



DEIVERSON FERNANDO SCHOLZ

**BANCADA SIMULADORA DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE
SEMENTES E FERTILIZANTES EM TAXAS VARIÁVEIS**

**Horizontina- RS
2016**

DEIVERSON FERNANDO SCHOLZ

**BANCADA SIMULADORA DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE
SEMENTES E FERTILIZANTES EM TAXAS VARIÁVEIS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Luis Carlos Wachholz, Mestre.

Horizontina-RS

2016

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA

CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“BANCADA SIMULADORA DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE
SEMENTES E FERTILIZANTES EM TAXAS VARIÁVEIS”**

Elaborada por:

Deiverson Fernando Scholz

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

Aprovado em: 23/11/2016
Pela Comissão Examinadora

Mestre. Luis Carlos Wachholz.
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Mestre. Adalberto Lovato.
FAHOR – Faculdade Horizontina

Especialista. Jackson Luis Bartz.
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina-RS
2016**

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista a minha querida esposa Cleonise pelos incontáveis momentos de apoio e aos meus amados filhos Bruno e Julia pelas noites que os deixei em nosso lar para buscar conhecer e orientação nos bancos escolares.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força, saúde e perseverança nos momentos de dificuldades. Agradeço a minha família por compreender a importância deste passo em minha vida. Agradeço a FAHOR e as professoras pela oportunidade que tive de absorver conhecimento e sabedoria que levarei comigo por toda a vida.

*“Não vá dormir pensando que algo é imp
Você pode ser acordado com o barulho de
realizando o que você considera impossível. ’
Henry Ford.*

RESUMO

A agricultura é um dos pilares da economia do Brasil, movimentando bilhões de dólares por ano em negócios envolvendo commodities. Mas esse sucesso da atividade agrícola deve-se em parte ao crescente nível tecnológico adotado pelos agricultores brasileiros. Tecnologia esta que aos poucos também está sendo inserida nas máquinas agrícolas responsáveis por adubar, plantar e colher nossas safras. As novas tecnologias relativas a agricultura de precisão trazem enormes ganhos de produtividade ou reduções de custos, economizando insumos necessários para implantação das culturas, mas também conferem a necessidade de pessoas qualificadas para sua operação ou manutenção. As grandes empresas fabricantes de máquinas agrícolas que utilizam algum tipo de sistema de agricultura de precisão dispõem de áreas técnicas que estão aptas a auxiliar os clientes nos momentos de dificuldades operacionais ou de manutenção. As áreas de suporte ao cliente primam pela qualidade e agilidade no atendimento aos seus clientes, pois cada minuto que uma máquina está parada a espera de reparo ela deixa de produzir, e perda de capacidade de produção gera insatisfação ao cliente. Devido á isto, o presente trabalho descreve os passos para criação e construção de uma bancada simuladora, que será utilizada por analistas de suporte ao cliente de uma empresa multinacional do setor de máquinas agrícolas para atendimentos á distância, por telefone ou por um sistema online, aos técnicos encarregados de realizar manutenções em semeadoras dotadas de sistemas de distribuição de sementes e fertilizantes em estado sólidos em taxas variáveis. Para a construção do referido simulador utilizou-se em sua maioria os componentes originais das semeadoras, mas devido aos riscos de contaminação do local de trabalho dos analistas de suporte ao cliente optou-se por substituir os componentes hidráulicos por componentes elétricos que executem a mesma função. Utilizando as informações disponibilizadas nos diagramas elétricos, manuais técnicos e outras literaturas técnicas disponibilizadas pela empresa fabricante. Todos os componentes foram conectados uns aos outros de forma a criar uma espécie de semeadora em miniatura, pois estão representados os principais componentes e as principais funções exercidas pela semeadora. Tal simulador colabora para aumentar a qualidade dos atendimentos á distância e também aumentando a velocidade de resposta dada pelos analistas de suporte ao cliente aos técnicos que estão em campo fazendo a manutenção ou calibração dos equipamentos agrícolas.

Palavras-chave: Semeadora. Suporte ao cliente. Taxa variável.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama das funções das semeadoras	20
Figura 2: Mapa de aplicação feito através do sistema de coleta de solos em pontos georeferenciados.....	26
Figura 3: Mapa de produtividade do milho na cultura anterior.....	26
Figura 4: Válvulas de controle.....	27
Figura 5: Módulos eletrônicos de controle ou controladoras	28
Figura 6: Composição interna de um motor hidráulico de engrenagens	28
Figura 7: Área de trabalho dos analistas de suporte ao produto.....	31
Figura 8: Diagrama de blocos dos principais sistemas eletroeletrônicos da semeadora	34
Figura 9: Base para montagem da bancada simuladora	35
Figura 10: Conjunto motor elétrico / redutor de velocidade	35
Figura 11: Montagem dos itens sobre a chapa de base.....	36
Figura 12: Posicionamento dos motores elétricos sobre a chapa de base.....	37
Figura 13: Montagem do conjunto motor elétrico, roda fônica e sensor.....	38
Figura 14: Posicionamento do sistema de monitoramento do movimento da semeadora no centro do suporte base.	39
Figura 15: Posicionamento dos módulos eletrônicos de controle	40
Figura 16: Montagem do sensor de altura.	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação das semeadoras.....	21
---	----

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1: Determinação da quantidade de sementes	22
Fórmula 2: Cálculo da capacidade de campo teórica	23
Fórmula 3: Cálculo da capacidade de campo efetiva	24
Fórmula 4: Cálculo da capacidade de campo operacional	25

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
1.3 OBJETIVO GERAL.....	16
1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 AGRICULTURA.....	18
2.1.1 Preparo de solo e plantio	18
2.1.2 Fertilidade do solo	19
2.2 MÁQUINAS DE PLANTIO	19
2.2.1 Funções e Classificações das máquinas para Semeadura	20
2.3 FATORES QUE AFETAM A SEMEADURA	22
2.3.1 Quantidade de sementes	22
2.3.2 Uniformidade das sementes	22
2.3.3 Uniformidade de cobertura de sementes	22
2.4 EFICIÊNCIA OPERACIONAL DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS	23
2.5 AGRICULTURA DE PRECISÃO	25
2.5.1 Aplicação de Insumos de forma localizada. Taxa variável de Fertilizantes e sementes.	27
2.6 CONTROLE DE TAXAS	27
2.6.1 Motores hidráulicos	28
2.6.2 Motores hidráulicos de engrenagens	28
3 METODOLOGIA	30
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	30
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	31
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	31
4.1 COMPONENTES DO SISTEMA	32
4.2 DESENVOLVIMENTO DA BANCADA	33
CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

Com a globalização da economia e a competitividade dos produtos agrícolas, surgiu a necessidade de se obter produções em níveis cada vez maiores, devido a isto, as atividades agrícolas devem buscar novas técnicas de produção e novos métodos para obter uma maior eficiência e maior controle sobre os resultados obtidos. No Brasil este fenômeno também ocorreu e está ocorrendo cada vez mais no sentido de aumentar a produção e diminuir os custos da propriedade ou da produção. Uma importante ferramenta utilizada neste processo é a agricultura de precisão (FILHO, 2011).

Justamente no sentido de melhoria no processo de semeadura e redução de custos de insumos no momento do plantio que surgiram as semeadoras-adubadoras com sistemas de distribuição de sementes e fertilizantes com taxas variáveis. Tais dispositivos são basicamente compostos por um sistema eletroeletrônico que controla a rotação de um motor hidráulico com o auxílio de válvulas e sensores (MOLIN, 2011).

Toda esta tecnologia embarcada e relacionada às máquinas destinadas a realizar a semeadura exige um grande conhecimento técnico dos profissionais de manutenção encarregados de realizar as intervenções necessárias no sistema, como calibrações e/ou manutenções. Os grandes fabricantes de equipamentos agrícolas dispõem de áreas técnicas, conhecidas como áreas de suporte ao produto, ou suporte ao cliente, compostas por profissionais, normalmente chamados de analistas, aptos a auxiliar os responsáveis pelas manutenções quando eles necessitam de apoio na área técnica. Os treinamentos do analista bem como os materiais de apoio disponíveis para consulta nas áreas de suporte ao cliente são de fundamental importância para que todo o processo de atendimento seja produtivo e eficaz em dirimir dúvidas e pôr a semeadora em funcionamento novamente no menor tempo possível.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O Profissional que trabalha com suporte ao produto, ou suporte ao cliente está constantemente em contato com os técnicos de manutenção da rede de concessionárias, que relatam suas dúvidas e as dificuldades encontradas no dia-a-dia.

O Analista de suporte ao cliente presta auxílio a distância, sendo que deve utilizar seu conhecimento sobre o produto, manuais técnicos, apostilas e outros recursos principalmente na forma escrita para criar mentalmente um modelo da plantadora ou do subconjunto afetada para identificar a causa raiz da falha ocorrida. Esta dificuldade de visualizar os componentes afetados, ou saber o que os procedimentos adotados podem resultar é a principal dificuldade enfrentada pelos Analistas. Então surge a questão, como será possível melhorar estes atendimentos? Como poderemos colaborar com os especialistas de suporte ao cliente para que eles tenham a possibilidade de agregar conhecimento e experiência prática e consigam transmitir isso aos técnicos que estão em campo?

1.2 JUSTIFICATIVA

Para que os analistas de suporte tenham um conhecimento adequado das plantadoras e seus sistemas, aos quais devem prestar suporte técnico, os mesmos devem ter contato com tais produtos, o que às vezes fica prejudicado devido ao número de atendimentos que devem realizar ser grande, e não disporem de tempo livre para irem até um local que ofereça a infraestrutura necessária para que possam realizar treinamento práticos.

O sistema de maior complexidade em uma semeadora é o sistema eletroeletrônico de distribuição em taxas variáveis de fertilizantes sólidos e sementes. Uma espécie de simulador contendo os principais componentes do sistema de distribuição em taxas variáveis de fertilizante e sementes pode facilitar este contato dos analistas com os componentes das semeadoras e facilitar o atendimento aos técnicos de manutenção pois os analistas podem simular dentro do escritório o que o técnico está visualizando no campo e acompanhar passo a passo a recomendação dada.

A melhora da qualidade do atendimento aos técnicos de manutenção que estão lá no campo, e a diminuição do tempo de resposta dada pela fábrica impactarão diretamente na diminuição do tempo em que a máquina do cliente ficará parada, melhorando assim a eficiência operacional da frota, o que é positivo para o cliente.

1.3 OBJETIVO GERAL

Criar uma bancada que possa ser montada ou armazenada dentro do escritório na área de suporte ao produto e que possa ser facilmente acessada pelos analistas de suporte ao produto no momento que os mesmos tiverem dúvidas. Melhorando a qualidade geral dos atendimentos realizados, bem como a diminuição do tempo de resposta fazendo com que todo o processo de manutenção dos equipamentos dos clientes diminua, aumentando assim a disponibilidade e a produtividade das máquinas de semeadura.

1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Permitir a visualização em tempo real das mesmas telas que o técnico de manutenção está configurando em campo.
- Criar um sistema que permitirá a reprogramação ou atualização de softwares das controladoras.
- Detecção de problemas.
- Criar um sistema para treinamentos de outros analistas de suporte ao cliente.
- Proporcionar aprendizado sobre o sistema eletroeletrônico das semeadoras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 AGRICULTURA

Agricultura é o termo utilizado para representar o trabalho e as técnicas durante o cultivo de plantas nos campos, implica na transformação do meio ambiente para satisfazer as necessidades do homem.

Conforme as Projeções do Agronegócio apresentadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2013), o Brasil é considerado um dos principais fornecedores de alimentos e matérias primas para o mundo. O país possui entre 12 e 18% da água doce do planeta, ampla área para a produção, insolação e chuvas regulares na maioria das regiões.

A revista Globo Rural (2015) apresentou que a renda bruta da agricultura brasileira deve ter um crescimento de 1,5% em 2015, atingindo um valor de 286,4 bilhões de reais, segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Conforme a revista, a projeção do Ministério da Agricultura é que até 2030, um terço dos produtos agrícolas comercializados mundialmente seja produzido no Brasil.

O crescimento da produção de grãos faz com que as indústrias de máquinas e implementos agrícolas busquem se desenvolver constantemente no Brasil, principalmente as questões de melhor rendimento e maior qualidade, sem deixar de lado a questão de redução de valor para a venda.

2.1.1 Preparo de solo e plantio

Mialhe (2012) enfatiza que plantio é a designação dada a uma operação realizada com o intuito de colocar, de modo cuidadoso, ao solo: sementes; órgãos de propagação vegetativa os mudas. Quando a propagação se dá por sementes este processo chamasse de semeadura.

Segundo Bissani (2012) os principais componentes dos sistemas de cultivo são o preparo do solo e o plantio.

Existem dois tipos de preparo do solo para receber as sementes:

- Em toda a superfície do terreno
- De forma localizada

Quando o plantio é feito em um terreno que toda a superfície foi pré-preparada, chama-se plantio convencional, ao passo que um plantio realizado em um terreno com preparação de solo localizado, chama-se plantio direto. (MIALHE, 2012).

Uma nova tendência vem se aprimorando desde a década de 1980, que é a de redução tanto na intensidade de mobilização de solo, bem como da área mobilizada por unidade de superfície cultivada, a este novo sistema chama-se de cultivo conservacionista.

O sistema conservacionista, proposto por Conservation Technology Information Center de West Lafayette ainda têm 3 sub-divisões (MOLIN, 1996, apud MIALHE, 2012, pg 42.)

- Plantio direto
- Plantio em camaleões
- Plantio em cobertura morta

2.1.2 Fertilidade do solo

Um solo fértil é aquele que tem a capacidade de suprir para as plantas os nutrientes essenciais nas quantidades e proporções adequadas para o seu desenvolvimento, visando a obter altas produtividades (BISSANI, et al, 2004).

Segundo Bissani et al (2004), os solos brasileiros são em geral muito intemperizados e, conseqüentemente ácidos e de baixa fertilidade. Sendo principalmente deficientes em fósforo e precisam de um tratamento para corrigir a acidez para permitirem o crescimento adequado das plantas.

2.2 MÁQUINAS DE PLANTIO

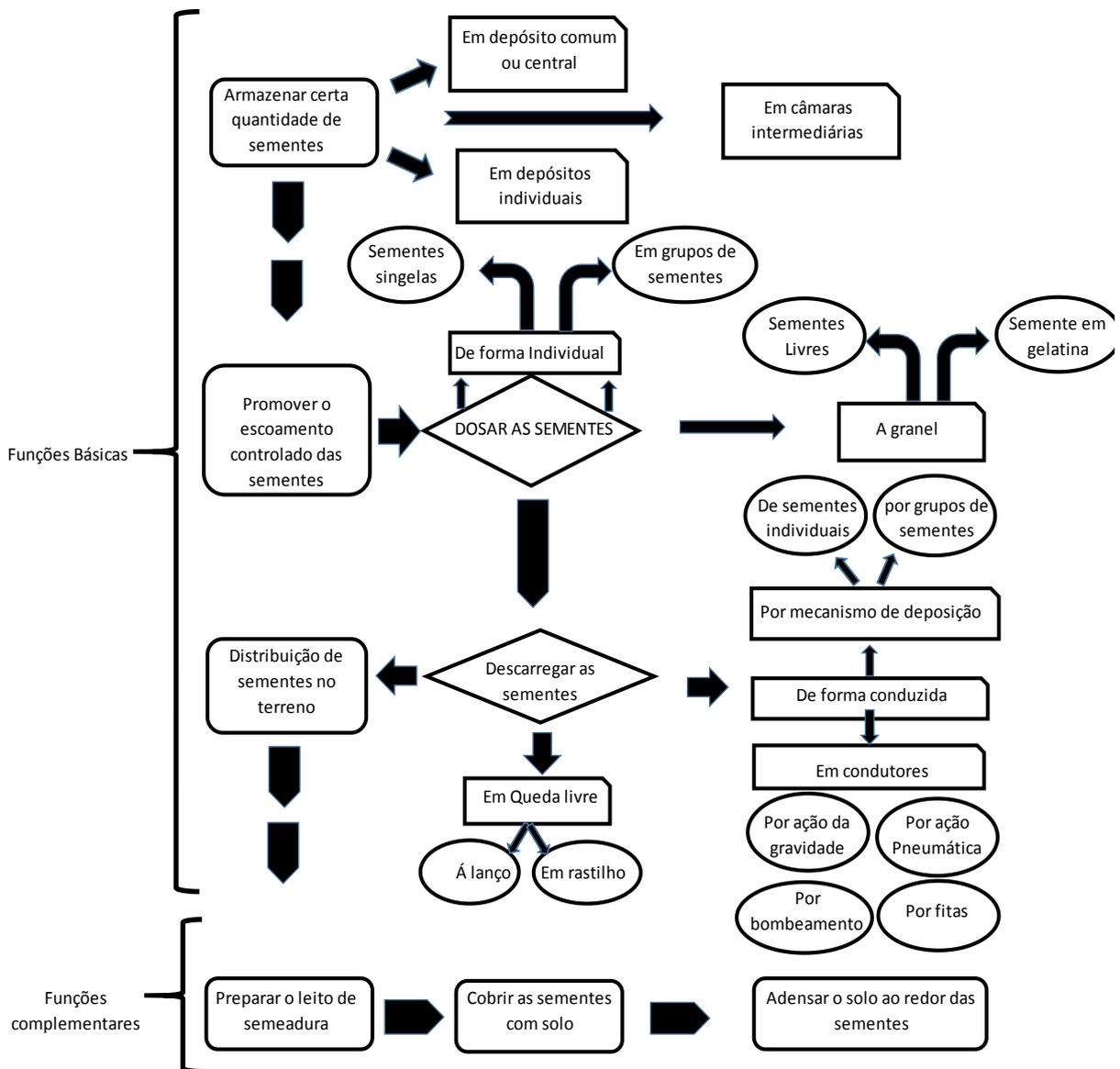
A semeadura foi uma das primeiras operações agrícolas a serem mecanizadas, mas os primeiros utensílios a serem desenvolvidos eram manuais e ainda hoje são utilizados em pequenas áreas de cultivo.

Segundo Mialhe (2012), os primeiros dispositivos para lançamento de sementes ao solo surgiram a partir do século XV e os principais avanços nas técnicas de plantio deram-se nos EUA.

2.2.1 Funções e Classificações das máquinas para Semeadura

As máquinas destinadas a realizar a distribuição de sementes no solo, ou máquinas semeadoras, têm algumas funções primordiais a serem realizadas e outras funções que se realizadas colaboram para aumentar a qualidade do plantio realizado. Tais funções são classificadas por Mialhe (2012) como básicas e complementares. Conforme mostrado na Figura 1.

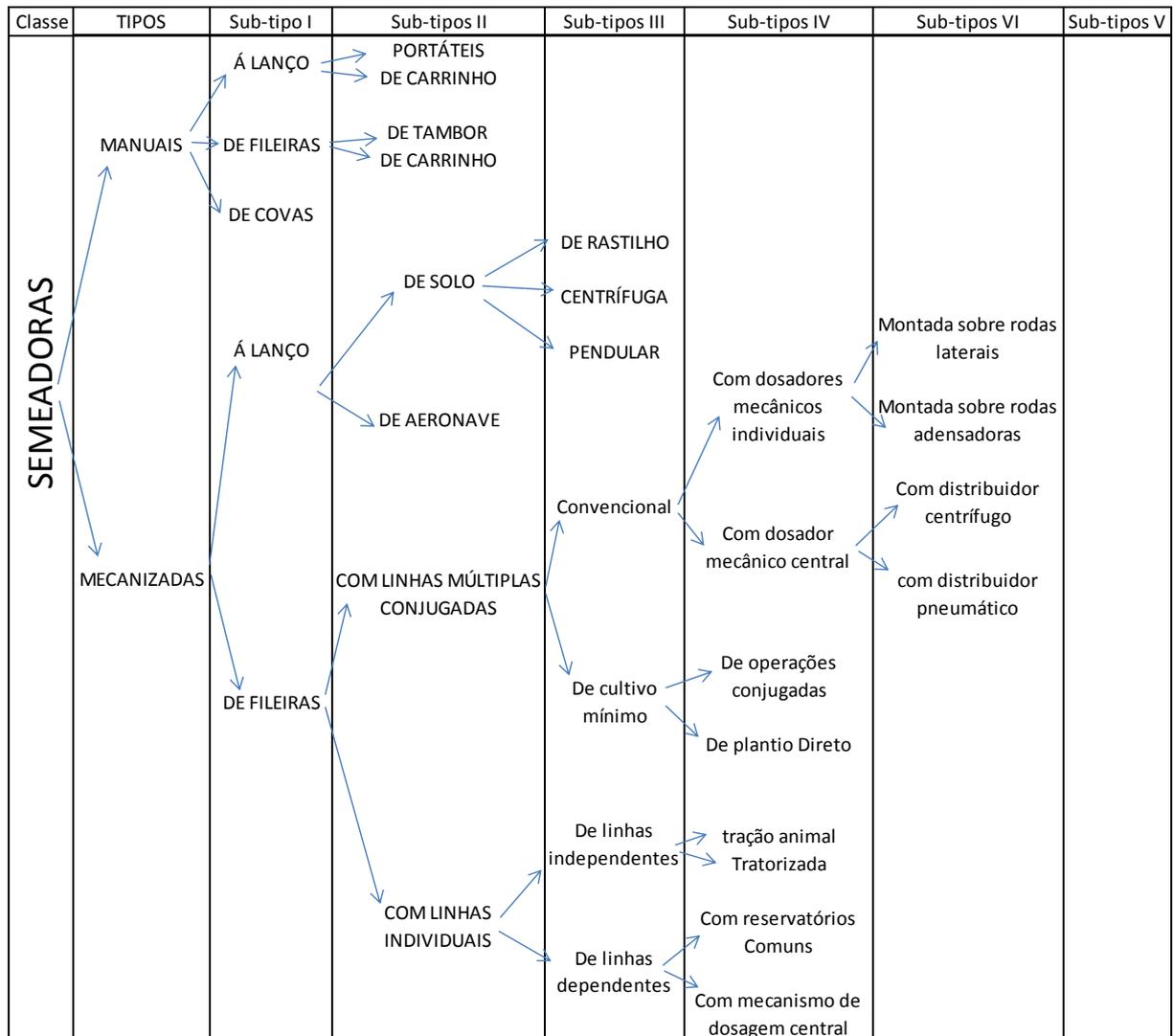
Figura 1: Diagrama das funções das semeadoras



Fonte: Adaptado de Mialhe, 2012, p.77.

De acordo com Mialhe (2012) uma das funções básicas a serem realizadas pelas máquinas destinadas a realizarem a semeadura é a distribuição de sementes no solo de forma controlada, mas a classificação das semeadoras é bem mais ampla, não levando em conta somente o mecanismo de distribuição de sementes, e sim todo o conjunto de estruturas e dispositivos presentes nestas máquinas, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1: Classificação das semeadoras



Fonte: Adaptado de Mialhe, 2012, p.84.

Filho (2001), ainda cita a classe das semeadoras adubadoras, que além de dosar e distribuir as sementes realiza os mesmos processos com o fertilizante a ser utilizado pela cultura.

2.3 FATORES QUE AFETAM A SEMEADURA

Segundo Filho (2001), São vários os fatores que afetam a semeadura, mas os 3 principais são:

- Quantidade de sementes
- Uniformidade das sementes
- Uniformidade de cobertura de sementes

2.3.1 Quantidade de sementes

A quantidade de sementes a ser distribuída em uma área pré-determinada é considerada a característica básica para a implantação de uma cultura. A quantidade de sementes sofre influência de vários fatores como a fertilidade do solo, umidade disponível no solo, tratos culturais, controle de ervas daninhas e método de colheita, entre outros. A quantidade de sementes pode ser definida de acordo com a Fórmula 1 (FILHO, 2001).

Fórmula 1: Determinação da quantidade de sementes

$$n_sementes / \text{área} = \frac{\text{número_plantas_recomendadas} / \text{área}}{\% \text{ germinação} * \% \text{ sobrevivência} * \% \text{ pureza}}$$

Fonte: Filho, 2001. p.73.

2.3.2 Uniformidade das sementes

De acordo com Filho (2001) a uniformidade das sementes interfere intensamente na qualidade de distribuição das sementes, pois as sementes devem dispor de características físicas, como forma geométrica e peso semelhante para possam ser preparadas, segregadas e manuseadas pelo sistema de distribuição.

2.3.3 Uniformidade de deposição e cobertura de sementes

Segundo Filho (2001) para que ocorra uma correta e homogênea emergência das plântulas, deve haver uma uniformidade de cobertura das sementes depositadas no solo. Para que tal processo ocorra de forma razoável, existem dois fatores importantes, um relativo

ao solo, como umidade do solo e tipo de preparo de solo e o outro relativo à semeadora, como: tipo de mecanismo cobridor e tipo de mecanismo dosador.

Mialhe (2012) escreve que a correta deposição das sementes no solo tem uma forte ligação com o sistema complementar de preparo do leito de semeadura. Quando a descarga das sementes é feita em queda livre, não é a própria semeadora que normalmente realiza as funções complementares de semeadora. Para semeadora dotadas de sistema de descarga de forma conduzida, as funções complementares de preparo do leito de semeadura, cobertura de sementes e também o adensamento do solo ao redor das mesmas deve ser realizado pela semeadora.

2.4 EFICIÊNCIA OPERACIONAL DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Segundo Milan [s.d.], determinar a eficiência operacional de máquinas agrícolas é um ponto importante para a determinação do tamanho da frota de máquinas e também realizar a programação do período de trabalho, como colheita ou plantio.

Segundo Amorin (2015) determinar a capacidade de campo efetiva e a capacidade operacional são fatores importantes para um aperfeiçoamento do processo de plantio, com oportunidades de redução do número de conjuntos de plantio, trator e semeadora, através do da maior área plantada em um período de tempo igual.

Amorin, et al. (2015) cita que no processo de semeadura mecanizada, a eficiência operacional está, em grande parte, relacionada ao conjunto trator-semeadora, mas sofre alterações operacionais em função de diferentes fatores,

- Velocidade de deslocamento
- Processo de preparo do solo

Para o cálculo de capacidade de campo teórica é basicamente a capacidade que a máquina deveria ter em campo, caso não tivesse perdas. Calculada conforme a Fórmula 2:

Fórmula 2: Capacidade de campo teórica.

$$CCt = LTt \times Vt$$

Fonte: Milan [s.d.], p.10.

Sendo:

CCT: Capacidade de campo teórica

LTt: Largura de trabalho teórica

Vt: Velocidade de trabalho teórica

Mas durante a jornada de trabalho do conjunto trator-semeadora ocorrem perdas que reduzem a capacidade operacional do conjunto, estas perdas podem ocorrer devido a não utilização de toda a largura de trabalho da semeadora, paradas para abastecimento, redução de velocidade de trabalho em manobras entre outros fatores. Devido a isso deve-se calcular a capacidade de campo efetiva, utilizando a Fórmula 3. (MILAN [s.d.]

Fórmula 3: Capacidade de campo efetiva

$$CCe = \frac{At}{Tp}$$

FONTE: Milan [s.d.], p.10.

Sendo:

CCe= Capacidade de campo efetiva

At= área total trabalhada

Tp=Tempo de produção

Milan [s.d.] explica que a soma dos tempos de preparação da máquina, que é o tempo gasto com ajustes e regulagens do conjunto trator-semeadora, o tempo de produção, que é o tempo que a máquina realmente está em trabalho e o tempo de interrupção, tempo este destinado a reabastecimentos, manutenções e manobras, somados geram o índice chamado de tempo máquina. O tempo máquina é utilizado para o cálculo de capacidade de campo operacional. A capacidade de campo operacional é o indicador mais preciso da disponibilidade da máquina em campo e é calculada pela Fórmula 4.

Fórmula 4: Capacidade de campo operacional.

$$CCo = \frac{At}{Tm}$$

Fonte: Milan [s.d.], p.11.

Sendo:

CCo: Capacidade de campo operacional

At: Área trabalhada

Tm: Tempo máquina

Um conjunto trator-semeadora possui uma eficiência operacional por volta de 65%, ou seja, se a relação entre a capacidade de campo teórica e a capacidade de campo efetiva for maior que 0,75 o conjunto trator-semeadora está tendo um bom aproveitamento, e para que este índice seja atendido, redução de tempo de manutenções e facilidade de ajustes devem ser buscados. (MILAN [s.d.]

2.5 AGRICULTURA DE PRECISÃO

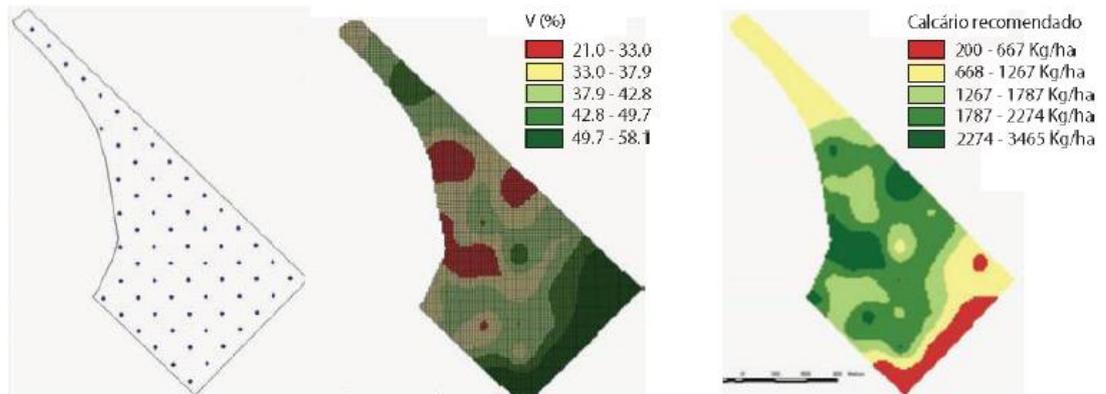
A agricultura de precisão é um sistema de gerenciamento agrícola que se baseia na variação de propriedades químico-físicas do solo e também variações das plantas encontradas nas lavouras. A aplicação dos métodos de agricultura de precisão visa à otimização do lucro, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.

Segundo Molin (2011) a agricultura de precisão possui várias formas de abordagem, mas o objetivo é o mesmo: utilizar métodos e técnicas para corrigir os problemas de desuniformidades das áreas de cultivo e quando for possível ainda tirar proveito destas desuniformidades.

Hoje no Brasil as principais soluções oferecidas para agricultura de precisão estão voltadas para a aplicação de fertilizantes e corretivos em taxas variáveis, mas também estão disponíveis no mercado nacional, semeadoras-adubadoras que fazem a distribuição de sementes e fertilizantes utilizando o mesmo princípio de taxas variáveis. (MOLIN, 2011).

Molin (2011) cita que existem basicamente duas estratégias que podem ser adotadas para a aplicação de taxas variáveis em lavouras. A mais simples delas se relaciona com a fertilidade do solo e o gerenciamento de sua correção e adubação (Figura 2). Esta estratégia é amplamente usada e na maioria dos casos é a porta de entrada de muitos usuários da agricultura de precisão, principalmente pela agilidade que ela oferece ao produtor rural, pois desde a coleta das amostras de solo até a geração dos mapas de aplicação não se passam normalmente mais que 15 dias.

Figura 2: Mapa de aplicação feito através do sistema de coleta de solos em pontos georeferenciados.

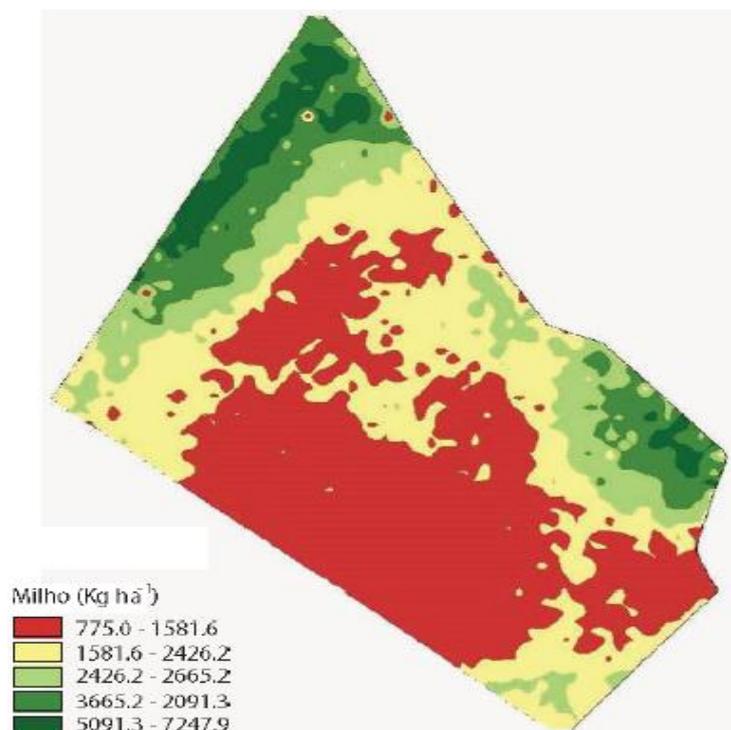


Fonte: Molin ,2011, p.16.

A segunda estratégia é baseada nas plantas e leva em consideração a produtividade das culturas anteriores para que se faça a reposição dos principais nutrientes extraídos. O mapa de produtividade (Figura 3) de cultura anterior servirá como base para o mapa de aplicação de fertilizantes para a próxima cultura (MOLIN, 2011).

Esta forma de geração de mapas para aplicação de fertilizantes demanda mais tempo para a construção de uma base de dados consistente se comparada com a técnica de coleta de solos, mas é proporcionalmente mais assertiva e traz melhores resultados em termos de produtividade (MOLIN, 2011).

Figura 3: Mapa de produtividade do milho na cultura anterior



Fonte: Molin, 2011, p.14.

2.5.1 Aplicação de Insumos de forma localizada. Taxa variável de Fertilizantes e sementes.

As operações agrícolas destinadas a aplicação de fertilizantes e distribuição de sementes possuem grandes diferenças entre si e dependem das características físicas do produto a ser dosado.

Para que uma máquina seja capaz de fazer a aplicação de produtos em taxas variáveis ela deve ser dotada de um controlador externo para seu mecanismo dosador. Este controle se dá por meio de um motor, normalmente de acionamento hidráulico com comando da vazão de óleo por conta de uma válvula de controle eletrônico (MOLIN, 2011).

As controladoras possuem um CPU e apresentam ou não uma tela que mostra o percurso da máquina em campo e a aplicação já realizada. O software que faz todo o gerenciamento das controladoras necessita das informações de dosagens e coordenadas, resumidamente um arquivo de 3 colunas: Latitude; longitude e dosagem a ser aplicada.

Molin (2011) destaca que as principais máquinas para aplicação de fertilizantes e corretivos sólidos são as aplicadoras à lanço, mas no caso de semeadoras-adubadoras todo o processo geralmente é feito em linha.

2.6 CONTROLE DE TAXAS

Conforme Molin (2011) destaca, O sistema responsável pelo controle de todo o sistema de dosagem e distribuição dos insumos agrícolas são formados por vários componentes, sendo que o motor, normalmente hidráulico, o sistema de válvulas eletro-hidráulicas (Figura 4), do tipo PWM, Pulse Wide Module, e o controlador digital (Figura 5) que as gerenciam são os principais.

Figura 4: Válvulas de controle



Fonte: Hydac (2016).

Figura 5: Módulos eletrônicos de controle ou controladoras



Fonte: Hydac (2016).

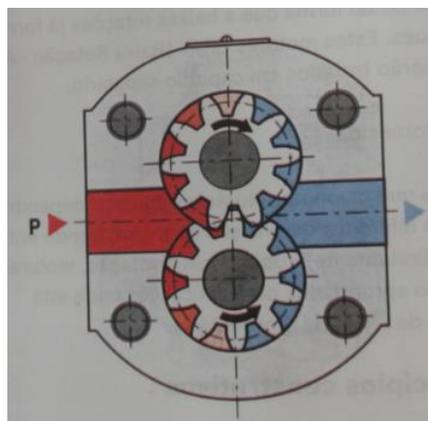
2.6.1 Motores hidráulicos

Segundo o Manual técnico BOSCH, motores hidráulicos convertem energia hidráulica em energia mecânica. Existem vários tipos de motores hidráulicos, sendo normalmente classificados de acordo com o tipo construtivo interno e a faixa de rotação a que melhor se aplicam.

2.6.2 Motores hidráulicos de engrenagens

Motores hidráulicos de engrenagens são dotados de engrenagens internas por onde circula o fluido pressurizado. O fluido de pressão fornecido para o motor hidráulico atua sobre as rodas dentadas criando um torque, que é transmitido ao eixo principal do motor. A Figura 6 mostra um motor hidráulico de engrenagens em corte, onde pode-se ver os componentes internos e também a entrada de fluido a baixa pressão e sua saída a alta pressão.

Figura 6: Composição interna de um motor hidráulico de engrenagens



Fonte: Bosch Rexrot, 2006, p.17.

2.7 NR12

O ministério de trabalho e emprego (MTE) criou uma norma regulamentadora que define parâmetros para segurança em máquinas e equipamentos fabricados no Brasil. Segundo o MTE (2016) esta norma regulamentadora técnica basicamente define procedimentos que devem ser adotados nos projetos de máquinas e equipamentos novos em busca da segurança para os trabalhadores que porventura estejam operando estas máquinas ou equipamentos ou que estejam em áreas próximas.

A norma NR 12 é segmentada em vários anexos, sendo que cada anexo se refere a um tipo de máquina ou equipamento ou a alguma atividade específica, definindo referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção que possam garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores desde a fase de projeto e também na utilização destes equipamentos. Importante salientar que esta norma se aplica a equipamentos ou máquinas novas e usadas, que caso tenham sido fabricadas antes da implementação desta norma, devem ainda assim cumpri-la (MTE, 2016).

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

A bancada simuladora proposta teve seu trabalho de pesquisa e desenvolvimento seguindo o procedimento de pesquisa ação segundo os objetivos e justificativas apresentados. E por estes fatores, levando-se em consideração a necessidade de ter uma perfeita relação entre o simulador e o produto, o que auxiliará o trabalho dos analistas optou-se pela criação de um simulador físico dos sistemas existentes nas plantadoras com taxas variáveis de sementes e fertilizantes sólidos.

Devido ao projeto do simulador ser desenvolvido para a construção de somente uma unidade, não será verificada a confiabilidade do sistema, pois não temos componentes suficientes para a construção de protótipos anteriores á bancada simuladora. Os testes para aferição da similaridade do simulador em relação a semeadora adubadora original serão realizados durante a utilização do simulador nos atendimentos aos técnicos das concessionárias. Caso a bancada simuladora demonstre ser confiável, ou seja, caso ela reproduza os procedimentos e as configurações necessárias durante os primeiros atendimentos, ela será considerada apta a ser utilizada pela área de suporte ao produto.

Dentro dos procedimentos metodológicos de projeto e pesquisa foram executadas várias etapas. A definição dos itens a serem abordados e os principais passos para o desenvolvimento da bancada simuladora estão listados abaixo:

- Avaliação das necessidades das analistas de suporte ao cliente durante um atendimento;
- Verificação dos requisitos do sistema da plantadora com taxas variáveis para análise das possibilidades da bancada simuladora;
- Identificar os componentes necessários para montagem da bancada simuladora, como placas controladoras, monitor, sensores e conexões;
- Análise do espaço físico disponível para posicionamento da bancada;
- Criação do projeto da bancada;
- Montagem da bancada;
- Testes de funcionamento

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

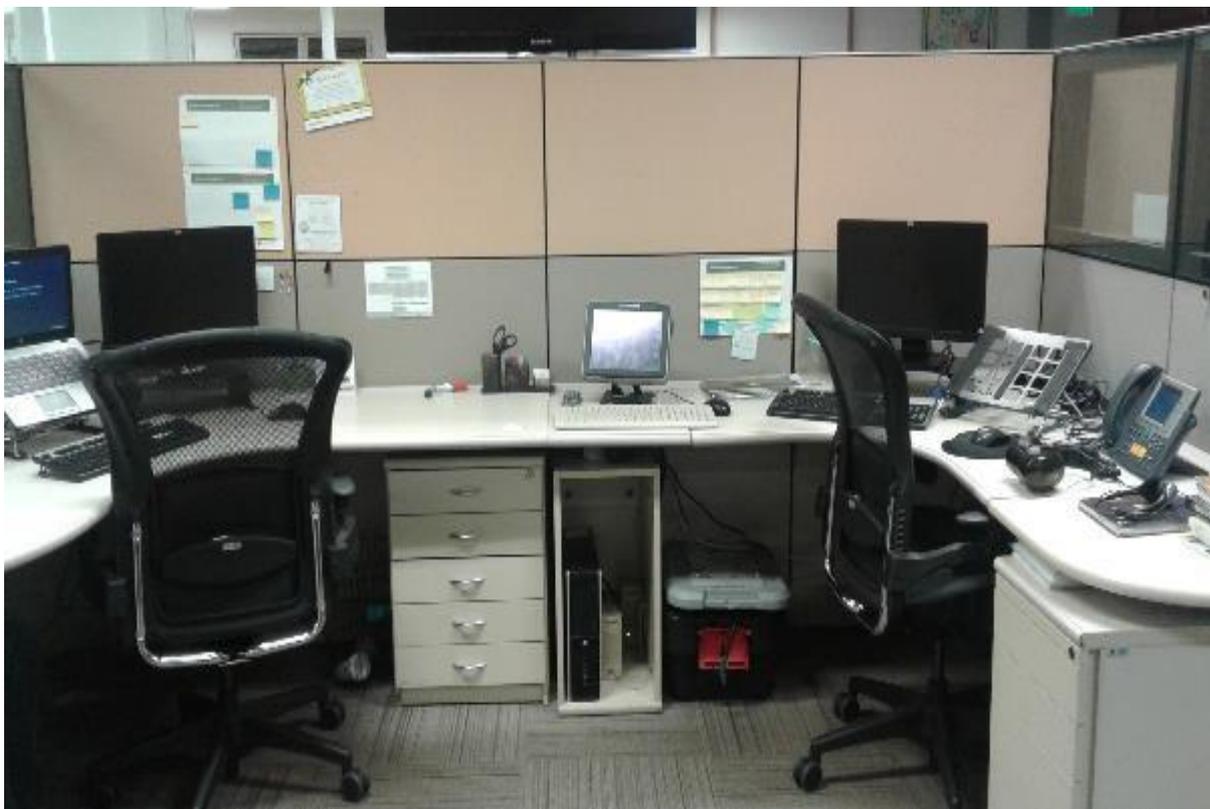
Esta é a etapa do projeto onde foi realizado o levantamento de todos os materiais necessários para a montagem da bancada. Para que a bancada tenha a maior fidelidade possível em relação às semeadoras adubadoras originais as peças foram selecionadas levando em consideração a similaridade funcional. Sendo os itens originais de uso preferencial.

Devido a necessidade de adaptação em relação a não utilização do sistema hidráulico na bancada, foi necessário adaptar motores elétricos para que as funções fossem reproduzidas.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Para a criação do projeto do simulador foi levado em conta o espaço disponível na área onde atuam os analistas de suporte ao cliente (figura 6). Como o simulador deve ser facilmente acessado durante os atendimentos por telefone ou pelo sistema on-line, optou-se por montá-lo sobre a mesa de trabalho dos analistas. A bancada simuladora será uma espécie de plantadora em miniatura, pois teremos todas as funções eletroeletrônicas da plantadora original representadas no simulador.

Figura 7: Área de trabalho dos analistas de suporte ao produto



Fonte: Autor (2016).

4.1 COMPONENTES DO SISTEMA

O sistema de controle de taxas de aplicação de sementes e Fertilizantes do simulador é composto pelos seguintes itens:

a) Monitor: O monitor é o principal componente e possui várias funções no sistema eletroeletrônico de controle da plantadora, sendo os principais citados abaixo:

a.1 Interface: Responsável pela comunicação com o operador do sistema;

a.2 Controle: No monitor são inseridos vários softwares, cada um desses *softwares* têm uma função específica de controle de uma determinada tarefa a ser cumprida pela plantadora. Ex: para controlar a distribuição de sementes um *software* específico é inserido no monitor, este software faz a comunicação com a placa controladora de sementes e realiza o controle específico da aplicação de sementes.

a.3 Configuração: No monitor são inseridas e armazenadas todas as configurações da plantadora, como número de linhas, espaçamento entre linhas de plantio...etc.

b) Placas controladoras: As placas controladoras juntamente com o monitor fazem o controle de todas as funções eletroeletrônicas da plantadora. Sendo as responsáveis por controlar os sinais elétricos que dão a rotação aos motores elétricos, recebem as informações dos sensores existentes na semeadora-adubadora.

c) Sensores: Os sensores fazem o monitoramento das atividades da plantadora, como rotação dos eixos, queda de sementes...etc. Os sensores fornecem as informações para as controladoras, estas por sua vez as transmitem ao monitor onde são disponibilizadas ao operador.

d) Motores elétricos: Os motores elétricos são os dispositivos responsáveis pelos movimentos rotatórios executados pelo simulador. Os motores elétricos são os responsáveis por fornecer potência aos eixos de acionamento que simulam as funções dos sistemas dosadores de semente e fertilizantes sólidos.

Existem 5 motores elétricos no simulador, sendo:

- ✓ Motor de sementes do lado esquerdo;
- ✓ Motor de sementes do lado direito;
- ✓ Motor de fertilizante do lado esquerdo;
- ✓ Motor de fertilizante do lado direito;

✓ Motor de acionamento da roda fônica do sensor de movimento.

e) Chicotes elétricos: São os responsáveis por levar os sinais elétricos de comunicação gerados pelos vários elementos da plantadora.

Utilizando o diagrama elétrico da plantadora original, disponível nos manuais técnicos foram realizadas as ligações elétricas entre os componentes da bancada simuladora. Para evitar erros de conexão e até mesmo erros de dimensionamentos de cabos elétricos, optou-se por utilizar os mesmos chicotes da plantadora original.

Um importante ponto sobre os diagramas elétricos utilizados é que somente as áreas técnicas da empresa fabricante da plantadora, como engenharia, suporte ao cliente entre outras, e também os técnicos responsáveis pela manutenção dos equipamentos nas concessionárias têm acesso a eles, ou seja, o proprietário da plantadora ou o público em geral não dispõe das informações contidas nos diagramas elétrico ou até mesmo hidráulico.

f) Fonte de energia

Para gerar energia e alimentar os sistemas da bancada simuladora foi instalada uma fonte 12V. A escolha da fonte foi determinada pela soma do consumo de todos os componentes elétricos que estão instalados no simulador. De acordo com informações técnicas obtidas os cinco motores elétricos consumirão 3 Amperes cada um, O monitor tem um consumo médio de 2 Amperes, considerando algumas perdas no sistema optou-se pela instalação de uma fonte com capacidade total de 30 Amperes.

4.2 DESENVOLVIMENTO DA BANCADA

A bancada simuladora é uma espécie de plantadora em miniatura, pois tem todas as funções eletroeletrônicas da plantadora representadas no simulador.

Para realizar a montagem do sistema da bancada, foram utilizadas peças originais presentes no sistema da plantadora com taxas variáveis de sementes e fertilizantes sólidos. Utilizou-se o monitor, controladora de semente e controladora de fertilizantes bem como os sensores de rotação.

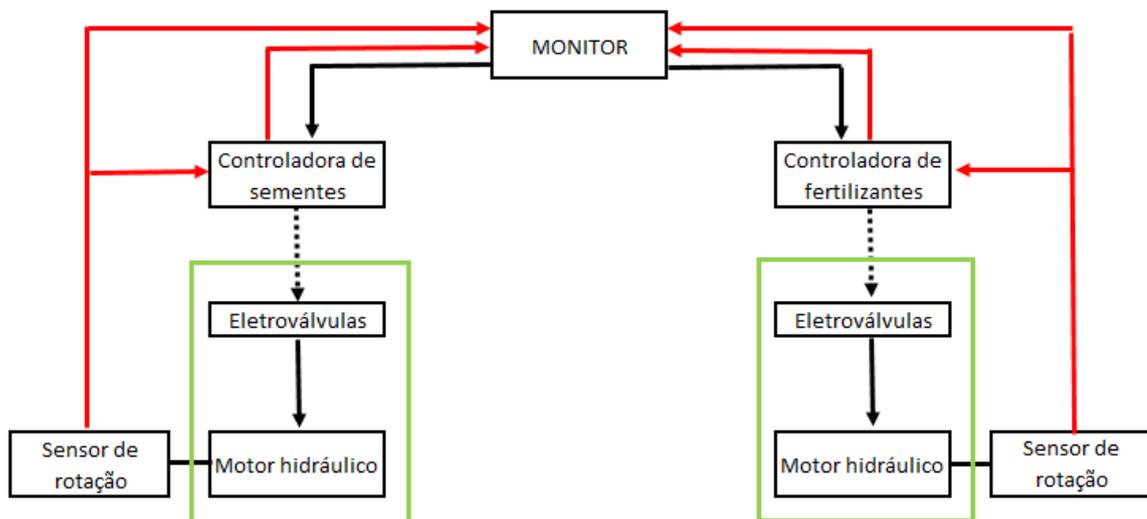
A figura 8, apresenta um diagrama de blocos representando os componentes do sistema, bem como o fluxo da alimentação (tensão contínua, ou pulso PWM) e o fluxo de informação oriundas dos sensores de rotação.

As linhas em vermelho representam o fluxo de informações, normalmente pulsos elétricos do sensor de rotação, que serão convertidos pela controladora em RPM. Esta informação já convertida em RM servirá para que a controladora faça alguma correção necessária na rotação dos eixos distribuidores, e também será enviada para o monitor onde será disponibilizada ao operador.

As linhas Pretas contínuas representam fluxo de corrente elétrica contínua, seja alimentação de controladoras.

As linhas verdes representam que as eletroválvulas e o motor hidráulico estão montados em um mesmo bloco e trabalham de forma conjunta.

.Figura 8: Diagrama de blocos dos principais sistemas eletroeletrônicos da semeadora



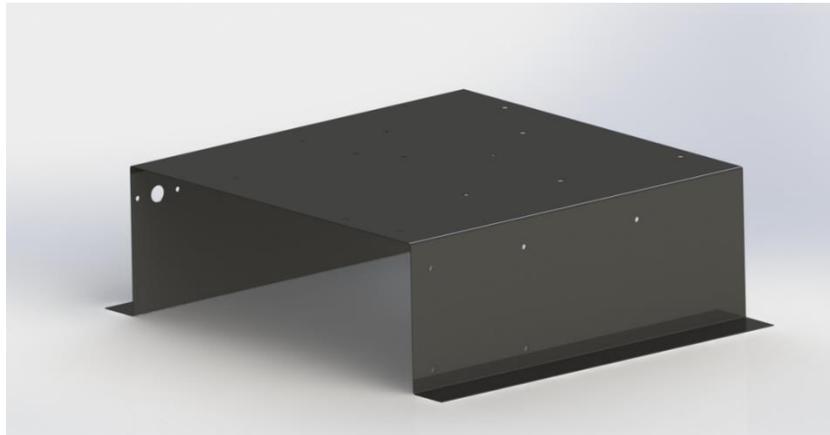
Fonte: Autor (2016).

No sistema original da plantadora mostrado na figura 8, existem válvulas eletro hidráulicas que fazem o controle de rotação dos motores hidráulicos, Mas devido ao fato do simulador ser projetado para ser montado sobre a mesa de trabalho dos analistas e dentro de um escritório, o ruído gerado pelo sistema hidráulico e a possibilidade de contaminação do ambiente em caso de vazamentos de óleo hidráulico optou-se pela substituição de todo o sistema eletro hidráulico por motores elétricos que atendam a mesma faixa de rotações dos motores hidráulicos.

Os componentes foram montados em um suporte ou base em forma de “U” invertido, os motores elétricos, os sensores de rotação estão instalados na parte superior, as controladoras e a fonte 12V foram montadas na parte inferior do suporte e o sensor de altura

foi posicionado na lateral do suporte base. Conforme a figura 9 a chapa tem as dimensões de 500mm de largura 500mm de comprimento e 180mm de altura, sendo fabricada em aço 1020 de 2mm de espessura.

Figura 9: Base para montagem da bancada simuladora



Fonte: Autor (2016).

No simulador, foram utilizados conjuntos de motores elétricos acoplados em sistemas de redução de rotação com alimentação de 12V, e rotação entre 0 e 50 RPM apresentados na figura 10. Tais itens foram escolhidos devido ao fato de estarem disponíveis na planta fabril da empresa onde foi construído o simulador

Figura 10: Conjunto motor elétrico / redutor de velocidade

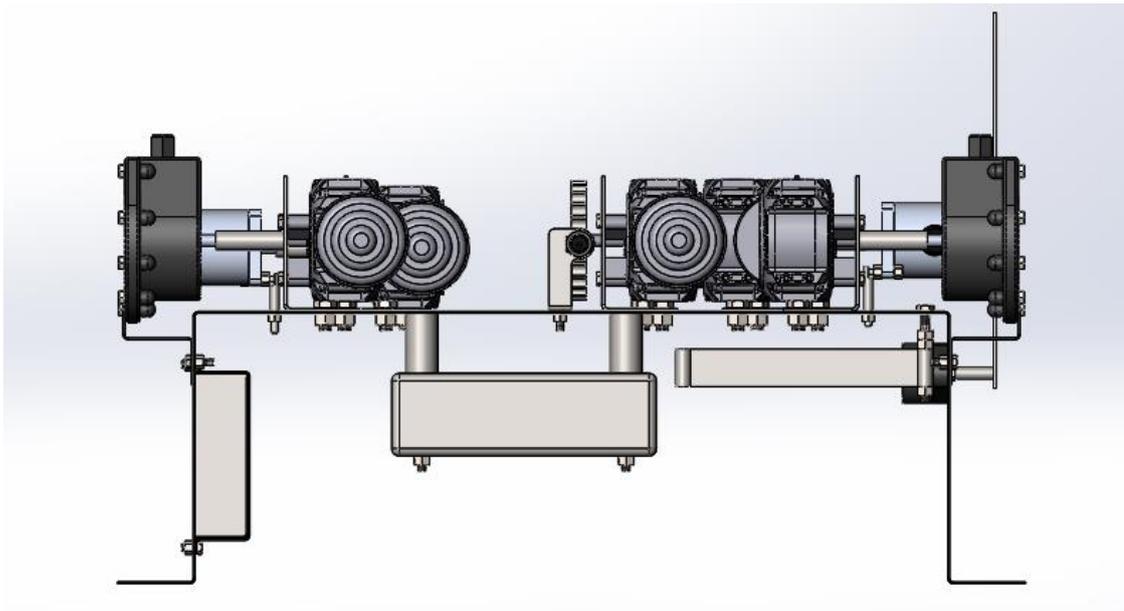


Fonte: Autor (2016).

Durante a montagem do simulador, conforme figura 11, foram montados sobre a base os seguintes itens:

- 2 motores de semente, sendo um esquerdo e um direito. No eixo de saída de cada motor de semente será montado um sensor de rotação, que retroalimentará a controladora de sementes com a informação de rotação dos motores;
- 2 motores de fertilizantes, sendo também um esquerdo e um direito. Assim como nos motores de sementes, no eixo de saída existe um sensor de rotação que informará a placa controladora de fertilizante sobre as rotações de cada motor;
- 1 motor para simulação do movimento da semeadora. Na parte central da base, sendo que no eixo deste motor será montada a roda fônica e o sensor de movimento da semeadora adubadora;

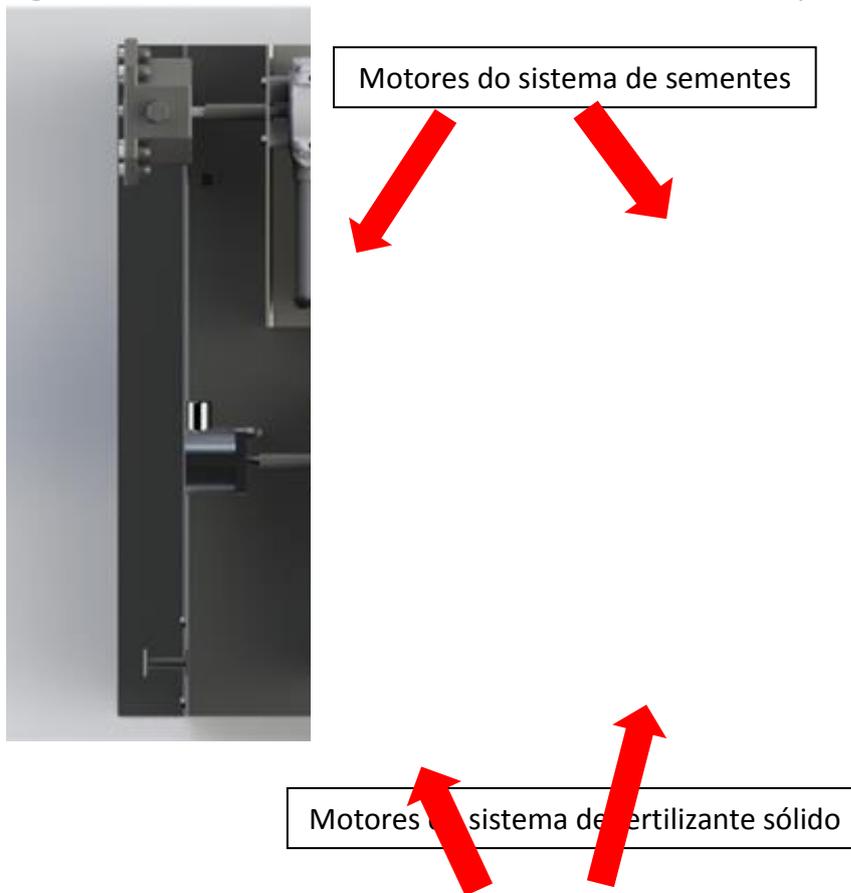
Figura 11: Montagem dos itens sobre a chapa de base



Fonte: Autor (2016).

A figura 12 nos mostra o posicionamento dos motores do sistema de fertilizante e os motores do sistema de sementes.

Figura 12: Posicionamento dos motores elétricos sobre a chapa de base.



Fonte: Autor (2016).

Conforme a figura 12 nos mostra, para o sistema de distribuição de sementes são utilizados dois motores elétricos acoplados a dois sensores de rotação. Cada motor tem um funcionamento independente dentro do sistema, ou seja, o sistema de controle pode determinar que o motor da direita tenha uma rotação e o motor de distribuição de sementes do lado esquerdo tenha outra rotação.

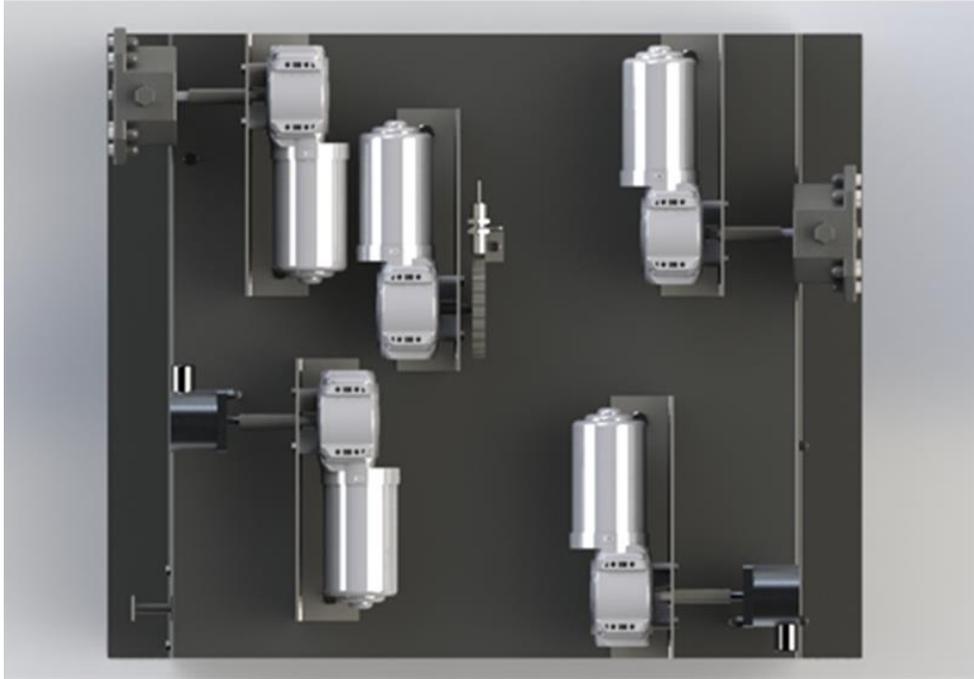
Outra funcionalidade que teve que ser reproduzida é o deslocamento da semeadora na lavoura durante o plantio ou semeadura. Para isso foram utilizados um motor elétrico 12V, mesmo modelo que o utilizado para simular os motores hidráulicos, a roda fônica e o sensor de efeito Hall que também estão presentes na semeadora, a figura 13 mostra a montagem do sistema de monitoramento do movimento da semeadora e, a figura 14 mostra o local de montagem do conjunto sobre a base.

Figura 13: Montagem do conjunto motor elétrico, roda fônica e sensor



Fonte: Autor (2016).

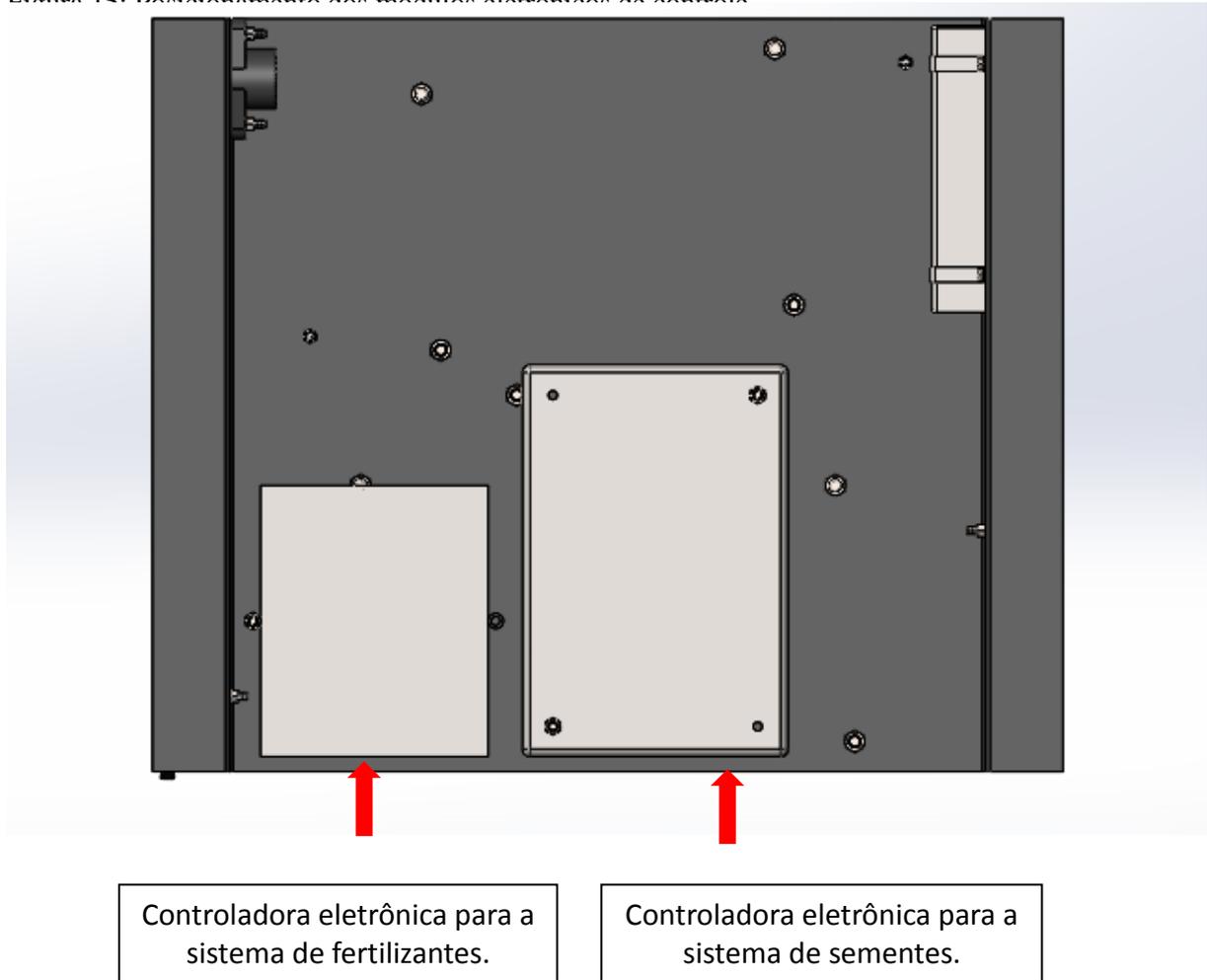
Figura 14: Posicionamento do sistema de monitoramento do movimento da semeadora no centro do suporte base.



Fonte: Autor (2016).

Na parte inferior da chapa de suporte foram montadas as duas controladoras necessárias para o funcionamento do sistema (Figura 15). Uma controladora gerenciará as informações e fará os acionamentos necessários para o sistema de sementes e outra controladora fará estas funções para o sistema de fertilizante. Tais controladoras são específicas para estas funções e são as mesmas encontradas na semeadora-adubadora original.

Figura 15: Posicionamento dos módulos eletrônicos de controle.

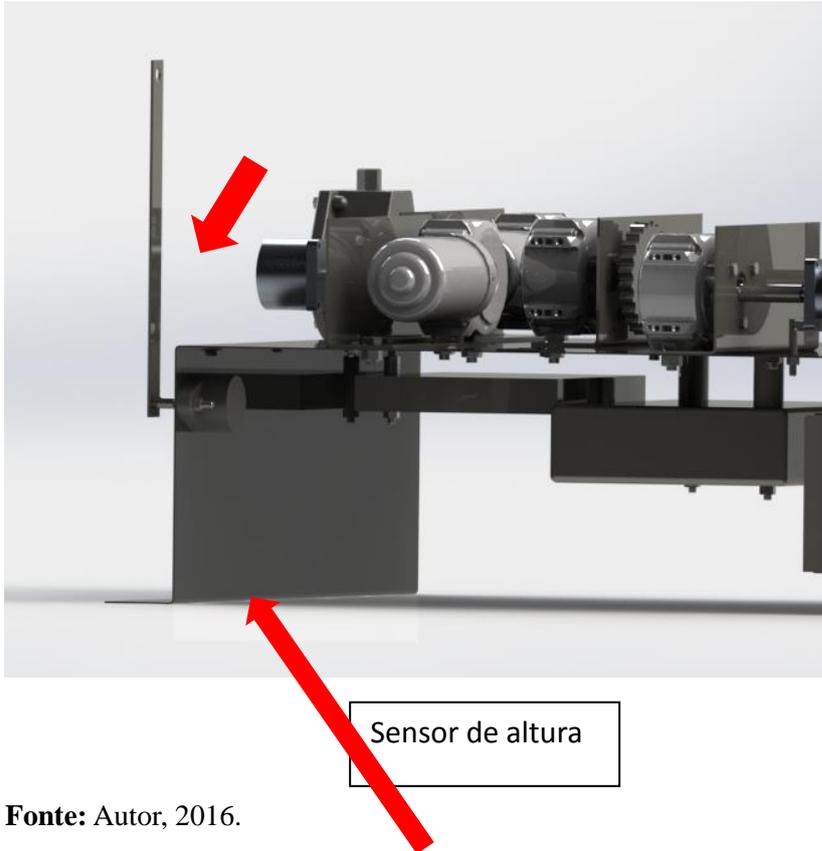


Fonte:Autor (2016)

Na lateral da base foi montado o sensor de altura. Este sensor de altura mostrado na figura 16 está presente na semeadora-adubadora para informar a controladora que a semeadora-adubadora está em posição de trabalho ou em posição de transporte. Para que sejam habilitadas muitas das funcionalidades da semeadora-adubadora é necessário que a semeadora-adubadora esteja em posição de trabalho, ou plantio.

Figura 16: Montagem do sensor de altura.

Haste do sensor de altura



Fonte: Autor, 2016.

Todas as ligações elétricas foram realizadas seguindo o diagrama elétrico disponível no manual técnico da semeadora-adubadora, sendo utilizado preferencialmente o mesmo chicote e o mesmo fio, pois cada circuito elétrico é identificado por um número, este número está identificado no diagrama elétrico, o que facilita em muito a tarefa de manutenções da semeadora original e também em necessidade de realizar alguma intervenção na bancada simuladora.

Após a montagem de todos os componentes conectados a base estar concluída, partiu-se para a configuração do sistema de interface, que é feita utilizando o monitor. Para conectar o monitor ao sistema montado na base utilizou-se um componente já utilizado em outros modelos de simuladores da empresa fabricante da semeadora. O componente de ligação é um pequeno sistema elétrico montado dentro de uma caixa metálica, que basicamente contempla o sistema elétrico e eletrônico de um trator apto a realizar plantio com a semeadora.

Toda a comunicação, dados e informações geradas pelo sistema do simulador bem como a alimentação 12V do monitor é fornecida pela ligação elétrica deste componente, o qual já era de conhecimento no que se refere a forma de ligação bem como sua funcionalidade.

Ligando-se o monitor á todo o sistema elétrico pode-se realizar o total controle das funções do simulador e realizar todos os testes e simulações possíveis, testando assim a utilidade e eficiência da bancada simuladora.

CONCLUSÕES

O projeto de construção da bancada simuladora de uma semeadora-adubadora dotada de um sistema eletrônico de controle de taxas de deposição sementes e de fertilizantes sólidos para ser utilizada por analistas de suporte ao cliente de uma empresa multinacional do ramo

de máquinas agrícolas mostrou-se de grande valia tanto para a empresa em questão, bem como para os técnicos de manutenção da rede de concessionárias que revendem os produtos desta empresa, pois durante os testes pode-se perceber que parte dos procedimentos possíveis de serem realizados em campo, na semeadora original pode-se reproduzir na bancada, facilitando assim a comunicação entre as partes e melhorando a qualidade das respostas dadas pelos próprios analistas aos técnicos de campo.

Durante o projeto e construção da bancada houve a necessidade de buscar muitas informações técnicas a respeito dos sistemas elétricos, hidráulicos e mecânicos das semeadoras, a fim de delimitar o escopo do projeto e recriar toda a parte elétrica e eletrônica da semeadora, o que proporcionou uma oportunidade de aprendizado e geração de conhecimento sobre o funcionamento do sistema da semeadora.

Um dos principais problemas dos analistas de suporte ao cliente durante os atendimentos, via telefone ou pelo sistema on-line, é a dificuldade de conseguir acompanhar o que está acontecendo no equipamento que está lá no campo. Utilizando o simulador o analista consegue ir acompanhando em uma espécie de passo-a-passo a sequência de configurações de telas necessárias para o correto funcionamento do sistema. Estima-se que o novo simulador será utilizado em 30% dos atendimentos, mas não é possível mensurar o ganho em qualidade dos atendimentos e tampouco qual será a diferença entre o tempo gasto em cada atendimento anterior ao advento do novo simulador e com o uso da bancada simuladora.

Devido à grande semelhança funcional da bancada simuladora com a semeadora original existe a possibilidade de realizar treinamentos a outros analistas de suporte ao produto ou em caso de necessidades específicas até realizar seções de treinamento a técnicos da rede de concessionárias ou até a clientes que desejam conhecer as funcionalidades do sistema. Pode-se também realizar a reprogramação de controladoras eletrônicas, esta funcionalidade da bancada gera a oportunidade da realização de futuros testes com novas versões de softwares para as mesmas bem como realizar a manutenção de controladoras que apresentem falhas.

Uma sugestão de melhoria que pode ser aplicada na bancada simuladora é a montagem do sistema de desligamento de seções de plantio. Esta funcionalidade está disponível em algumas semeadoras de forma opcional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amorin, M.Q. et al. **Desempenho operacional de um conjunto trator-semeadora**. In: XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2015. São Pedro. Anais. Disponível em: <<http://publicacoes.conbea.org.br/anais/busca/?pagina=1&ano=2015&categoria=7&opcoes=desempenho+operacional+de+um+conjunto+trator-semeadora>> Acesso em 01/10/2016

BISSANI, C.A. et al. **Fertilidade dos Solos e Manejo da Adubação da Culturas**. Rio Grande do Sul: Departamento de Solos UFRGS, 2004.

FILHO, A. et al. **Apostila de máquinas agrícolas**. UNESP. Departamento de Engenharia mecânica. 2001. Disponível em: <<http://wwwp.feb.unesp.br/abilio/maqagri.pdf>> Acesso em: 25/06/2016.

HYDAC INTERNATIONAL. **Válvulas e combinações de válvulas para o controle de vazão**. Catálogo técnico. Disponível em: <<http://www.hydac.com.br/wp-content/uploads/p5131-0-10-15-volumenstrom.pdf>> Acesso em 02/07/2016

MIALHE, L.G. **Máquinas Agrícolas para Plantio**. São Paulo: Millenium editora, 2012

Ministério da agricultura Pecuária e abastecimento. **Projeções do Agronegócio**. Assessoria de gestão estratégica. Brasília, 2013. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf>

Acesso em 22/07/2016.

MOLIN, J. P.; INAMASU, R. Y. **Agricultura de Precisão**. **Boletim Técnico**. Brasília: MAPA, 2011.

MILAN, M. **Desempenho operacional e econômico de sistemas mecanizados agrícolas**.

Departamento de Engenharia Rural- ESALQ-USP. Disponível em:

<Disponível em www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Milan/ler5852/DesCustOp.pdf>

Acesso em 11/10/2016

MTE. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 12. Segurança no trabalho de máquinas e equipamentos**. Disponível em :

<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12-atualizada-2016-Ib.pdf> Acesso em 11/12/2016.

RURAL, Revista Globo. **Produção agropecuária deve atingir R\$ 451,4 bi em 2015, prevê a CNA**.

20 de março de 2015. Disponível em:

<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2015/03/producao-agropecuaria-deve-atingir-r-4514-mi-em-2015-preve-cna.html>> Acesso em: 15/07/2016