

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CHRISTIAN SCHUTZ VELOSO

AGRICULTURA DE PRECISÃO
CONTROLE DE UMA PLANTADEIRA DE GRÃOS

LAGES
2018

CHRISTIAN SCHUTZ VELOSO

AGRICULTURA DE PRECISÃO
CONTROLE DE UMA PLANTADEIRA DE GRÃOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Francieli Lima de Sá

LAGES

2018

Monografia apresentada ao Centro Universitário Facvest – UNIFACVEST, como requisito necessário para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

CHRISTIAN SCHUTZ VEIOSO

NOME DO ALUNO

AGRICULTURA DE PRECISÃO - CONTROLE DE UMA PLANTADEIRA
DE GRÃOS

TÍTULO DO TRABALHO

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Francieli Lima de Sá

Titulação e nome do Orientador(a)

Msc. Silvio Moraes de Oliveira

Titulação e nome do Avaliador (a).

Eng. Rafael Polli 27201 de Oliveira

Titulação e nome do Avaliador (a).

Dra. Francieli Lima de Sá

Coordenador (a) Prof. (a). Titulação e nome da Coordenador (a)

Lages, 10 de dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente á Deus, que me deu energia e benefícios para concluir todo esse trabalho. Agradeço aos meus pais que me incentivaram todos os anos que estive na faculdade. Ao meu irmão que me apoiou e contribuiu para que esse trabalho se realizasse.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa etapa decisiva em minha vida.

“O futuro pertence a aqueles

Que acreditam na beleza

De seus sonhos”.

(Ayrton Senna)

RESUMO

O presente trabalho contempla o projeto detalhado e a construção do protótipo de uma plantadeira semeadora de uma linha para pequeno produtor. Com o foco principal em desenvolver um sistema supervisório capaz de garantir uma precisão adequada no plantio da lavoura, facilitando o controle de desperdício e garantindo máximo rendimento. Para este sistema foi implementado duas programações, que visam controlar o fluxo de grãos, e manter o controle da quantidade de adubo dentro do recipiente da plantadeira, isso tudo para melhor comodidade do operador, e o produtor obter um plantio eficaz. O projeto utilizará o auxílio sensores de fluxo, e de distância e leds para monitoramento do volume no interior do recipiente, a contagem do grão será por meio de um sensor acoplado ao duto de fluxo de grão que será representado em um lcd a respectiva contagem, além de representar o nível do reservatório do adubo em porcentagem.

Observou-se a necessidade de desenvolver um supervisório na plantadeira através do arduino UNO, a utilização de sistemas embarcados na aquisição de dados para a avaliação operacional de máquina agrícola tem como objetivo informar ao operador o valor de variáveis de desempenho operacional que estão sendo medidas em tempo real, de forma que auxiliie o operador a tomar decisões, corrigir possíveis erros e falhas operacionais.

Palavras-chaves: controle da plantadeira, precisão no plantio, Protótipo.

ABSTRACT

The present work contemplates the detailed design and the construction of the prototype of a seeder planter of a line for small producer. With the main focus on developing a supervisory system capable of guaranteeing an adequate precision in the planting of the crop, facilitating the control of waste and guaranteeing maximum yield. For this system was implemented two schedules, which aim to control the flow of grains, and keep control of the amount of fertilizer inside the planter's container, all for the better convenience of the operator, and the producer have effective planting. We will develop the project with the help of flow sensors, distance sensors and leds to monitor the volume inside the container, the grain count will be given in a display that the operator will get at your fingertips, and also in the part of the fertilization , we will get a beep when the fertilizer percentage is low.

It was observed the need to develop the planter with the help of the arduino UNO, a very important platform for the operation of the implemented programming, the use of embedded systems in the acquisition of data for the operational evaluation of agricultural machinery aims to inform the operator values of operational performance variables that are being measured in real time to help the operator make decisions, correct possible errors and operational failures.

Keywords: Control of the planter, precision in planting, Prototype

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trator Froelich movido à gasolina.....	15
Figura 2 - Colheitadeira SLC modelo 65-A	16
Figura 3 - Lcd shield.....	23
Figura 4 - Resumo dos recursos do arduino	23
Figura 5 – Sensor reflexivo	28
Figura 6 - Sensores ultrassônicos	29
Figura 7 - Ambiente de programação	30
Figura 8 - Programa contagem do milho (Software Proteus).....	31
Figura 9 - Programa para supervisionar o adubo (Software Proteus).....	32
Figura 10 - Esboço da plantadeira semeadora com supervisor de produção.....	34
Figura 11- Placa arduino UNO	35
Figura 12 - Estrutura da plantadeira	37
Figura 13 - Detalhamento da estrutura	37
Figura 14 - Localização do conjunto de transmissão do adubo.....	38
Figura 15 - Componentes da distribuição do adubo	39
Figura 16 - Localização do módulo de dosagem da semente	39
Figura 17 - Componentes do módulo do funcionamento que flui a semente	40
Figura 18 - Localização do módulo de interação com o solo.....	41
Figura 19 - Componentes de corte do solo para ocorrer a deposição do adubo	41
Figura 20 - Sistema de deposição da semente	42
Figura 21 - Detalhamento do sistema de cobertura	43
Figura 22 - Localização do módulo de transmissão de potência na plantadeira	43
Figura 23 - Detalhamento do módulo de transmissão de potência	44
Figura 24 - Plantadeira com o supervisor do milho	54
Figura 25 - Plantadeira com o supervisor do adubo.....	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivo Especifico	11
1.3 JUSTIFICATIVA	11
1.4 APLICAÇÕES	12
1.5 METODOLOGIA	12
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	14
2.1 Surgimento da mecanização	14
2.2 Evolução das máquinas agrícolas	15
2.2.1 Tratores	15
2.2.2 Colheitadeira	15
2.2.3 Semeadora	16
2.3 O que é agricultura de precisão	16
2.4 Sistemas embarcados na agricultura de precisão	19
2.5 A placa eletrônica arduino	21
3. RESPOSTAS DE SENSORES EM TEMPO REAL	24
3.1 Sensores de fluxo	24
3.2 Sensores e transdutores	26
3.3 Sensores de posição ou deslocamento	26
3.4 Sensores de vazão	27
3.5 Sensor capacitivo	28
3.6 Sensor ultrassônico	28
4. ARDUINO E SUA PROGRAMAÇÃO	29
4.1 Introdução	29

4.2 Programa implementado para supervisionar o milho	31
4.3 Programa implementado para supervisionar o adubo.....	32
4.4 Sistema supervisorio.....	32
4.5 Microcontrolador	33
5. ESTUDO DE CASO	34
5.1 Módulo do reservatório e sistema de distribuição do adubo	37
5.2 Detalhamento da dosagem do adubo	38
5.3 Módulo de estrutura do reservatório da semente.....	39
5.4 Detalhamento do módulo que flui a semente	40
5.5 Módulo de contato com o solo	40
5.6 Detalhamento do módulo de interação com o solo	41
5.7 Módulo de transmissão de potência	43
5.8 Detalhamento do módulo de transmissão de potencia	43
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
7. CONCLUSÃO.....	46
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA	47
9. ANEXO.....	49

1. INTRODUÇÃO

Os fundamentos da agricultura de precisão, segundo a literatura, iniciaram em 1929, nos Estados Unidos da América, e foram comentados pelos autores Linsley e Bauer da Estação Experimental Agrícola da Universidade de Illinois (GOERING, 1993). O ressurgimento da agricultura de precisão ocorreu somente na década de 80, quando foram disponibilizados microcomputadores, sensores e sistemas de rastreamento (BALASTREIRE, 1998).

Com o aumento da população se necessita de uma eficiência satisfatória no campo de produção, e nos demais setores da economia para adquirir o fator de competitividade. Com a evolução da tecnologia a agricultura de precisão está proporcionando uma nova forma de gestão da propriedade, além de possuir características específicas como: aquisição de dados, o seu armazenamento e um poder de decisão em tempo real. Esta nova forma de se referir à agricultura, torna o produtor rural um empresário, sendo possível a coleta de informações de áreas produzidas, além de possuir um supervisor para efetuar, o controle do plantio controlando cada linha de produção.

Em geral, todos os centros de pesquisa em engenharia agrícola e agricultura estão trabalhando no desenvolvimento de técnicas de agricultura de precisão, e as indústrias de maquinário agrícola tem se desenvolvido bastante neste setor. Atualmente, várias empresas fabricam máquinas com sistema de controle diversificado para atender a demanda do setor produtivo, através de software (MANTOVANI & GOMIDE, 2000).

Esta mudança da agricultura convencional para a agricultura de precisão tem o intuito de proporcionar ao produtor uma plantação homogênea que traga o pleno conhecimento de cada linha de produção, por meio de um processo detalhado de dados coletados através de um supervisor. Este trabalho apresenta a proposta do supervisor através da plataforma arduino UNO e alguns periféricos necessários para construção deste sistema, de controle de produção em tempo real com auxílio de alguns sensores.

As informações coletadas através dos sensores são transmitidas, para a plataforma arduino que faz aquisição de dados e, em seguida são comunicados ao operador.

Embora agricultura de precisão tenha começado com enfoque em culturas produtoras de grãos, os fundamentos podem ser aplicados em qualquer cultura. Atualmente, há estudos

em desenvolvimento com grande número de espécies, como algodão, cana de açúcar, laranja, café, amendoim, chá (MOLIN, 2002).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema embarcado baseado na plataforma arduino para supervisionar em tempo real o desempenho de uma plantadeira semeadora de grãos.

1.2.2 Objetivo Especifico

- Promover um sistema acessível para ao produtor e operador.
- Verificar os resultados obtidos pelos sensores, reflexivo ou capacitivo e ultrassônico.
- Desenvolver uma lógica de programação para o produtor ter precisão no plantio de sua lavoura.

1.3 JUSTIFICATIVA

Como o momento vivido pela economia Brasileira está voltado à produção de alimentos e na permanência do produtor no campo, nada melhor que aproveitar as tecnologias da agricultura de precisão. O projeto a seguir é baseado em desenvolver uma plantadeira de grão com um sistema supervisorio, contendo resultados de sensores em tempo real, ao operador da máquina visando máxima produção aos produtores de pequeno a médio porte.

No Brasil, existem várias regiões e com climas diversificados. Por exemplo, no sul, ocorre muita chuva principalmente na região da serra catarinense. Com essa variação no clima prejudica muito o produtor, por que a lavoura deve ser plantada no mês correto, se não ocorrer o plantio no mês adequado sua plantação, podem ocorrer prejuízos por causa de geadas. E na maioria das vezes o produtor se obriga a plantar no mês correto, mas ocorre muita chuva e com o solo muito úmido causa o problema de entupir (evitando o fluxo) nos dutos da plantadeira onde ocorre a passagem do milho e adubo. Assim muitas vezes a falha do plantio acarreta em uma menor aplicação de adubo a planta ou até mesmo ocorrendo o impedimento do fluxo do milho. Com o auxílio do supervisorio o plantio será adequado evitando o desperdício do investimento do produtor dentro de sua lavoura.

1.4 APLICAÇÕES

A solução hoje utilizada nas lavouras brasileiras, voltadas para a agricultura de precisão, é aumentar a eficiência na aplicação dos recursos que a plantação necessita para que possa assegurar o sucesso do produtor no ramo agrícola. A aplicação da agricultura de precisão na propriedade proporciona a coleta de informações, sobre os meios que a lavoura teve ser controlada, de modo a minimizar erros de plantio. O supervisor visa controlar de modo simples o plantio, e a utilização do insumo de modo a satisfazer o produtor que espera um bom plantio, e evitando o desperdício do insumo sem necessidade. O sistema tem como objetivo controlar o campo de produção, e proporcionar áreas cada vez menores e mais homogêneas. Além de tudo utilizando um supervisor o produtor além de aumentar o potencial produtivo, evita um maior impacto ambiental, e tem-se.

- Com a aplicação da agricultura de precisão, eliminar uma maior capacidade de distribuição de insumos nos locais necessários, diminuindo o custo de produção;
- Tomada de decisão rápida e certa;
- Controle do desenvolvimento da atividade, pelo uso de sensores;
- Benefícios para o meio ambiente pelo fato de menor uso de insumos.

A Agromais, em 2014 começou a desenvolver tecnologia para ser aplicada no campo de cultivo do milho. Foi possível achar a origem dos problemas estabelecidos graças a um voo bastante extenso, que foi possível analisar a área através de fotos aéreas. Com essas informações, eles conseguiram identificar as causas da queda da produção, e efetuaram a correção definindo uma ação corretiva, que foi utilizar máquinas com um controle de plantio (supervisor) ocorrendo assim resultado econômico melhor e bem mais produtivo.

Além de tudo os resultados foram satisfatórios e os agricultores querem continuar a campanha e cada vez expandirem mais recursos á agricultura de precisão.

Disponível em: <http://www.agromais.pt/ficheiros/AG19%20-%20Agrob%C3%B3tica%20-%20Aplica%C3%A7%C3%A3o%20da%20agricultura%20de%20precis%C3%A3o%20na%20cultura%20do%20milho.pdf> Acesso 15/11/2018.

1.5 METODOLOGIA

A metodologia empregada na pesquisa para possibilitar a correção do erro no plantio, contempla um ambiente de pesquisas com referencial teórico diversificado, com abordagens em pesquisas e procedimentos de pesquisa, e também periféricos de coleta de dados, e interpretação dos dados.

Foi utilizado o método de pesquisa de campo, que é utilizada com o objetivo de conseguir informações e conhecimentos acerca do problema, para o qual se procura um modo de corrigir um possível fenômeno indesejável na propriedade (MARCONI E LAKATOS, 1996).

Quanto à abordagem, a pesquisa foi realizada pelo método qualitativo, que descreve a complexidade de determinado problema, que será analisado através de dados que podem ter contribuição para o processo de correção do possível problema verificado.

Estudos comprovam que a utilização da agricultura na propriedade traz benefícios e aumento da lucratividade, baseado em dados, a agricultura de precisão tem mostrado uma técnica positiva.

Estudos nos Estados Unidos, a partir de 108 casos, indicou que 63% deles tiveram lucros e retornos positivos, com a adoção da agricultura de precisão, 26% tiveram resultados mistos e 11% resultados negativos (ROBERT, 2002).

A metodologia abordada no trabalho compõem das seguintes etapas:

- 1-Identificação do problema;
- 2-Identificação dos desejos dos produtores;
- 3- Busca por princípios de solução (supervisório);
- 4- Projeto detalhado
- 5- Construção do protótipo
- 6- Testes e modificações
- 7- Documentação

Identificação do problema: Parte inicial e fundamental para o início do projeto, pois são coletados dados junto ao proprietário e será analisada a atividade ali executada.

Identificação dos desejos do proprietário: No caso, seria um melhor aproveitamento de suas lavouras.

Busca por princípios de soluções: Aplicação da técnica convencional e buscar uma inovação que vai fazer a diferença no setor agrícola.

Projeto detalhado: Onde definimos formas, medidas, matérias a serem utilizados, viabilidade econômica entre outros.

Construção do protótipo: São confeccionadas as peças conforme o projeto detalhado é montado o equipamento, dando origem a primeira versão do produto.

Testes e modificações: O equipamento é submetido a testes de bancada ou de campo, onde são simuladas as rotinas de funcionamento, analisando seu desempenho e propondo mudanças no projeto para aperfeiçoar e melhorar seu desempenho.

Documentação: São elaborados manuais, planilhas de controle de dados, e catalogo de peças.

Com base teórica e um pouco de conhecimento, na área da agricultura em conjunto com a mecânica, foi projetado um pequeno protótipo semelhante, a uma plantadeira convencional e a partir de um breve plano de execução para cada etapa pré-estabelecida, para que o protótipo foi executado, buscando o funcionamento de modo adequado, destacando o sistema supervisorio, que é o foco do desenvolvimento da pesquisa relacionada à agricultura de precisão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Surgimento da mecanização

A mecanização teve início no decorrer da revolução industrial, que foi uma mudança de processos de manufatura no período entre 1760, em que o homem passou a deixar de utilizar métodos de produção manuais e passou a usar máquinas. Mas, os instrumentos agrícolas ainda eram elementos de conhecimento muito vago. Com a população mundial aumentando, se procurava uma demanda muito grande por alimento, e houve a necessidade de aumentar a produção agrícola para que suprisse as futuras gerações.

Este foi o momento em que o homem passou a dar mais atenção a agricultura, e começaram a colocar a criatividade para construir máquinas que trouxessem retorno de um aumento significativo na produção de alimentos.

Disponível em: <http://www.ebah.com.br/contebt/ABAAAfZDUAD/evolucao-das-maquinas>. Acesso em: 09/10/2018.

A mecanização tomou grande impulso a partir das plantadeiras, já que este tipo de plantio, para grãos economizava 54,4 litros de sementes e elevava a produtividade da colheita em 10,5 litros por hectare.

Outra máquina que inovou foi a descaroçar o algodão que era um processo que precisava de mão de obra, e esta máquina foi de grande aumento de produtividade naquela

cultura Os tempos foram passando e novas máquinas foram sendo criadas para facilitar o serviço do homem do campo, além de diminuir a mão de obra das propriedades.

2.2 Evolução das máquinas agrícolas

2.2.1 Tratores

Os tratores foram feitos para substituir o trabalho de animais, além de facilitar o serviço. O trator era muito semelhante às máquinas movidas a vapor, usada na agricultura, que foram utilizadas por agricultores americanos canadenses naquela época. A fabricação comercial de tratores iniciaram em 1913, com uma faixa de produção de dez mil tratores produzidos.

(NETO, J.A, 1985).



Figura 1 – Trator Froelich movido à gasolina.

Fonte: Vian, Júnior (2010)

O primeiro trator a gasolina foi construído em 1822 na indústria de Froelich, nos Estados Unidos. Por volta de 1920, permaneceu o mesmo trator durante duas décadas, a partir dele foi criado novas modificações no modelo fordson. Entre 1920 a 1940 foram lançadas outras novidades, o John deere introduziu o modelo “D” com custo menor que o fordson.

2.2.2 Colhedoras

A máquina colhedora chegou para substituir os cortadores de cana, sendo assim de porte pequeno podendo substituir 50 pessoas e a de porte grande fazendo o trabalho de 100 a 150 trabalhadores. É um equipamento agrícola destinado a colheita de lavouras, não só cana de açúcar, mas também principalmente grãos.



Figura – 2 Colheitadeira SLC modelo 65-A.

Fonte: www.deere.com.br (2016)

A modernização das lavouras com grande plantio comerciais, contribuíram para que a colheita feita manualmente fosse feita por tais máquinas, dando início a essa evolução. Há 40 anos foi produzida a primeira colheitadeira automotriz no Brasil. O lançamento da colheitadeira SLC modelo 65-A, fabricada em Horizontina, foi feito no dia 5 de novembro de 1965. As colheitadeiras também eram conhecidas como ceifeira debulhadora, esse nome era muito utilizado em Portugal, hoje as colheadeiras são fundamentais no trabalho agrícola e diversas empresas estão sempre visando expansão nessa área.

2.2.3 Semeadoras

Anterior a 1900 até o início do século XX, o método de plantas era manual ou com tração animal, o uso de máquinas era ainda rudimentar, algumas tecnologias presentes no campo.

Em 1900 – 1950 os tratores foram de difundindo e isso deu liberdade á evolução das semeadoras, que foram se tornando maiores e mais pesadas. Em 1970 o sistema de cultivo era exclusivamente convencional, mas depois nessa época, teve o surgimento do plantio direto; ele obrigou as semeadoras a serem mais pesadas e eficientes no processo de abrir o solo, distribuir as sementes e adubo, e cobrir de modo adequado.

Em 1978 a Embrapa importou uma semeadora dinamarquesa de cultivo mínimo, a Nordestern e em seguida a Bettison-3D da Inglaterra, depois em 1980 a semeadora TD, foi o primeiro projeto nacional de máquina para plantio direto e que na época era sinônimo de culturas de inverno.

2.3 O que é agricultura de precisão?

A agricultura de precisão se tornou uma atividade necessária ao produtor de modo que ela proporciona melhor controle do gerenciamento de cada área de lavoura a ser produzida determinando dados e parâmetros em um local específico para maior redução de falhas, ocorrendo assim menos desperdício de insumos, e aumentando o lucro do proprietário, além

de manter a qualidade na fauna e flora da sua região (ADAMCHUK, PERK E SCHERPERS, 2003).

A agricultura de precisão é o método utilizado que muitas propriedades estão incorporando no manejo da agricultura, favorecendo o aumento do rendimento, sendo uma tecnologia em pleno desenvolvimento que agrega uma nova forma e técnica para auxiliar o administrador da propriedade (BLACKMORE, 1994).

Considero que agricultura de precisão são técnicas de processos que proporcionam conhecer, e controlar geograficamente a lavoura, que possui áreas de diferentes índices de produção, que são monitoradas através do auxílio da tecnologia da informação, programações específicas para determinadas situações, como a utilização de sensores, controladores de máquinas e sistema de posicionamento global. (CAMPO, 2000).

Conforme citado por (Gentil &Ferreira, 1999, p.15) a agricultura precisão promete grandes benefícios para os usuários deste sistema como:

- redução do grave problema do risco da atividade agrícola;
- redução dos custos da produção;
- tomada de decisão rápida e certa;
- controle de toda situação, pelo uso da informação;
- maior produtividade da lavoura;
- mais tempo livre para o administrador;
- melhoria do meio ambiente pelo menor uso de defensivo.

A agricultura de precisão é uma tecnologia a favor do homem do campo, visando o aumento da produtividade e também o rendimento econômico, tem como objetivo reduzir o uso de insumos, ocorrendo baixo custo de produção e a preservação do meio ambiente, modificando a atividade agrícola para um modo sustentável. A tecnologia a favor do homem do campo surgiu nos países europeus e posteriormente nos Estados Unidos da América, como Precision Farming ou Precision Agriculture, traduzido para o português como Agricultura de Precisão. Esta tecnologia surgiu para facilitar a definir o sistema de controlar cada metro quadrado da lavoura, mas tinha a tarefa difícil de controlar áreas muito extensas (MOLIN, 2001).

Agricultura de precisão ou também conhecida como sítio-específico das culturas, que significa uma gestão da variabilidade, em nível de campo, para melhorar o retorno econômico da lavoura a ser produzida além de reduzir os impactos ambientais (BLACKMORE et al., 2003).

A tecnologia da informação em conjunto com a telecomunicação vem evoluindo gradativamente oferecendo aos agricultores uma grande gama de dados, para serem utilizados

de forma a reduzir as dúvidas na tomada de decisões de seus administradores. (BLACKMORE, 2000)

Com a ferramenta agricultura de precisão o proprietário da lavoura tem em mãos números de informações coletadas por cada área produzida podendo ser identificada e tratada de forma a contribuir no processo de tomada de decisão e uma possível interferência se necessário. (MOLIN, 2004)

Segundo MANZATTO et al. (1999), o principal conceito é aplicar os insumos no local correto, no momento adequado, as quantidades de insumos necessários à produção agrícola, para áreas cada vez menores e mais homogêneas, tanto quanto a tecnologia e os custos envolvidos o permitam.

As máquinas produzidas hoje em dia têm objetivos específicos de atingirem bons resultados e rendimentos satisfatórios na produção de nossas lavouras brasileiras, sendo assim uma máquina que possui bom desempenho e máxima produção são bem vistas no mercado do agronegócio (SANTOS, 2013).

Como cada vez mais o produtor quer um alto rendimento, a automação vem tomando espaço na área agrícola, melhora a qualidade do trabalho do operador. Em conjunto com a automação surgiram novos periféricos e dispositivos eletrônicos nas máquinas agrícolas, como pode ser consultado nos trabalhos de (RUSSINI, 2009).

A informação é coletada, onde se constrói uma base de dados que possuem grande importância para o estudo de determinada área, possuímos a opção de automatizar o processo sem envolver procedimento de precisão, encurtando as falhas realizadas pela cópia de informações, emitindo as alterações induzidas pelo operador nos procedimentos de coleta de dados e adicionando a taxa de dados. (JOHNSON, 1997).

Segundo BATCHELOR et al. (1997) a agricultura de precisão é uma filosofia de manejo da fazenda na qual os produtores são capazes de identificar a variabilidade dentro de um campo, e então manejar aquela variabilidade para aumentar produtividade e os lucros.

Além disso, torna-se possível a tomada de decisão em tempo real. A utilização de sistemas embarcados para a avaliação operacional de desempenho tem como objetivo apresentar ao operador os valores das variáveis, ou parâmetros, como por exemplo, patinação e consumo de combustível, que estão sendo medidos. Geralmente, este valor medido não é igual ao valor real da variável, ou seja, o sistema de aquisição tem como entrada o valor real da variável e sua saída o valor medido. (GARCIA, 2002)

Para SEARCY (1997) a idéia da agricultura de precisão é saber o solo e características da produção que causam uma produção diferente para cada parte do campo, e aperfeiçoar as entradas de insumos dentro de porções pequenas do campo. A filosofia atrás de agricultura de precisão é aquela de que os insumos (semente, fertilizante, substâncias químicas, etc.) só deveriam ser aplicados conforme as necessidades e que estes sejam mais econômicos para produção.

Conforme (RUSSINI, 2009) ele elaborou uma, pesquisa sobre instrumentação eletrônica baseando-se em critérios funcionais de tal instrumentação, tais como: armazenamento de dados, determinação de velocidade das rodas, consumo de combustível e velocidade do trator. Além disso, será proposto através da aquisição de uma placa arduino em conjunto com componentes eletrônicos de custo reduzido ao produtor, contendo assim o armazenamento de dados em tempo real. Com isso, pretende-se frisar modo inovador para facilitar o manejo da agricultura por meio da aquisição de informações de um a plataforma arduino e de uma forma fácil de efetuar a coleta de dados necessários para a tomada de decisões através de uma listagem do trabalho realizado. De forma bastante simples obteremos informações rápidas do sistema, que é composto por custos bastante reduzidos, e fácil para que operador controle seu funcionamento e saiba interpretar seus resultados.

2.4 Sistemas embarcados na agricultura de precisão

Os sistemas embarcados são conjuntos compostos por Hardware, Software e dispositivos com forma mecânica, desenvolvida para a execução de uma função determinada (STALLINGS, 2008).

Uma das diferenças entre os sistemas embarcados e computadores convencionais é que os computadores demonstram um nível alto de limitações de funções de hardware e de software. Nestes dias atuais, é difícil encontrar sistemas que não possuem sistemas embarcados. Estes sistemas são distribuídos em partes com suas respectivas áreas como por exemplo na indústria automotiva, controle de sistemas na indústria, e dispositivos de rede. (NOERGAARD, 2005)

Conforme (Friedrich, 2009) define-se qualidades com requisitos não funcionais utilizados para julgar a operação dos sistemas embarcados e conforme (Santos, 2013) descreve-se como:

- A computação engloba algumas limitações, pois devem ser utilizados de maneira eficiente;

- Processos ocorridos em tempo real, em que o sistema embarcado aplica-se no ambiente a ser trabalhado com a necessidade de um poder de resposta de modo correto e em um tempo satisfatório.
- Obtemos uma variedade de CPU's (unidade de processamento central), também temos a possibilidade de utilizar segmentos de memória entre outros periféricos que podem ser incorporados a sistemas embarcados.
- Possui uma boa confiabilidade, por que são aplicadas em situações com algum erro no sistema, o que torna possível corrigir a falha no processo, muitas vezes impossível de ser corrigida por causa de um custo elevado.
- Sistemas embarcados possuem uma robustez possibilitando um nivelamento do sistema, por que o sistema deve funcionar fora de condições anormais e evitar ao máximo interrupções no decorrer da função pré-determinada.
- Nos sistemas possuímos tratamento de falhas: os sistemas devem identificar e tratar erros e garantir tolerância a falhas da aplicação
- O sistema se posiciona com uma operação segura: os sistemas devem prevenir, perdas de vida e danos a propriedades e ao ambiente;
- Segurança na coleta de dados: os sistemas devem ter informações restritas internamente que não sejam usadas ou alteradas por outros usuários;
- O sistema embarcado deve proporcionar atualizações constantes para permitir especificações e agregar funções no sistema, além de adicionar ou excluir componentes.

A agricultura em conjunto, com o sistema embarcado tem como objetivo verificar o conjunto de processos que coletam os dados para a realização da tarefa, e também proporciona o rastreamento da área a ser cultivada, através do posicionamento global.

Com os auxilio do sistema embarcado, agrega-se uma nova forma de controle de administrar a produção agrícola; o trabalho em conjunto com a tecnologia adequada para cada tipo de lavoura e que esses sistemas venham a aprimorar, essa gestão de tarefas envolvidas na produção (SWINTON, 1998).

Possuímos tecnologias para o homem do campo, a favorecer sua produção, são agrupadas em seis categorias:

- Aplicação de softwares computacionais;
- Um sistema de posicionamento global (GPS);

- Um sistema de coleta de dados geográficos (SIG);
- Utilização de sensoriamento;
- Aplicação de sensores que se comunicam com controladores eletrônicos;
- Solicita adquirir, um manejo, processamento e estudo de quantidade de dados que variam no tempo.

A inclusão da tecnologia que permite aos agricultores, utilizar ferramentas jamais pensadas no passado, com resultados nunca antes alcançados e, quando efetuados de modo correto, com a qualidade nunca alcançada. (FORTIN; PIERCE, 1998)

O crescente desenvolvimento de novas tecnologias e dispositivos para adquirir dados em tempo real é importante para facilitar o estudo da análise, por meio de sensores, para construirmos uma automação nas máquinas agrícolas, e aplicar novas técnicas de manuseio da atividade a ser executada. Obtemos como base na agricultura de precisão algumas etapas de acordo com (AUERNHAMMER E SPECKMANN, 2006):

- O reconhecimento e a descrição da alteração, dos principais fatores restridentes, do desenvolvimento de um plano de atuação, manuseio da alteração e análise econômica e ecológica.

A automação da produção agrícola, ocorrida nas últimas décadas, proporcionou algumas mudanças nos alicerces dos custos dos produtos das organizações rurais, como exemplo disso, significa redução dos custos com mão-de-obra e a evolução dos custos com depreciação e manutenção de máquinas.

Com o investimento de empresas em desenvolver tecnologia no setor agrícola o custo de automação representa o segundo e principal gasto de produção da agricultura, fica atrás somente do custo de insumos (VIEIRA E BRIZOLA, 2009).

Por isso, nas propriedades mecanizadas, o monitoramento do trabalho realizado pelas máquinas e implementos agrícolas merece grande atenção.

2.5 A placa eletrônica arduino

O arduino é um sistema embarcado capaz de processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele.

O arduino é composto por uma plataforma de computação física ou embarcada, é o sistema que tem como vantagem relacionar-se com o ambiente por meio de hardware, sendo que obtemos uma variedade de placas arduino como:

- Uno
- Mega

A diferença entre essas duas placas seria basicamente o microcontrolador e o número de portas seriais e digitais que são oferecidas. (MCROBERTS, 2011)

A placa arduino apresenta, além das portas analógicas e digitais, um botão reset, alimentação para ligação em tomada de energia e comunicação via USB para ligação e comunicação com computador e leds de sinalização de condição ligado ou desligado. Esta placa de desenvolvimento é facilmente encontrada no mercado nacional. Os periféricos, também podem ser associados a esta placa de desenvolvimento, podem ser encontrados no mercado nacional. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>. Acesso em: 25 de março de 2018.

No arduino, dados coletados são transmitidos de um computador para a placa por bluetooth, wireless, USB, infravermelho.

A linguagem de programação do arduino é baseada em Wiring, semelhante a uma plataforma computacional comum, que é aplicada em ambiente de processos de multimídia (ARDUINO, 2013).

O arduino apresenta um sistema com código de livre acesso através de um microcontrolador de manejo simples e um ambiente para desenvolvimento do programa para a placa de controle. As placas são utilizadas com o intuito de interagir com objetos, tendo entradas para diversos sensores ou interruptores e controle de diversas saídas. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>. Acesso em: 23 mar. 2018.

A expansão do arduino pode ser aplicada da seguinte forma através de shields (escudos), que são placas com conjunto de dispositivos integrados por exemplo, receptores GPS e display de LCD (TIMMIS, 2011).

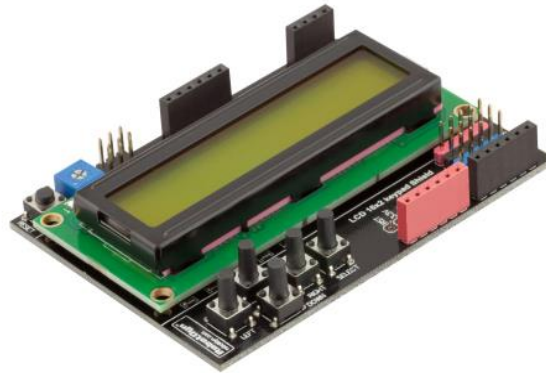


Figura 3 – LCD Shield

Disponível em: <https://pt.aliexpress.com/item/LCD-16x2-keypad-Shield-for-Arduino/32518836031.html>. Acesso 17/11/2018.

A plataforma arduino é bastante utilizada por ser amplamente divulgada no mundo, por causa de seu baixo custo, facilidade de operação, linguagem de fácil entendimento e possível uso em vários sistemas como, por exemplo: Windows, Macintosh OSX e sistema operacional Linux. A placa de controle do arduino é composta de entrada de dados (IN), como sensores, e saída de dados (OUT), como motores e leds, um cristal oscilador de 16 MHz, um regulador de tensão de 5V, botão de reset, plug de alimentação, pinos conectores, e alguns leds para facilitar a verificação do funcionamento.(WERNECK, 1996)

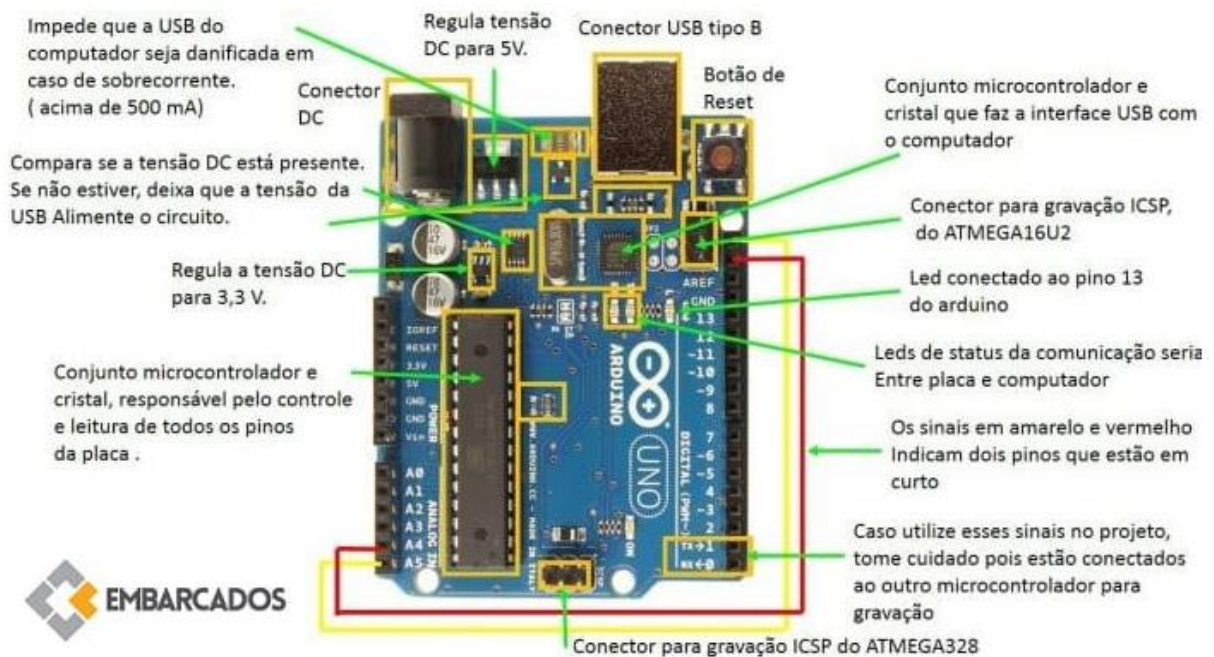


Figura 4 – Resumo dos recursos do arduino

Disponível <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>. Acesso 17/11/2018.

Muito importante salientar que a porta USB fornece alimentação enquanto estiver conectado ao computador, e a tensão de alimentação quando desconectado pode variar de 7V a 12V, devido ao regulador presente na placa. Foi efetuado um estudo com o auxílio do arduino para a aplicação de carga e descarga de um capacitor.

3. RESPOSTAS DE SENSORES EM TEMPO REAL

Nessa situação, a plantadeira estará em pleno funcionamento ocorrerá aplicação, do insumo (adubos, grãos) ao solo de acordo com a movimentação da plantadeira as informações dos sensores acoplados a máquina, efetuaram o envio dos dados coletados ao display, em tempo real, sendo assim possível supervisionar e controlar operações que se refere ao campo de produção.

Vantagens da aplicação de insumos com sensores:

- Fornece ao produtor uma aplicação com uma taxa adequada de insumo, apesar da deficiência de sensores no supervisório;
- Permite efetuar o controle e a quantidade total do insumo a ser aplicado, evitando a ocorrência de falta do produto durante a operação de plantio ou o excesso de insumo superior ao desejável;
- Realiza as leituras em tempo real de fluxo e nível e emite ao operador da máquina proporcionando precisão da aplicação;
- Operador tem pleno controle qualquer avaria nos dutos que fluem os insumos;

3.1 Sensores de fluxo

Os sensores de fluxo na plantadeira serão utilizados para efetuar a medição da quantidade de insumo que se mova no interior de um recipiente por uma escala de tempo. Os sensores são construídos com o intuito de medir a fluxo de materiais sólidos, líquidos limpos etc. No mercado possuímos sensores de fluxo que funciona efetuando a medição por volume por unidade de tempo, e o outro efetua a medição de massa por unidade de tempo. Células com extensômetro elétrico de resistência são importantes para o controle da massa em distribuidores de adubo (esterco sólido e líquido) ocorrendo assim à coleta de dados e efetuando a verificação se a quantidade satisfatória. Geralmente essa célula é posicionada na barra de engate da máquina. (MORGAN, M.T, 1995)

Em todo o mundo, existem culturas e climas diferentes que devemos levar em conta na hora de aplicar, o insumo visando o espaçamento adequado e a quantidade de semente

desejável por cada metro produzido. Possuímos no mercado plantadeira de médio a grande porte contam com o auxílio de sensores de umidade, profundidade e são excelentes para a germinação das plantas.

Uma plantadeira com sensor de profundidade de plantio utiliza sensor para verificar a quantidade de água no solo durante o plantio. Verificando-se a quantidade de água em comparação a profundidade que o disco de corte vai ter que trabalhar, a plantadeira pode automaticamente ser ajustada para efetuar o plantio com boa profundidade facilitando a germinação. Plantadeiras de médio a grande porte também utilizam um potencial elétrico de terra e um eletrodo isolado da sua estrutura produz um sinal elétrico que é utilizado por uma válvula controlada eletronicamente, a qual verifica a posição da roda e a profundidade aciona o cilindro hidráulico e verifica a nova posição de acordo com os dados de umidade do solo e os parâmetros programados.

As plantadeiras de precisão convencionais para pequenos produtores utilizam uma roda que é colocada em contato com a terra para acionar o processo de plantio e conectando o mecanismo para vim a efetuar o fluxo, por meio de uma corrente na parte lateral da plantadeira, que proporciona uma relação de transmissão de acordo com a velocidade do trator, haverá o deslocamento da máquina. Esse mecanismo nos proporciona um espaçamento entre sementes, e o sensor é capaz de detectar o fluxo de insumo. Para plantadeiras de precisão, as sementes são depositadas na terra que é determinada pelo espaçamento, geralmente se utiliza 80 cm a 1m entre as linhas de plantio e o espaçamento entre sementes é de 10 cm a 15 cm em cada linha. O modo de plantio da semente pode ser modificado, mas a distância entre linhas é fixa. A separação das sementes pode ser realizada desconectando o sistema de reservatório da plantadeira. Pelo desacoplamento da roda principal e do sistema do reservatório, e usando um processo de movimentação, a semente pode ser aplicada de maneira variada. A calibração das plantadeiras de precisão é realizada no campo, no início do plantio. O espaçamento dentro de cada linha é medido para determinar que a plantadeira envie a semente na condição desejada. O processo pode ser trabalhoso no começo do plantio para o operador, uma vez que precisará descobrir a semente para conferir o espaçamento médio, e se os sensores estão fazendo a leitura correta do número de sementes que flui pelo duto. Máquinas mais robustas permitem a modificação da variedade a ser semeada. Em um recipiente reserva ou divisão nos recipientes já contidos na máquina como controle e atuadores, para modificar o plantio durante o trabalho da plantadeira a campo (NEUHAUS e SEARCY, 1993).

3.2 Sensores e Transdutores

Os transdutores são aplicados na agricultura com principal finalidade a adquirir dados, e podem ser instalados em tratores e máquinas agrícolas. Possibilitam a coleta automatizada dos dados, eliminando-se assim erros gerados pela transcrição de dados e também aumentando a taxa de leitura das variáveis. (JOHNSON, 1997).

Os sensores transdutores são definidos como dispositivos altamente sensíveis em determinada energia do ambiente onde está acoplado poder ocorrer o contato luminoso, térmico, cinético, relacionando informações sobre uma grandeza que precisa ser medida, como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, etc. Um sensor muitas vezes não possui características eletrônicas para ser apropriado na aplicação do controle do sistema. Para que o sistema funcione, o sinal deve ser trabalhado antes de efetuar a possível leitura do sistema, normalmente passa por um dispositivo condicionador de sinais que funciona como uma interface para que o sinal seja lido pelo controlador. (THOMAZINI E ALBUQUERQUE, 2005)

Conforme pesquisado em trabalhos já finalizados, os transdutores são sensores que transformam grandezas físicas, como temperatura, luminosidade, magnetismo, peso, aceleração, intensidade do som, em grandezas elétricas, gerando sinais que podem ser transformados em circuitos eletrônicos, quantificados por um conversor analógico e digital.

Com isso pode se analisar que os sensores convertem variação de uma grandeza física (temperatura, pressão, velocidade, altitude, etc.) e enviam a informação de modo que seja lida pelos operadores da máquina ou enviadas para uma central de controle. A maior parte dos sensores aplicados na agricultura de precisão é de transdutores elétricos, pois eles transformam a grandeza de entrada para uma grandeza elétrica, que possa ser processada por um circuito eletrônico. (HOROWITZ E HILL, 1997)

3.3 Sensores de posição ou deslocamento

Os sensores de posição ou deslocamento são aplicados para efetuar a medição da posição do deslocamento ocorrido e a quantidade de movimento de um objeto em relação a um ponto de origem. Os sensores de deslocamentos podem ser utilizados para variadas atividades, como exemplo podemos citar:

- O sensor capacitivo utilizado em analisar o deslocamento de objeto na separação das placas de um capacitor seja modificado e a medida ocorrida pela leitura da capacitância dá a posição do objeto;

- O sensor de proximidade indutivo, e composto por uma bobina em torno de um núcleo e quando o objeto se aproxima do núcleo do objeto com estrutura metálica, a indutância oscila percebendo a movimentação do objeto.

Outros sensores são bastante utilizados como o potenciômetro e transformadores diferenciais. (BOLTON, 2010)

Os sensores de rotação são aplicados para conversão de movimentos rotativos ou deslocamentos lineares em pulsos elétricos, gerando uma quantidade correta e pulsos por volta em uma distribuição ao longo dos 360 graus de giro do eixo. Também conhecidos os sensores de rotação como um gerador de pulsos ou encoders que são objetos eletromecânicos. (FONTES, 2011)

De acordo com (Rosário, 2005) encoders como os sensores transdutores que transformam um movimento angular ou linear em uma série de pulsos digitais elétricos. Estes pulsos originados determinam velocidade, aceleração, distância posição ou direção. Suas principais aplicações são:

- Em eixos de robôs
- Controle de velocidade e posicionamento de motores elétricos;
- Posicionamento de motores elétricos, antenas, telescópios e radares;
- Além de medição de grandezas de forma direta ou indireta.

No caso dos encoders, (Bolton, 2010) cita que a vantagem de este sensor ser utilizado é que são lineares ou podem ser programados para qualquer outro tipo de resposta, são precisos, possuem desgaste muito baixo e o circuito de condicionamento é simples. A única desvantagem é que necessita ser adaptado a algum objeto mecânico.

3.4 Sensores de vazão

Os sensores de vazão são igualmente transdutores, que fornecem uma aferição da quantidade volumétrica de uma determinada substância, que transpõe pelo seu interior, que é um medidor de fluxo líquido e gases. Existem diversos tipos de sensores de vazão, sendo que os mais comuns usam engrenagens, dispostas no caminho do fluxo de líquido a ser medido, sendo que, quanto maior for o fluxo, maior é a rotação das engrenagens. Os sensores de vazão e rotação de uma engrenagem são convertidos em saída proporcional ou em pulsos por unidade de fluxo. (FONTES, 2011)

Os sensores de fluxo vêm com muitos recursos diferentes, dependendo da aplicação. Alguns são capazes de medir fluxo em vazões extremamente pequenas e apresentam diversos métodos utilizados para as medições.

Existem sensores medidores de fluxo de pressão denominados como placa de orifício, que apresentam uma obstrução num tubo, e a queda de pressão cria fluxos, onde é utilizada a equação de Bernoulli para manter a energia em dinâmica de fluidos, e assim podemos calcular a taxa de fluxo. Podemos encontrar no mercado sensores medidores de fluxo que se aplica em uma placa de orifício para obstruir o tubo, e compara a pressão até a velocidade do fluxo do líquido á sua pressão, onde o fluido é constringido pela placa. (KILLIAN, 2004)

3.5 Detectores de movimento por infravermelho

Os sensores infravermelhos empregam emissores e receptores infravermelho para a aquisição dos dados do movimento. Nesses sistemas utilizam-se transmissores que se encontram fixos nas principais articulações enquanto que os receptores são posicionados no ambiente de captura. Os receptores capturam os sinais emitidos pelos emissores e por meio da mudança de fase entre os sinais emitidos e recebidos calculam a distância entre o emissor e o receptor. Tendo a informação de distância entre o emissor e pelo menos três receptores, por meio de um processo de triangularização calcula-se a posição do emissor no espaço. As vantagens desse tipo de sistema é a possibilidade de captura de movimentos em alta frequência, e a pouca interferência da luz visível.



Figura – 5 Sensor reflexivo
Fonte: Prof. Marcelo Wendling

3.6 Sensor Ultrassônico

Esse sensor é muito utilizado na detecção de objetos a certa distância desde que estes não sejam muito pequenos, e capazes de refletir esse tipo de radiação.

O princípio de funcionamento desse sensor é o seguinte:

- Um oscilador emite ondas ultrassônicas (em torno de 42kHz), que resultam em um comprimento de onda na ordem de alguns centímetros, o que permite detectar objetos relativamente pequenos.

As ondas refletidas pelo objeto são captadas pelo sensor, fornecendo assim um sinal que pode ser processado trazendo informações sobre o objetivo no qual ocorreu a reflexão. O sensor também pode funcionar com o emissor e receptor em lugares separados, onde será detectada a presença de peças que bloquearem as ondas ultrassônicas, emitidas do emissor para o receptor.

Abaixo, alguns sensores ultrassônicos. O primeiro com o conjunto emissor-receptor no mesmo local; o segundo com emissor e receptor separados; o terceiro, uma aplicação na medição de nível em recipientes. (TOMAZINI ALBUQUERQUE, 2005).



Figura – 6 Sensores ultrassônico
Fonte: Prof. Marcelo Wendling

4 ARDUINO E SUA PROGRAMAÇÃO

4.1 Introdução

O desenvolvimento do software para o microcontrolador foi realizado por meio do ambiente integrado de desenvolvimento (IDE - Integrated Development Environment). Este

ambiente fornece ferramentas e bibliotecas que otimizam o desenvolvimento do software.

Por meio da programação do arduino, foi implementado um programa para fornecimento de dados para apresentar os parâmetros de desempenho na porta serial USB, em tempo real. Os sensores utilizados foram comunicados e conectados. O programa implementado tem a função de apresentar os dados obtidos pelos sensores. A utilização é dividida em funcionalidades podemos citar:

- O Menu Principal (onde se pode realizar todas as funções da aplicação).
- A barra de botões (barra facilitadora, que serve como atalho para o desenvolvedor encontrar determinados comandos).
- A área de programação (espaço de desenvolvimento onde serão escritos os códigos a serem inseridos na placa eletrônica arduino).
- Console do compilador (região de dados fornecidos em forma de mensagens, caso o programa seja gravado com sucesso ou dê algum tipo de erro, será exibida uma mensagem neste campo) e Barra de estado (informa qual foi à placa do arduino utilizada no processo de gravação), bem como seu processador e portas seriais utilizadas. (MCROBERTS, M., 2011a)

Ambiente de programação do aplicativo da placa eletrônica arduino, e serial monitor.

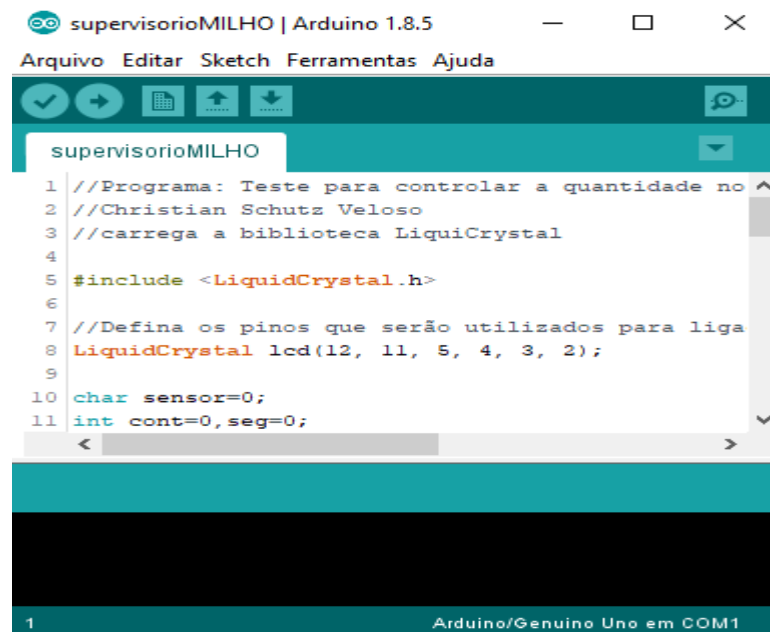


Figura – 7 Ambiente de programação

Fonte: Dados do Autor (2018).

O arduino inclui um monitor serial que permite que informações simples de texto sejam enviados à placa eletrônica arduino e recebidos, caso haja necessidade de utilização

deste recurso. No ambiente de programação da placa eletrônica o arduino é necessário definir a porta de entrada dos sinais dos sensores, e os valores iniciais das variáveis que serão utilizadas no sistema, bem como a taxa de transmissão de dados.

É realizada a estrutura de SETUP (configuração, instalação, organização, disposição ou regulagem), como demonstração de como funciona INPUT (porta de entrada) e possui uma transmissão serial com taxa de dados de 9600 bauds (MCROBERTS, M., 2011).

4.2 Programa contagem do milho em tempo real com auxílio do software proteus.

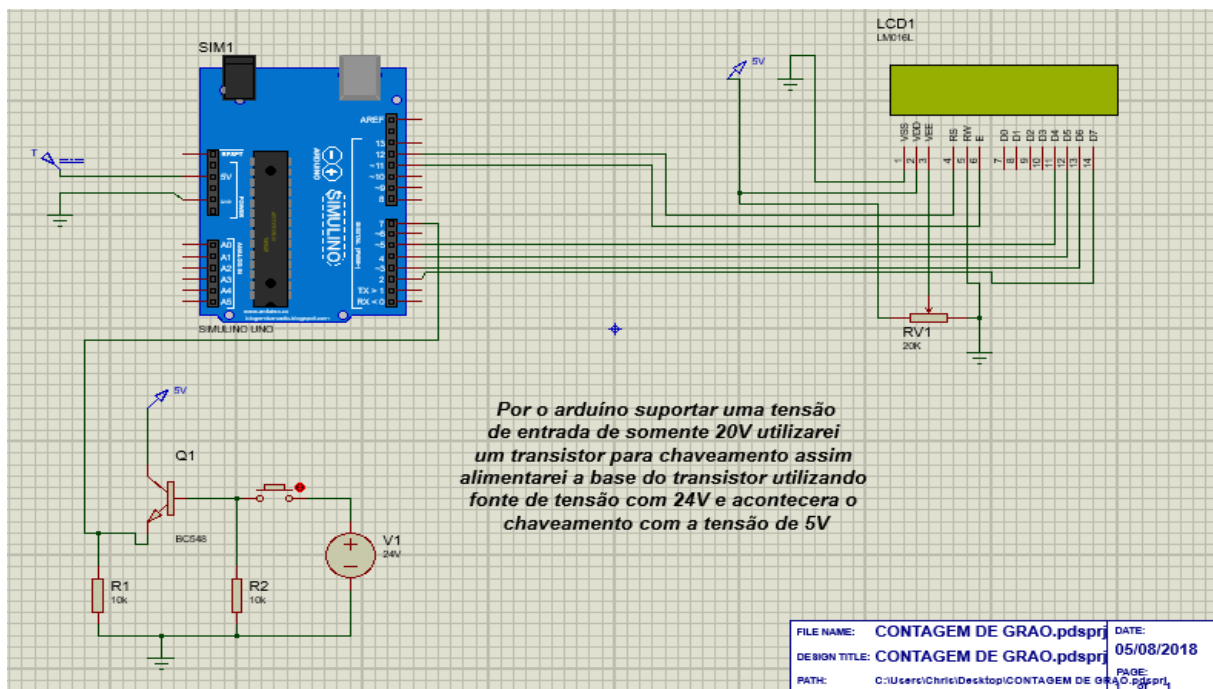


Figura – 8 Programa contagem do milho.

Fonte: Dados do Autor (2018).

4.3 Programa para supervisionar a adubação, contando com o auxílio do software proteus.

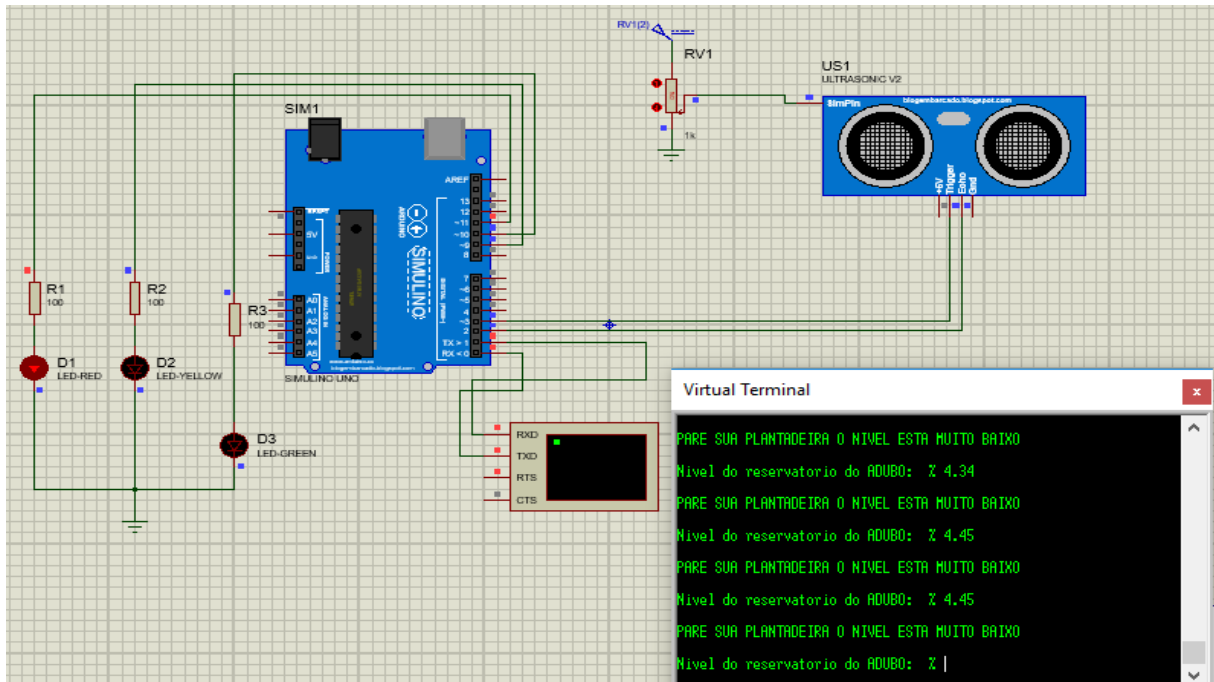


Figura – 9 Programa para supervisionar o adubo
Fonte: Dados do Autor (2018).

4.4 Sistema supervisório

Estes sistemas são considerados como uma automação que consiste em fornecer tecnologia através de software e efetuar representações gráficas pra que os processos sejam monitorados, efetuando o controle de dados em ambientes adversos e ilustrando as condições atuais do processo de plantio (SILVA, 2005).

Um sistema supervisório permite o monitoramento e controle de variáveis através de software, é possível o controle (umidade, profundida, vazão, nível) é aplicar em bons níveis de trabalho. Será possível obter os níveis, e assim verificamos se a faixa esta aceitável, caso o sistema não esteja adequado emitimos um sinal sonoro, sendo assim o operador faz a intervenção rapidamente no trabalho garantindo maior qualidade e aproveitamento da área plantada (SILVA, 2005).

De forma simples, pode-se dizer que um sistema supervisório destina-se á capturar e armazenar em um banco de dados, informações sobre um processo de produção. As informações vem de sensores inteligentes acoplados ao processo, que monitoram, capturam e fornecem os dados específicos (conhecidos como variáveis de processos) da planta industrial, para o sistema.

O sistema, por sua vez, analisa e armazena as informações em um banco de dados e em seguida mostra o resultado em telas customizadas no computador do usuário. Os sistemas supervisórios são conhecidos como SCADA (Controle Supervisório e Aquisição de Dados).

Podemos citar as seguintes vantagens quando se utiliza um sistema supervisório em um processo de produção:

- Análise de tendências: Baseado no histórico das informações do banco de dados, é possível tomar ações proativas para maximizar a produção da planta.
- Alarmes: sinaliza em tempo real, alguma falha no processo e registra essa falha no banco de dados para consultas futuras.
- Operação remota no processo: intervenção no processo, a partir da sala de controle.
- Geração de relatórios e gráficos: é possível gerar relatórios e gráficos sobre os alarmes e tendências.
- Aumentar a disponibilidade da planta: A partir das informações geradas em tempo real, permite identificar falhas e conseqüentemente otimizar as tomadas de decisão para manter a planta em operação (rodar o maior tempo possível sem paradas).

Disponível em: www.automacaoindustrial.info. Acesso 03/10/18.

4.5 Microcontrolador

A base do arduino é um microcontrolador. A maioria dos diversos componentes da placa destina-se ao fornecimento de energia elétrica e a comunicação da placa com o computador.

Na realidade, um microcontrolador é um pequeno computador dentro de um chip. Ele contém um processador, um ou dois quilobytes de memória RAM para guardar dados, uns poucos quilobytes de memória EPROM (memória flash) para armazenar os programas, e ainda pinos de entrada e saída. Esses pinos de entrada/saída ligam o microcontrolador aos demais componentes eletrônicos.

As saídas também podem ser analógicas ou digitais. Assim, você pode fazer um pino estar ativado ou desativado (0 volts ou 5 volts) permitindo que diodos emissores de luz (LEDs) sejam ligados ou desligados diretamente, ou você pode usar a saída para controlar dispositivos com potências mais elevadas, tal como um motor. Esses pinos também podem fornecer uma tensão de saída analógica. Isto é, você pode fazer a saída de um pino apresentar uma dada tensão, permitindo que você ajuste a velocidade de um motor ou o brilho de uma lâmpada, em vez de simplesmente ligá-los ou desligá-los. O microcontrolador de uma placa de Arduino é o chip (circuito integrado) de 28 pinos que está encaixado em um soquete no

centro da placa. Esse único chip contém a memória, o processador e toda a eletrônica necessária aos pinos de entrada e saída. Ele é fabricado pela empresa Atmel, que é uma das maiores fabricantes de microcontroladores. Disponível em:

http://srvd.grupo.com.br/uploads/imagensExtra/legado/M/MONK_Simon/Programacao_Ard uino/Lib/Cap_01.pdf. Acesso: 04/10/18

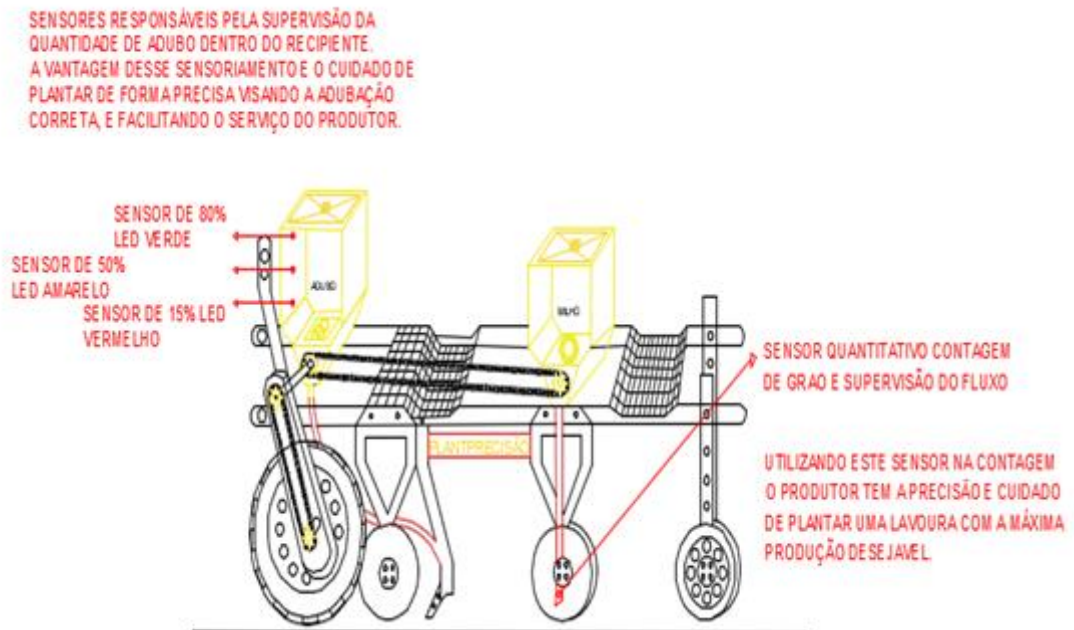


Figura 10- Esboço da plantadeira semeadora com supervisório de produção
 Fonte: Dados do Autor (2018).

5. ESTUDO DE CASO

O desenvolvimento de uma operacionalização eletrônica e uma aplicação em conjunto com os sensores que estarão conectados ao sistema de modo a adquirir dados do desempenho do trator durante o plantio, tendo em vista caracterizar o controle do desempenho desta máquina.

Os equipamentos eletrônicos são de plena importância para auxílio na construção de sistemas de monitoramento em tratores, que podem ser aplicados com GPS, fluxômetro de combustível, sensores indutivos e capacitivos (RUSSINI, 2009).

Um sistema de medição de fatores físicos do desempenho de tratores agrícolas depende fundamentalmente dos tipos de sensores que o constitui. Os sistemas mais comuns, moderadamente simples e normalmente de custo reduzido, desenvolvidos à fácil aplicação em qualquer trator nas mais variadas circunstâncias de trabalho, têm como sensores: (SERRANO, 2007).

- Um radar,
- Uma célula de carga,
- Um medidor de fluxo e sensores magnéticos de proximidade

O sensor de fluxo foi analisado através de verificar o fluxo de combustível de um trator, utilizando a placa arduino como um sistema que adquire dados, para em sequência coletar estes dados de forma eficaz e de baixo custo e consequentemente reduzir erros de coleta. Foi analisado o equipamento desenvolvido, que apresentou fácil operação, fornecendo dados de forma rápida, e com possibilidade de utilizar em outros tipos de máquinas agrícolas e em variadas formas de adquirir dados. (GARCIA, TAVOLARO E MOLISANI, 2015)

Foi efetuada a construção e montagem do protótipo para efetuar a medição do consumo de combustível em tratores, analisaram que o mesmo apresentou funcionalidade para variar o tipo de combustível, facilidade de instalação e operação, e também manutenção do mesmo. Este projeto proporcionou o controle de consumo a cada hora trabalhada, ocorreu à possibilidade de efetuar a medição do consumo específico com auxílio de dinamômetro ou de forma dinâmica mediante instalação de uma célula de carga para medição de tração da máquina (LOPES, 2003).

O protótipo da plantadeira foi desenvolvido por meio de uma placa de desenvolvimento arduino UNO. A alimentação externa é feita através do conector Jack com positivo no centro, onde o valor de tensão da fonte externa deve estar entre os limites 6V a 20V, porém se alimentada com uma tensão abaixo de 7V, a tensão de funcionamento da placa, que no arduino Uno é 5V, pode ficar instável e quando alimentada com tensão acima de 12V, o regulador de tensão da placa pode sobreaquecer e danificar a placa. Dessa forma, é recomendado para tensões de fonte externa valores de 7V a 12V. (WERNECK, 1996).



Figura- 11 Placa arduino UNO.

Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>. Acesso em: 25 de março de 2018.

As etapas da implementação do programa passaram pelo processo de construção do circuito na placa do arduino, na sequência efetuou-se a coleta e armazenagem de informações em formato txt do arquivo e foi possível a visualização gráfica em tempo real.

Para cada item desenvolvido na programação são ilustrados de forma didática para sua aplicação, com todos os códigos fontes necessária para o funcionamento de acordo com a plataforma arduino, que proporciona a reprodução de experimentos (CAVALCANTE, TAVOLARO E MOLISANI, 2011).

Em outro estudo utilizando plataforma arduino para controlar válvulas solenoides para possíveis soluções de erros de sistemas de análise de fluxo. No estudo foi possível observar que o arduino é um microcontrolador correto e com baixo custo e possui uma interface simples, permitindo a comunicação USB com dispositivos solenoides utilizados em sistemas de fluxo. (KAMOGAWA E MIRANDA, 2013).

De acordo com o solo a ser cultivado a velocidade da máquina é diferenciada, e os sensores atuam, a favor do operador controlando o fluxo de grãos, e efetuando a contagem. A adubação e o controle e da seguinte forma, os dados de medição do recipiente é captado pelo sensor, de acordo com distância acenderá três leds, com suas cores respectivas para cada nível. E utilizaremos um buzzer (sinal sonoro) para o operador ter o controle quando o recipiente estiver com nível muito baixo de insumo. Os sensores de insumos possuem uma desvantagem de certo modo, precisam de uma sincronização com o mecanismo de distribuição do insumo aplicado. A montagem e acoplamento do sensor devem estar na parte da frente da máquina, para que a parte mecânica de distribuição tenha um determinado tempo de correção do valor medido na aplicação.

A aplicação de sensores em máquinas e da seguinte forma: o trator esta sem se movimentar (estado de repouso) e logo em seguida, se movimenta 4m/s, o sensor deverá estar no mínimo a 4m do processo de distribuição do insumo (BLACKMORE, 1994).

A figura a seguir ilustra o modo de construção e como se necessita de uma estrutura adequada e que venha a fornecer resultados satisfatórios, a plantadeira é engatada aos braços do trator em conjunto ao terceiro ponto. E logo em seguida, o trator se desloca a certa velocidade e ocorre o fornecimento do adubo ao solo em conjunto com um disco de corte que faz uma ranhura no solo para que seja depositado o adubo de forma certa para que não venha

queimar a semente, e que as raízes da planta estejam em contato com o adubo para que desenvolvam, em seguida ocorrerá à cobertura da semente com a ajuda de duas rodas auxiliares na parte de trás da plantadeira, assim anulamos o ar garantido que a planta cresça de modo adequado. (RODRIGO E. H. SCHULZ, 2010)



Figura 12 - Estrutura da plantadeira
Fonte: Dados do Autor (2018).

A estrutura da plantadeira é comentada a seguir, como mostra a figura 11.

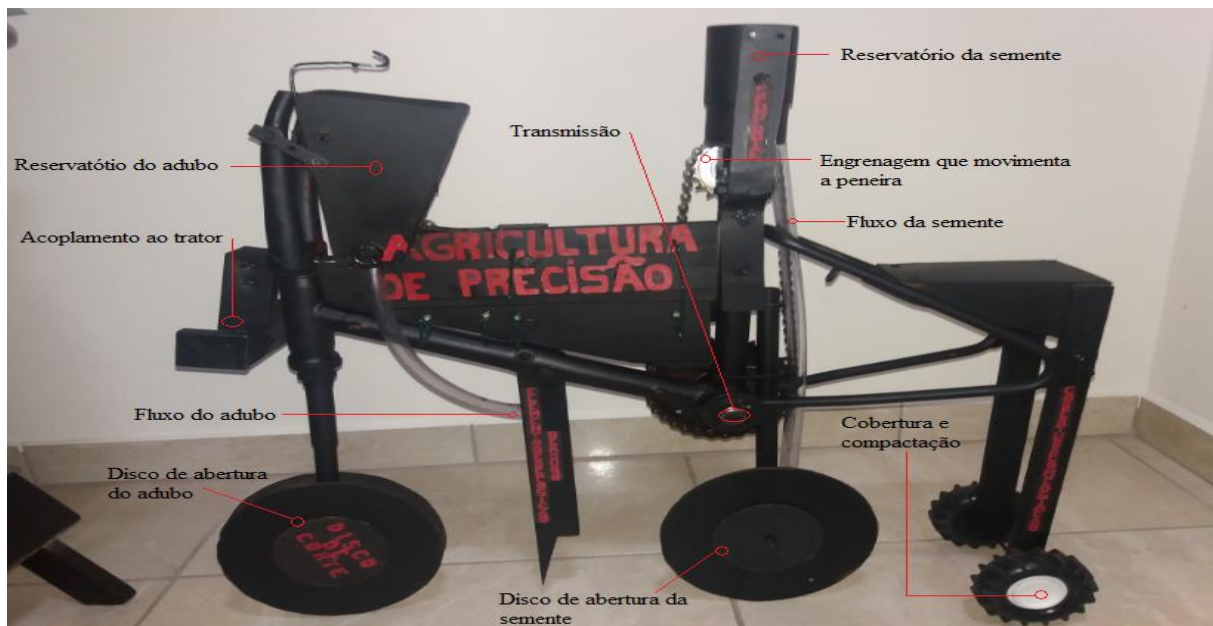


Figura 13 – Detalhamento da estrutura.
Fonte: Dados do autor (2018).

5.1 Módulo do reservatório e sistema de distribuição do adubo.

A estrutura do reservatório do adubo é citada a seguir:

No início da plantadeira possuímos o reservatório acoplado à estrutura de transmissão mecânica, módulo mecânico do fluxo de fertilizante, e o reservatório do insumo, constituído por um material de madeira de alta resistência, contendo uma tampa com a mesma resistência que possui um fechamento com uma pressão pré-determinada. (RODRIGO E.H SCHULZ, 2010)



Figura 14 – Localização de conjunto de transmissão do adubo.
Fonte: Dados do autor (2018).

5.2 Detalhamento da dosagem do adubo

A regulagem da quantidade desejada de fertilizante e controlada por kg/ha que é utilizada em um sistema mecânico com o auxílio de roscas sem-fim, e com a aplicação das correias nas rodas dentadas motrizes e engrenagens movidas, sendo que o insumo fluirá a partir das roscas sem fim. Para obter a quantidade necessária no plantio, o operador deve trocar as roscas sem-fim conforme comentado no manual do equipamento, com isso o operador deve verificar o número de dentes das rodas dentadas. Verificar se o fluxo de adubo é o realmente a ser aplicado na lavoura. Se acaso não for efetuar a troca das rodas dentadas.

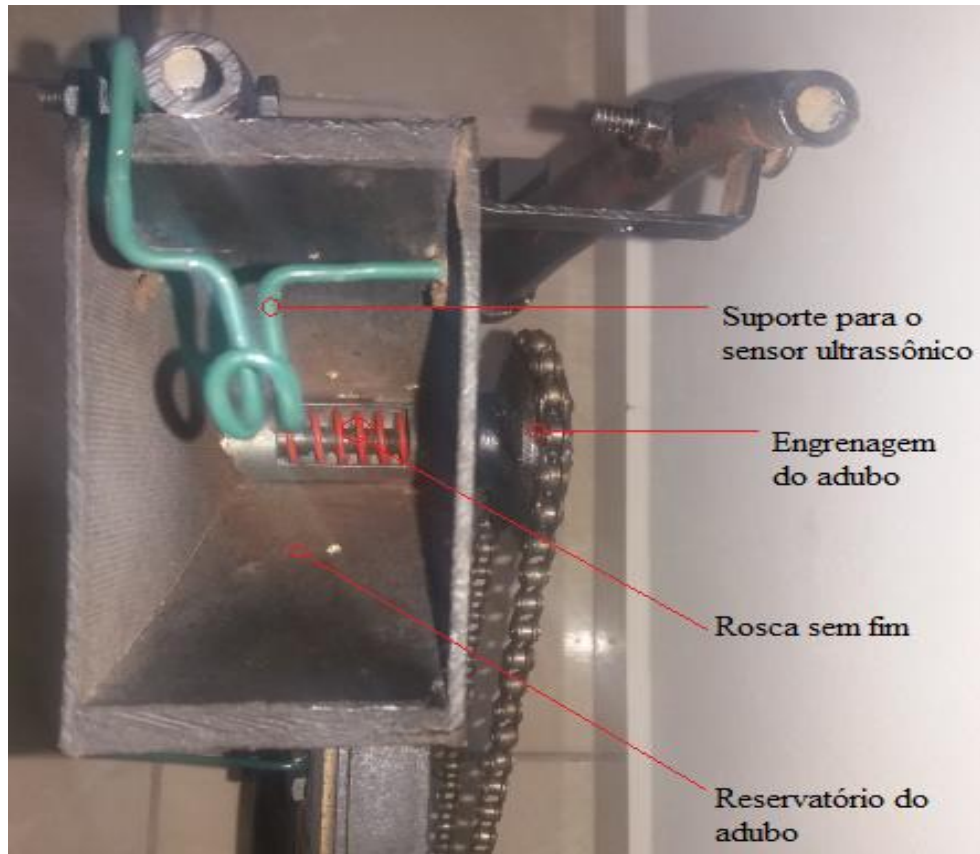


Figura 15 – Componentes da distribuição do adubo.
 Fonte: Dados do autor (2018).

5.3 Módulo de estrutura do reservatório da semente



Figura 16 – Localização do módulo de dosagem de semente.
 Fonte: Dados do autor (2018).

5.4 Detalhamento do módulo que flui a semente.

A base que se caracteriza pelo fluxo da semente tem como princípio de funcionamento constituído mostrado a seguir:

- Possui um reservatório de alumínio;
- Em seu interior conta com uma peneira que foi realizada a perfuração necessária para a determinada semente a ser utilizada no plantio;
- Acoplado ao reservatório de alumínio possui uma rosca em conjunto com uma engrenagem que faz o movimento de giro da peneira dentro do reservatório fazendo assim a semente fluir de modo contínuo.

O reservatório da semente pode ser visto por parte detalhada na figura a seguir.
(RODRIGO E.H SCHULZ, 2010)

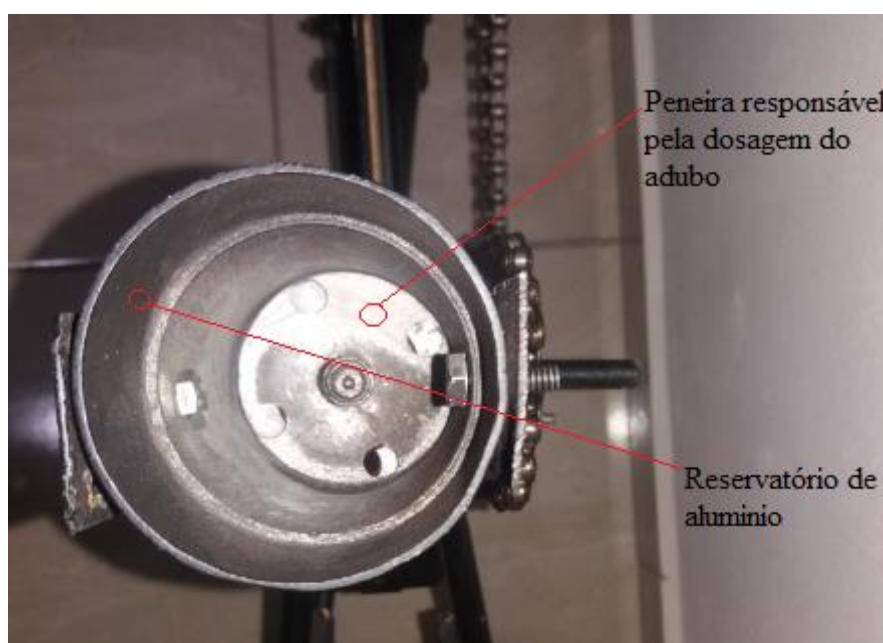


Figura 17 – Componentes do módulo do funcionamento que flui a semente.

Fonte: Dados do autor (2018)

5.5 Módulo de contato com o solo

Neste módulo é o contato com o solo, que é composto por três componentes como mostra a (fig. 16). Nesta figura pode ser visualizado:

- O elemento que é usado para fixar a parte de corte do solo onde será efetuada a deposição do adubo;
- O sistema de deposição da semente;

E o sistema de cobertura e compactação do solo, utilizando duas rodas na parte de trás da plantadeira. (RODRIGO E.H SCHULZ, 2010)

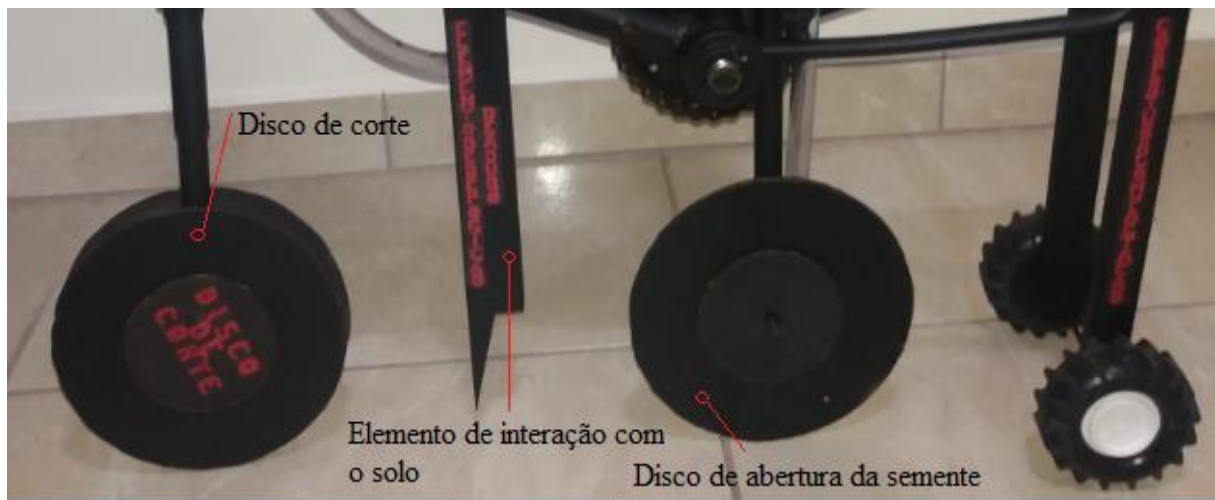


Figura 18 – Localização do módulo de interação com o solo.

Fonte: Dados do autor (2018).

5.6 Detalhamento do módulo de interação com o solo

O equipamento de preparo que efetua o corte no solo na aplicação do adubo tem uma função principal, que é a remoção da terra fazendo com que abra um duto no solo capaz de conter o adubo na posição adequada.

Este componente pode ser construído com uma chapa com uma ponteira forjada e um condutor de adubo em polímero soprado, que propicia uma menor aderência do fertilizante em suas paredes internas, assim evita a corrosão no condutor e uma proteção externa inferior feita de tubo com costura 1020 amassado formando uma proteção evitando o desgaste do condutor plástico. (RODRIGO E.H SCHULZ, 2010)



Figura 19 - Componente de corte do solo para ocorrer à deposição do adubo.

Fonte: Dados do autor (2018).

O sistema de aplicação da semente é composto por um disco que possui uma determinada altura e possuem uma pequena inclinação mostrada na figura a seguir, utilizada para ocorrer à abertura do solo para o plantio da semente. O sistema é constituído ainda por um duto condutor de semente (RODRIGO E.H SCHULZ, 2010).



Figura 20 - Sistema de deposição da semente.

Fonte: Dados do autor (2018).

O sistema de cobertura da plantadeira é composto por uma estrutura que contém duas hastes de ferro que é acoplada a um eixo fixo no centro de duas rodas que propiciará além da cobertura a compactação da solo. E um elemento muito importante, para não ocorrer à falha na lavoura, e deixando exposta a semente na terra. (RODRIGO E.H SCHULZ, 2010)



Figura 21 – Detalhamento do sistema de cobertura.
Fonte: Dados do autor (2018)

5.7 Módulo de transmissão de potência

O módulo de transmissão de potencia é dividido em duas partes, mostrados a seguir:

- O acionamento da semente;
- O acionamento do adubo.

Que estão dispostos na plantadeira na figura a seguir. (RODRIGO E.H SCHULZ, 2010)



Figura 22 – Localização do módulo de transmissão de potência da plantadeira.
Fonte: Dados do autor (2018)

5.8 Detalhamento do módulo de transmissão de potência

O sistema de potência é constituído por um cubo a partir de dois flanges e um tubo de aço, onde foram encaixado dois rolamentos de esferas, fixados através de anéis de retenção para furos, e vedados através de retentores. Entre os rolamentos encontra-se o eixo do sistema o qual é fixado posteriormente ao conjunto pelas porcas e finalmente a que transmitirá o torque através de uma corrente ao sistema de acionamento, que será detalhado nas figuras a seguir. (RODRIGO E.H SCHULZ, 2010)



Figura 23 – Detalhamento do módulo de transmissão de potência.
Fonte: Dados do autor (2018)

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com um eventual problema verificado por mim e por alguns proprietários da minha cidade Urubici-SC, que era baseado na produção, no que se diz respeito ao plantio de milho em lavouras, onde ocorria incidência de falha, causando prejuízos, e involuntários serviços extras. Foi proposto a construção de um supervisorio baseado em implementar, utilizando minha criatividade uma programação que atende-se e corrigisse esse problema de maneira simples e barata e de fácil manutenção. Com isso trouxe benefícios às lavouras com uma área melhor aproveitada, e com uma plantação com um bom rendimento por hectare.

A utilização da agricultura de precisão é basicamente uma “caixa preta” de um avião com entrada e saída de dados. As entradas de dados podem ser controladas, como insumos, sementes e defensivos, ou incontroláveis caso não obtenha um sistema adequado para controle dessa atividade (COOK & BRAMLEY, 1998)

Alguns estudos devem ser levados em consideração, quando se discute o rendimento de grãos e o controle de determinada atividade agrícola, que é chamada de “Lei dos Máximos”. Essa lei é fundamentada para sistemas de produção de modo controlado que identificam em números o processo de plantio e determina o rendimento de grãos e o grau de aceitação de possíveis erros de precisão dos sensores acoplados na plantadeira. Dessa forma vai depender do sensor para obter um rendimento máximo de grãos e um fornecimento adequado de insumo a semente (WALLACE, 1993).

Para melhor entendimento sobre a caixa-preta é um sistema que a agricultura de precisão representa a visualização de dados da produção, a qual apresenta os fatores de produção de modo geral através de Shields (LCD) ou sensores.

Devemos levar em conta também na área da agricultura, os fatores climáticos que são depositados no solo. Na agricultura de precisão possuímos o enfoque que é baseado em sensores, é o sensoriamento direto do solo na aplicação de sementes e insumos de forma variável. Neste método o insumo é aplicado e controlado com base em sensores que geram informações obtidas, em tempo real, usados para controle eletrônico da atividade o campo (ZHANG et al.,2002).

7. CONCLUSÃO

A agricultura de precisão tende a tomar cada vez mais espaço em propriedades rurais, por causa de novas tecnologias sendo desenvolvidas e também as já existentes permite que o empresário rural obtenha um grande conhecimento de cada área produzida em sua lavoura, o que proporciona a coleta de dados de insumos, e sementes possibilitando a tomada de decisões com base em dados coletados através de plataforma arduino, em conjunto com variados sensores com o dever de fornecer dados mais precisos.

O conceito de agricultura de precisão nas propriedades e basicamente, maximizar os lucros, além de um controle maior sobre as possíveis causas de redução da produtividade, e com esses recursos o agricultor poderá obter uma lavoura com uma produção homogênea sem incidências de falhas indesejáveis.

Para que a agricultura de precisão seja o diferencial da propriedade necessitamos de informações de nosso supervisor, e de um profissional (operador) que tenha um conhecimento do funcionamento da máquina para que a tecnologia possa ser implantada com sucesso.

Portanto, conclui que a agricultura de precisão, é uma tecnologia inovadora que vem para beneficiar e melhorar a qualidade das lavouras Brasileiras em conjunto com sistemas eletrônicos capazes de monitorar dados, que fazem a diferença no método de aplicação de insumos e sementes, consequentemente obtendo uma pequena margem de erro na propriedade que utiliza o sistema evitando o desperdício do dinheiro do proprietário da plantação.

O protótipo em si, demonstrou uma correção com cerca de 80% das incidências das falhas, não foi uma melhora mais eficaz por causa que os sensores, obter uma certa deficiências em sua precisão, mas mesmo assim ajudaria o produtos a ter um plantio homogêneo.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

ADAMCHUK, Viacheslav I. PERK, Richard L.; SCHEPERS, James S. **Precision Agriculture: Applications of Remote Sensing in Site-Specific Management**. Disponível em:<<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1706&context=extensionhis>> . Acesso em: 01 set. 2011.

ARDUINO. **Arduino home page**. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>. Acesso em: 25 de março de 2018

BLACKMORE, S. **Na introduction to precision farming**. Silsoe College, Inglaterra. 1997. Documento Referencial sobre Agricultura de Precisão. 1998. Núcleo de Gestão Tecnológico em Agricultura de Precisão – Embrapa. 1998.

CAMPO, P. do. **Agricultura de precisão. Inovações do campo**. Piracicaba. 2000. Disponível na Internet. [http://www1.portaldocampo.com.br/inovacoes/agric_precisao .htm](http://www1.portaldocampo.com.br/inovacoes/agric_precisao.htm) em 06 Mai. 2000.

CAMPOS, F. H. **Desenvolvimento de um programa computacional destinado à unidade móvel de ensaio na barra de tração (UMEB) para a avaliação do desempenho de tratores**. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2009.

COX, S. Information technology: the global key to precision agriculture and sustainability. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdam, v. 36, n. 2/3, p. 93-111, 2002. IMASA, Indústria de máquinas agrícolas Fuchs S/A. **Catálogo de peças Saga 540-640 740. 2010**.

KILIAN, C. **Modern control technology: components & systems**. 2nd ed. Portsmouth: Delmar Thomson Learning, 2004. 608 p

LI, Q. **Real Time concepts for Embedded Systems**. San Francisco: CMPBooks, 2003. 294 p.

MAX. **Plantadeira Seed-Line**. 2010. Prospecto eletrônico. Disponível em:<http://www.max.ind.br /upload/manuais/ 4_1.pdf> Acesso em: 03 nov. 2010.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec, 2011. 453 p.

MOLIN, J.P. Agricultura de precisão, parte I: O que é estado da arte em sensoriamento. Eng Agrícola, Jaboticabal, v.17, n.2, p.97-107, dez. 1977.

NOERGAARD, T. **Embedded system architecture: a comprehensive guide for engineers and programmers**. Oxford: Elsevier, 2005. 672 p

RUSSINI, A. **Projeto, construção e teste de instrumentação eletrônica para avaliação do desempenho de tratores agrícolas**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SEMEATO. **Plantadeira PH**. 2010. Prospecto eletrônico Disponível em:<
<http://www.semeato.com.br/produtoDetalhe.aspx?idProduto=16&linha=1&idLinha=3>>
Acesso em: 03 nov. 2010.

STALLINGS, W. **Operating systems: internals and design principles**. Boston: Prentice Hall, 2008. 800 p.

SILVA, Ana Paula Gonçalves, e SALVADOR, Marcelo. O que são sistemas supervisórios?- 2005.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. **Sensores industriais: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2005. 224 p.

TIMMIS, H. **Practical Arduino Engineering**. New York: Apress Academic, 2011. 328 p.

NETO, J. A. **A indústria de máquinas agrícolas no Brasil - origens evolução**. Rio de Janeiro, Revista de Administração de Empresas, p. 13, 1985.

6. ANEXO

```
//Programa: Teste para controlar a quantidade do fluxo de grãos utilizando o sensor reflexivo.
//Christian Schutz Veloso
//carrega a biblioteca LiquidCrystal

#include <LiquidCrystal.h>

//Defina os pinos que serão utilizados para ligação ao display
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

char sensor=0;
int cont=0,seg=0;
void contarSensor();
void setup()          //Executado uma vez ao ligar o arduino.
{
  pinMode(7, INPUT);
  Serial.begin(9600);  //Aguarda: segmento antes de acessar as informações do sensor.
  delay(1000);
  lcd.begin(16,2);    //Define o número de colunas e linhas do lcd.
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(3, 0); //Posiciona o cursor na coluna 3,linha 0.
  lcd.print ("GRAOS = "); //Envia o texto entre aspas para o lcd.
  lcd.setCursor(11, 0);
  lcd.print(cont);

}
void loop()          //Método loop, executado enquanto o arduino estiver ligado.
{
  delay(20);
  contarSensor();    //contador que o responsável pelo display.

  Serial.print("GRAOS = ");
  Serial.println(cont);
}
```

```

Serial.println(" "); segmento=0.
}
void contarSensor(void)
{
sensor=digitalRead(7);
if (sensor==1) //Se comparação ao sensor ser 1.
{
cont ++;
lcd.clear();
lcd.setCursor(3, 0);
lcd.print("GRAOS = ");
lcd.setCursor(11, 0);
lcd.print(cont);

while (sensor==1) //Enquanto sensor for 1.
{
delay (500);
sensor=digitalRead(7);
Serial.print("GRAOS= ");
Serial.println(cont);
Serial.println(" "); segmento =0;
}
}
}

// Programa: Teste para supervisionar o reservatório do adubo
// Christian Schutz Veloso
#include "Ultrasonic.h"

int echoPin = 2; // pinos responsável pela ligação do sensor ultrasonic
int pingPin = 3; //
const int vermelho = 11; // led red
const int verde = 10; // led green
const int amarelo = 9; // led blue

```

float tempo; // float é quando você vai declarar uma variável que vai receber um número real
ex: 1,4

float nível_porcentagem;

void setup (){

Serial.begin (9600);

pinMode(pingPin, OUTPUT); // pino de pingPin saída

pinMode(echoPin, INPUT); // pino echoPin entrada

pinMode(vermelho, OUTPUT); // pino do led red saída

pinMode(verde, OUTPUT); // pino do led green saída

pinMode(amarelo, OUTPUT); // pino do led yellow saída

}

void loop(){ // laço de repetição

digitalWrite(pingPin, LOW);

delayMicroseconds(2);

digitalWrite(pingPin, HIGH);

delayMicroseconds(10);

digitalWrite(pingPin, LOW);

tempo = pulseIn(echoPin,HIGH);

nível_porcentagem = tempo /29/2;

Serial.print("Nível do reservatório do ADUBO: ");

Serial.print(" % ");

if(nível_porcentagem<12){

if(nível_porcentagem<7){

if(nível_porcentagem<7){

if(nível_porcentagem<5){

digitalWrite (vermelho, LOW);

digitalWrite (verde, HIGH);

```

digitalWrite (amarelo, LOW);
delay (500);
digitalWrite (vermelho, LOW);// PISCARÁ RAPIDAMENTE O LED GREEN SE
FOR MENOR QUE 5CM
digitalWrite (verde, LOW);
digitalWrite (amarelo, LOW);
Serial.print (nivel_porcentagem);
Serial.println();
Serial.println();
Serial.print("RESERVATÓRIO ESTA COM 100% DA CAPACIDADE ");
Serial.println ();
Serial.println();
Serial.print ("BOA TARDE E OTIMO TRABALHO");
Serial.println ();
Serial.println();
delay (500);
} // fim 4 if
else{
    digitalWrite(vermelho, LOW);
    digitalWrite(verde, LOW);
    digitalWrite(amarelo, HIGH);
    delay(250);
    digitalWrite (vermelho, LOW);
    digitalWrite (verde, LOW);
    digitalWrite (amarelo, LOW);
    Serial.print (nivel_porcentagem);
    Serial.println();
    Serial.println();
    Serial.println ("NIVEL DO ADUBO COM 50% DE CAPACIDADE ");
    Serial.println();
    Serial.println();
    delay(500);
    }//fim 4 else
} // fim 3 if

```

```
    else{
        digitalWrite (vermelho, LOW);
        digitalWrite (verde, LOW);
        digitalWrite (amarelo,HIGH);
        Serial.println (nivel_porcentagem);
        Serial.println ();
        Serial.println ();
        Serial.println ("NIVEL DO ADUBO COM 50% DE CAPACIDADE");
        Serial.println ();
        Serial.println ();
        delay (500);
    }// fim 3 else
} // Fim 2 if
else{
    digitalWrite(vermelho,LOW);
    digitalWrite(verde, LOW);
    digitalWrite (amarelo, HIGH);
    Serial.print (nivel_porcentagem);
    Serial.println();
    Serial.println();
    Serial.println ("NIVEL DO ADUBO COM 50% DA CAPACIDADE");
    Serial.println();
    Serial.println();
    delay(500);
} //fim 2 else
} // fim 1 if
else {
    digitalWrite (vermelho, HIGH);
    digitalWrite (verde, LOW);
    digitalWrite (amarelo, LOW);
    delay (500);
    digitalWrite (vermelho,LOW);
    digitalWrite (verde, LOW);
    digitalWrite (amarelo, LOW);
```

```
Serial.print (nivel_porcentagem);  
Serial.println();  
Serial.println();  
Serial.print(" PARE SUA PLANTADEIRA O ADUBO ESTA COM 5% DE  
CAPACIDADE");  
Serial.println();  
Serial.println();  
delay (500);  
} //fim 1 else  
} // fim vood loop
```



Figura – 24 Plantadeira com o supervisor do milho.
Fonte: Dados do Autor (2018).



Figura – 25 Plantadeira com o supervisor do adubo.
Fonte: Dados do Autor (2018).