$

Em que:

RPM inicial: Rotações de entrada

$\Delta$ Vel: Variação de velocidade de plantio

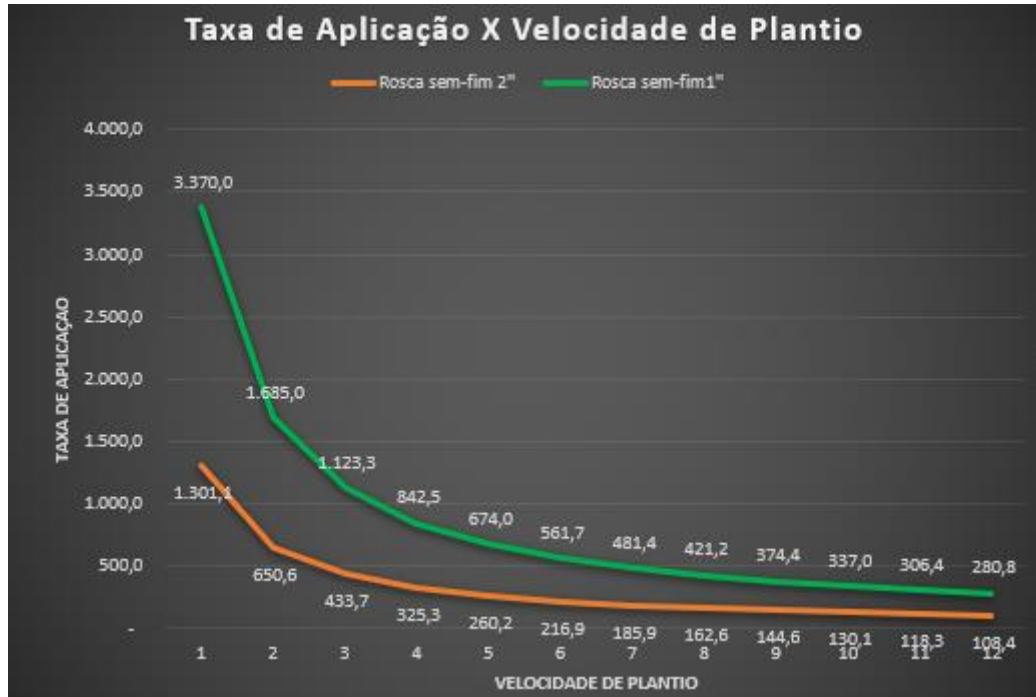
$\Delta$ Taxa: Variação da taxa de aplicação

$\Delta$ Esp. Variação do espaçamento de plantio



4.3.1 Considerando variar apenas a taxa de aplicação, mantendo a velocidade do motor constante.

Gráfico 2- Relação velocidade de plantio x passo do dosador sem-fim



Fonte: Os autores, 2020.

Contata-se por meio da leitura do gráfico que, é possível em uma situação real, pegando como exemplo uma plantadeira com 13 linhas de semeadura, fazer a distribuição de 3370 kg de adubo por hectare andando a uma velocidade de 1 km/h, e conseqüentemente quanto maior for a velocidade de plantio mais diminui a taxa de aplicação.

#### 4.4 LEVANTAMENTOS DE DADOS DE TORQUE

O levantamento de dados para fazer a escolha do motor elétrico foi feito com base em uma plantadeira, na qual foram feitos vários testes de torque no eixo do adubo, para saber realmente qual o torque necessário para girar determinada quantidade de adubo.

Em um dos testes realizados foi necessária a utilização de um torquímetro de escala 50 a 230 Ncm, o qual foi conectado no eixo que gira os dosadores de adubo da plantadeira, e em seguida foi necessário aplicar um torque de 70 Ncm para girar os dosadores sem carga, ou seja, sem adubo. Após esse teste, colocou-se uma quantia de 5 kg de adubo por dosador e girou-se novamente com o torquímetro até exercer uma força de 70 Ncm para que o eixo começasse a girar. Optou-se por esse teste porque foi usada uma ferramenta de precisão.

Outro teste que foi desenvolvido é o de enrolar 1 metro de fio de nylon ao redor do eixo que gira os dosadores, e, durante o teste em questão, na outra ponta do fio

colocou-se um peso de 7 kg e soltou-se o peso, fazendo com que o eixo girasse, também, com um peso de 7 kg. A seguir, seguem figuras dos testes realizados.

#### 4.5 PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Para fabricação da bancada de teste é necessário que existem vários passos para a fabricação, ou seja, que exista um começo, um meio e um fim. Para os mais diversos processos de fabricação, são necessárias empresas parceiras, pois necessita-se de cortes a laser, solda e dobra, além de uma esmerilhadeira, no processo de corte dos tubos metálicos.

Para fazer a união de alguns tubos metálicos que formam a estrutura da bancada, será um aparelho de solda MIG/MAG.

##### 4.5.1 Corte Laser

É um processo de corte por meio do qual os materiais metálicos de diversas espessuras são cortados dos mais vários tamanhos. O princípio do corte laser se dá pela formação de raio laser, que, quando encosta na chapa, aquece o material de tal forma que o derrete e transforma em vapor, em um processo em que toda a potência laser se concentra em um ponto com menos de meio milímetro de diâmetro.

Se nesse ponto for informado para a máquina que a condução de calor pode dissipar o raio perfura o material totalmente, deste modo a grande vantagem desse corte é que corta as mais diferentes chapas e, também, os mais diferentes tipos de material.

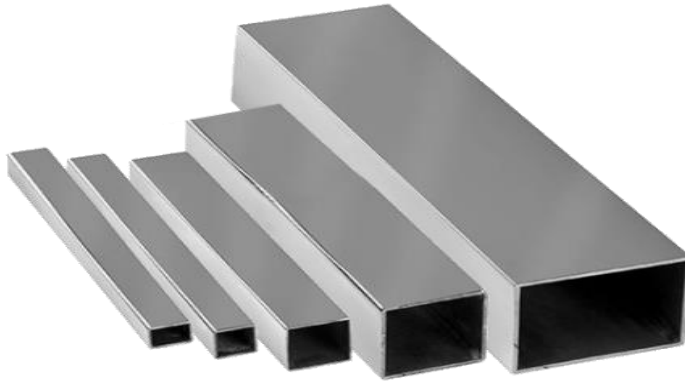
Para a construção da bancada o uso do corte Laser é de suma importância, pois com ele serão feitas perfurações na chapa onde se encaixam os dosadores de adubo, o que nos dá um corte preciso e com enorme agilidade no processo, porém gera respingos, e por isso, após o corte, é necessário fazer o uso de um desbaste para eliminá-los.

##### 4.5.2 Tubos metálicos

Os tubos são peças produzidas através de uma liga metálica não corrosiva e com alta resistência a impactos. Esses tubos nos garantem uma boa segurança e o procedimento de seu manuseio e montagem são práticos.

A parte fundamental da bancada é o apoio onde a chapa metálica vai estar apoiada. Nessa chapa serão presos os dosadores e os motores elétricos. Segue a Figura 24, que mostra os tubos metálicos.

Figura 26 - Tubos metálicos



Fonte: Metalon, 2020.

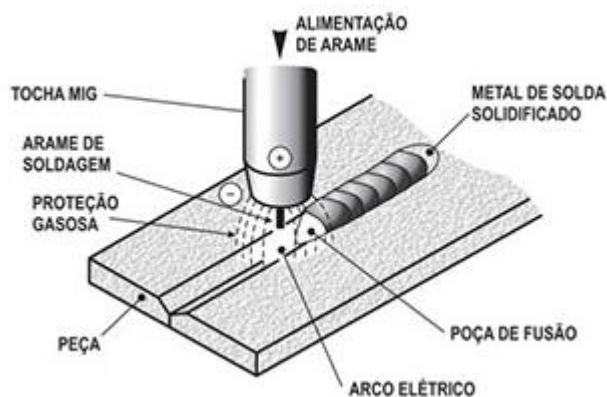
Sua forma geométrica também possibilita que os tubos retangulares sejam usados nas mais diversas necessidades. Por se ter uma gama grande de uso, o custo dele não é alto.

#### 4.5.3 Solda MIG/MAG

Hoje em dia é comum encontrarmos a solda MIG/MAG em qualquer indústria para fazer junções ou reparos em trincos e sua aplicação pode ser em alumínio, aços inoxidáveis, cobre, aços etc. O MIG, por sua vez, é um processo em que se utiliza um gás de proteção. Quando constituído de um gás inerte, sem nenhuma atividade física ou poça de fusão, os equipamentos utilizados para a realização da soldagem manual são a tocha, o motor de alimentação do arame e a fonte de energia.

O MAG acontece quando a proteção gasosa fica por conta de um gás ativo que interage com a poça de fusão. Uma característica desses processos é o fato que eles são, geralmente, utilizados com corrente elétrica contínua.

Figura 27 - Processo MIG/MAG



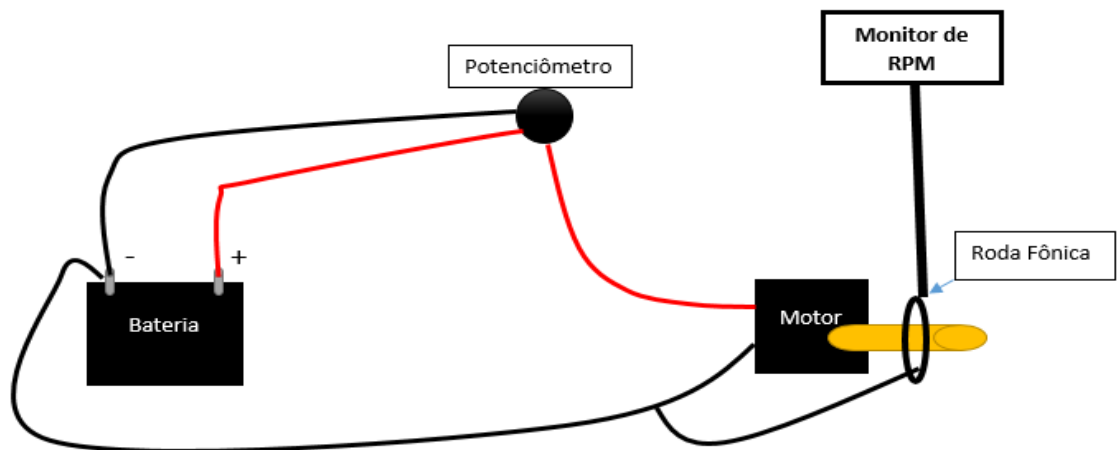
**Fonte:** Ferramentas Kenedy, 2020.

Para a realização da montagem da bancada vai ser muito importante o processo MIG/MAG, usado para fazer a união de tubos que formam o suporte principal da bancada.

#### 4.6 ESQUEMA ELÉTRICO DA BANCADA

O esquema elétrico pensado foi, de certa forma, simples, mas que funcione perfeitamente para não elevar muito os valores de produção da bancada. Os componentes utilizados para efetuar todo o funcionamento da bancada são bateria de 75A, potenciômetro, roda fônica, monitor de RPM, motor elétrico e cabos para fazer a ligação entre eles. A seguir, apresenta-se um esquema, ilustrando os componentes interligados:

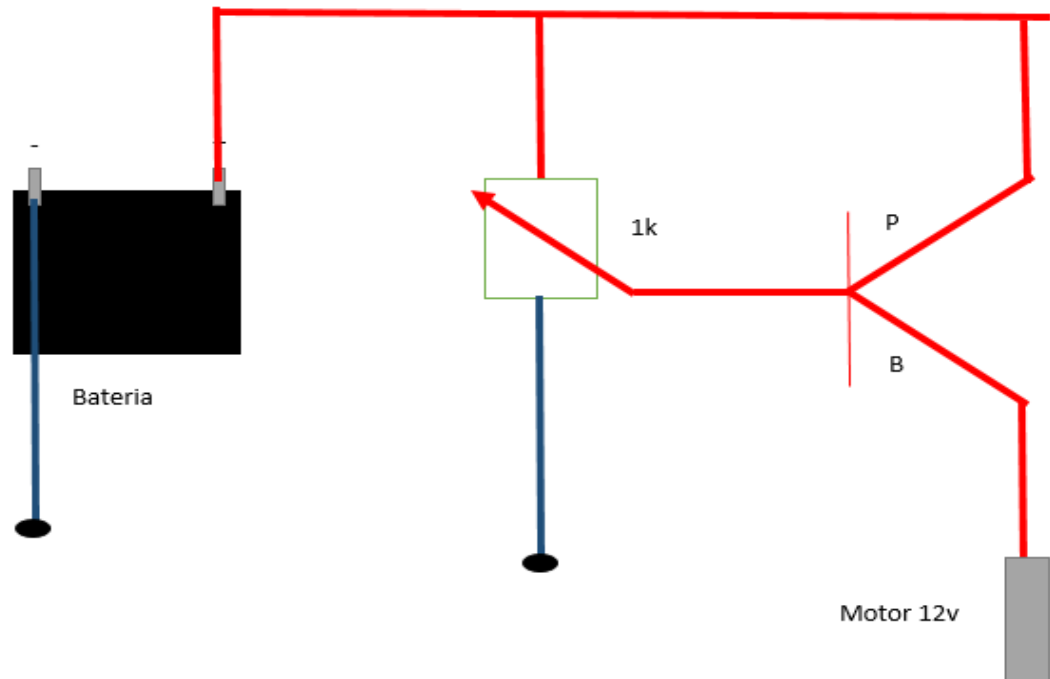
Figura 28 - Sistema elétrico



**Fonte:** Os autores,2020.

A Figura 28 é o esquema elétrico traçado do sistema elétrico que foi desenvolvido para o funcionamento da bancada.

Figura 29 - Esquema elétrico utilizado



Fonte: Os autores, 2020.

#### 4.6.1 Bateria

Uma bateria é um conjunto de células de energia cujas reações químicas criam um fluxo de elétrons em um círculo. Todas as baterias são constituídas por um ânodo (-), um cátodo (+) e algum eletrólito, que é uma substância que reage quimicamente com o ânodo e o cátodo.

A bateria é uma das partes mais importantes da bancada, pois com ela se consegue fazer os motores elétricos gerar trabalho.

#### 4.6.2 Potenciômetro

É um componente eletrônico que cria uma limitação para o fluxo da eletricidade que passa por ele, fazendo com que essas limitações possam ser ajustadas manualmente, podendo ser aumentadas ou diminuídas.

Possui três terminais e um eixo giratório, para que possa ser feita a regulagem. É muito comum o seu uso no dia a dia, por exemplo em aparelhos de som de carros, controles de videogame, controle para aumentar e diminuir o brilho de uma tela LCD, entre outros. Na Figura 30, vemos o potenciômetro:

Figura 30 - Potenciômetro



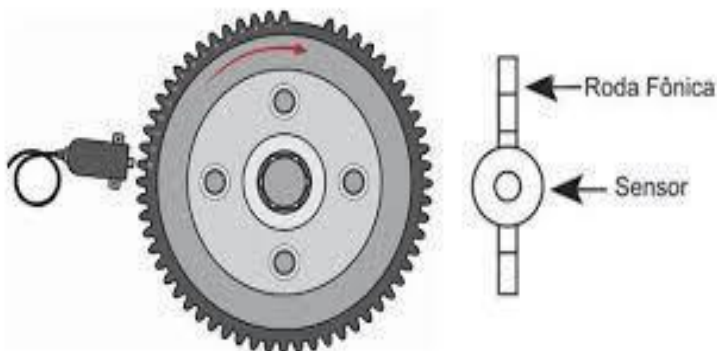
**Fonte:** Baú da eletrônica, 2020.

Resistor de três terminais onde a conexão central é deslizante e manipulável, se todos os três terminais são usados, ele atua como um divisor de tensão.

#### 4.6.3 Roda Fônica

No projeto ele será utilizado para que possa fazer a leitura de rotação do motor elétrico que vai ser passado em valores de RPM. É muito utilizado hoje nos kits de monitores de plantio para plantadeiras, onde é empregado para fazer a leitura exata da velocidade em que a plantadeira está se movendo.

Figura 31 - Roda Fônica



**Fonte:** Injepro, 2015.

É um sensor de rotação que surgiu junto com a injeção eletrônica nos motores, e possui uma base simples, chamada de transferidor.

#### 4.6.4 Monitor de RPM

Esse equipamento é responsável por verificar, em tempo real, a condição de rotação do eixo, informando-a para o operador através de uma tela composta por números. É esse aparelho que fornece os valores corretos sobre a quantidade de adubo que está caindo no solo, sendo possível, através desse dispositivo, aumentar ou diminuir a dosagem de adubação.

Figura 32 - Monitor de RPM



Fonte: Vonder, 2020.

Monitor este usado para retirar informações de rotações do eixo dosador de adubo, para início dos cálculos.

#### 4.6.5 Motores Elétricos

São máquinas destinadas a converter energia elétrica em energia mecânica. São os mais utilizados, pois combinam com a facilidade de transporte, economia, baixo custo, limpeza e simplicidade de comando, além de serem máquinas de fácil construção e fácil adaptação com qualquer tipo de carga.

O funcionamento dos motores elétricos está totalmente ligado ao eletromagnetismo, mediante o qual condutores situados num campo magnético e atravessados por corrente elétrica sofrem a ação de uma força mecânica.

Para o desenvolvimento do projeto é de fundamental importância fazer toda a parte de cálculos, a fim de fazer a escolha adequada do motor, ou seja, escolher o motor que mais se adequa ao projeto. A Figura 33 apresenta o motor a ser utilizado na bancada.

Figura 33 - Motor Elétrico (Corrente Contínua)



Fonte: BOSCH, 2005.

Com todos os elementos acima montados e funcionando conseguiu-se um bom resultado que foi através do giro do potenciômetro obter a variação das rotações dos motores, assim obtendo um resultado positivo, a figura 34 apresenta o resultado final da bancada.

Figura 34- Montagem final da bancada



Fonte: Os autores, 2020.



Utilizaram-se todos os equipamentos citados, para obter o resultado final que é o funcionamento da bancada didática fazendo a regulagem da rotação através de potenciômetro, considerando que, o sistema montado é apenas para testes e para conhecer o princípio de uma plantadeira.

## CONCLUSÃO

Este trabalho teve por principal propósito substituir o sistema mecânico de acionamento dos dosadores de adubo da plantadeira para sistema elétrico, fazendo isso de uma maneira, de certa forma, simples. Para isso, construiu-se uma bancada didática com os dosadores de adubo e todo o sistema elétrico, a qual também poderá ser utilizada para aulas práticas, para demonstrar o funcionamento de certos componentes.

A bancada é composta por dosadores de adubo, em uma disposição de 3 dosadores, um ao lado do outro, em uma distância de 50 cm, simulando uma plantadeira, que poderá ser movimentada por motores elétricos ligados a uma bateria, distribuindo, com isso, a taxa de adubo desejada pelo operador, que quer fertilizar o solo.

Nessa bancada será possível fazer o desligamento de cada linha separadamente ou, através de uma chave geral, fazer o desligamento total da plantadeira, também aumentando e diminuindo a taxa de adubo de dentro da cabine do operador, variando a rotação dos motores elétricos através de um potenciômetro.

Primeiramente, para fazer toda essa bancada, foram realizados testes práticos, a campo, em uma plantadeira, e depois buscando informações das dimensões dos dosadores de adubo e, a partir disso, dimensionando componentes restantes como chapas metálicas e tubos.

Partiu-se para a fabricação da bancada didática, composta, em boa parte, por ferros reciclados. Porém, fez-se necessária a aquisição da chapa que dá suporte aos dosadores de adubo. Para sua compra foram realizadas pesquisas de preço e, após a encomenda da chapa, os dosadores de adubo foram recebidos por doação. Todo o dimensionamento foi pensado com base nos materiais que a instituição já dispunha, a fim de diminuir o custo de fabricação e tornar a bancada viável.

O dimensionamento e a montagem da bancada didática foram de grande valia, demonstrando que ela pode ser construída para beneficiar os estudantes e professores, visto que atenderá condições que se fazem necessárias para realizar testes e entender um pouco mais sobre dosadores. Este trabalho também deixa uma grande oportunidade para ser aprimorado futuramente, por outros acadêmicos.

Em vista disso, uma sugestão para trabalhos futuros seria construir toda a parte de Arduino, ou seja, construí-la integralmente automatizada, realizando todo o processo via toque de uma tela ou, até mesmo, no aparelho celular. Também pode ser incluída toda a parte de sementes, tanto as sementes finas quanto as sementes grossas.

## REFERÊNCIAS

- AGRO LINK. **John Deere em todas as etapas produtivas.** S.l., s.d. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/noticias/john-deere-em-todas-as-etapas-produtivas\\_349862.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/john-deere-em-todas-as-etapas-produtivas_349862.html). Acesso em: 12 out. 2020.
- AUSTER TECNOLOGIA. **Entenda as tecnologias de taxa variável.** Incubadora Pulsar, Santa Maria, RS. Disponível em: <https://www.austertecnologia.com/single-post/entenda-taxa-variavel>. Acesso em: 13 nov. 2020.
- BOSH. **Motores elétricos.** Campinas, SP, 2013-2014. Disponível em: <http://vdm.com.br/v1/wp-content/uploads/2013/11/BOSCH-MOTORES-ELETRICOS.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.
- CHAVIER, L. F. Circuitar. **Programação para arduíno – primeiros passos.** Disponível em: <https://www.circuitar.com.br/tutoriais/programacao-para-arduino-primeiros-passos/>. Acesso em: 21 out. 2020.
- CONGREGA URCAMP 2018 – EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **A importância do agronegócio para a cidade.** Revista de Projetos Comunitários e Extensão – CONGREGA. Disponível em: <file:///C:/Users/Romario/Downloads/2934-8398-1-SM.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.
- DAL FORNO, A. J.; et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: integrando a abordagem Lean no projeto conceitual. **Revista Gepros.** Bauru, SP, s.v., n. 4, out-dez 2008, p. 45-58. Disponível em: <file:///C:/Users/Romario/Downloads/503-1180-1-PB.pdf>. Acesso em: 5 set. 2020.
- EMBARCADOS. **Simulação do Arduino no Proteus: Servo Motor e Displays LCD com o controlador PCD8544.** S.l, s.d., não pag. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/simulacao-do-arduino-no-proteus-servo-motor-displays-lcd/>. Acesso em: 21 out. 2020.
- FECOAGRO/RS – FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL LTDA. Porto Alegre, RS. Disponível em: <https://www.fecoagrors.com.br/>. Acesso em: 14 out. 2020.
- FERRAMENTAS KENNEDY BLOG. **Processo de soldagem Mig/Mag como funciona?** Curitiba, PR, s.d. Disponível em: <https://www.ferramentaskennedy.com.br/blog/processo-de-soldagem-mig-mag-como-funciona>. Acesso em: 4 out. 2020.
- FERTISYSTEM AGROMAC. **Manual de operação.** Edição 05/2017. Elaborado no Brasil, 2017.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Cadernos PDE - Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**. Paraná, 2013.

INJEPRO TECNOLOGIA AUTOMOTIVA. **S300 Manual de instruções**. Cascavel, PR, s.d. Disponível em: [https://www.injepro.com/wt\\_admin/uploads/Manual%20S3000.pdf](https://www.injepro.com/wt_admin/uploads/Manual%20S3000.pdf). Acesso em: 15 out. 2020.

JÚNIOR, R. C.; SIQUEIRA, R. **Máquinas para manejo de vegetações e semadura em plantio direto**. S.l..

MACHINE MOTORS. **Motor Elétrico Patinete Elétrico 1000 W 36 V**. Disponível em: <https://machinemotors.com.br/peças/patinete-eletrico/motor-eletrico-patinete-eletrico-1000w-36v.html>. Acesso em: 28 out. 2020.

MELO, J. L. G. G. **Arduíno – minicurso**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

METALON. **Tubos de aço retangular**. São Paulo, SP. Disponível em: <https://www.metalon.com.br/produto/tubos-de-aco-retangular/>. Acesso em: 05 out. 2020.

MINUSCULI, F. A.; et al. Proposição de um modelo Lean para o desenvolvimento de válvulas industriais. **Espacios**. Sl, v. 34 (3), 2013, não pag. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a13v34n03/13340310.html>. Acesso em: 10 out. 2020.

PINTEREST. **Servo motor e displays LCD (PCD 8544) – Embarcados**. Sl. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/740771838683493199/>. Acesso em: 02 nov. 2020.

QUEIROGA, V. P.; GONDIM, T. M. S.; QUEIROGA, D. A. N. Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Agro@ambiente on-line**. Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR, v.3, n. 2, p. 106-121, jul-dez 2009. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/viewFile/272/241>. Acesso em: 08 nov. 2020.

RESEARCH GATE. **Processo de procedimento de produto**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Modelo-de-Referencia-para-o-PDP-Fonte-Rozenfeld-et-al-2006-Segundo\\_fig1\\_323074805](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Modelo-de-Referencia-para-o-PDP-Fonte-Rozenfeld-et-al-2006-Segundo_fig1_323074805). Acesso em: 10 out. 2020.

SIEBEN, A.; MACHADO, C. A. Histórico e contextualização sócio-econômica e ambiental da soja (*Glycine Max*) no Brasil. **Revista Eletrônica do Curso de**

**Geografia do Campus Jataí**. Jataí, sv, n. 7, não pag., jul-dez 2006. Disponível em: <file:///C:/Users/Romario/Downloads/25917-Texto%20do%20artigo-108976-1-10-20130816.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2020.

SOUZA, E. C.; SILVA, O.R. **Construção de uma bancada para controle de nível**. Disponível em:

[http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/Elyjefferson%20Crispim%20de%20So uza.pdf](http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/Elyjefferson%20Crispim%20de%20So%20uza.pdf). Acesso em: 10 nov. 2020.

VONDER. **Tacômetro digital a laser TDV 100 VONDER**. S.l., s.d. Disponível em: [http://www.vonder.com.br/produto/tacometro\\_digital\\_a\\_laser\\_tdv\\_100\\_vonder/33992](http://www.vonder.com.br/produto/tacometro_digital_a_laser_tdv_100_vonder/33992) . Acesso em: 16 set. 2020.