

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA**

ROBSON JEAN KREUZ

MONITORAMENTO DE SEMEADURA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**TOLEDO
2018**

ROBSON JEAN KREUZ

MONITORAMENTO DE SEMEADURA

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, para obtenção de grau em Bacharel em Engenharia Eletrônica.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Cavalcanti Jeronymo

TOLEDO

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso Nº 78

MONITORAMENTO DE SEMEADURA

por

Robson Jean Kreuz

Esse Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 13h30 do dia **23 de Novembro de 2018** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Eletrônica**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

Prof. Dr. Andrés Eduardo Coca Salazar
(UTFPR-TD)

Prof. Me. Bruno Meneghel Zilli
(UTFPR-TD)

Prof. Dr. Daniel Cavalcanti Jeronimo
(UTFPR-TD)
Orientador(a)

Prof. Dr. Fabio Rizental Coutinho
Coordenador(a) da COELE

RESUMO

Kreuz, Robson Jean. **Monitoramento de sementeira**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso 2, bacharelado em Engenharia Eletrônica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2018.

Agricultura de precisão é um tópico crescente na pesquisa agropecuária. Trata-se de combinar diferentes fontes de informações sobre a colheita a fim de automatizar o processo agrícola, melhorando a produtividade e obtendo um lucro maior no final da produção. Essa tecnologia primeiramente prepara o solo com análise da terra efetuando uma correção da mesma. Na fase da sementeira o monitoramento de sementes e adubo, previne falhas no processo. Na aplicação de fungicidas o processo é automatizado e na colheita de grãos, existem sensores para evitar perdas do produto. A sementeira automatizada de sementes e adubo é realizada por sementeiras, máquinas de precisão cujo objetivo é distribuir sementes em determinado padrão. Estas máquinas permitem a conexão de um monitor de sementeira, dispositivo composto por uma central de processamento, interface com o usuário e múltiplos sensores, como de passagem de semente e de passagem de adubo. É proposto neste trabalho o desenvolvimento de um monitor de sementeira. O monitor implementado, oferece, além dos sensores de semente e adubo, uma interface de comunicação *Bluetooth*, e botão de acionamento de iluminação, controle por aplicativo em aparelho celular, podendo haver um usuário monitorando a sementeira.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. Processo agrícola. Modernização da agricultura.

ABSTRACT

Kreuz, Robson Jean. **Monitoring of sowing**. 2018. Completion of Course 2, baccalaureate in Electronic Engineering - Federal Technological University of Paraná. Toledo, 2018.

Precision agriculture is growing topic in agricultural research. It involves combining different sources of harvesting information to automate the agricultural process, improving productivity and making greater profit at the end of production. This technology first prepares the soil with analysis of the earth making correction of the same. In the sowing phase the monitoring of seeds and fertilizer prevents process failures. In the application of agrototoxic the process is automated and in grain harvesting, there are sensors to avoid product losses. Automated seed and fertilizer sowing are performed by seeders, precision machines whose purpose is to distribute seeds in given pattern. These machines allow the connection of sowing monitor, device composed of processing center, user interface and multiple sensors, such seed passage and fertilizer passage. The development of sowing monitor is proposed in this work. In addition to the seed and fertilizer sensors, the implemented monitor offers Bluetooth communication interface and pushbutton for illumination, control by application in mobile device to uses an android operating system, and there may be user monitoring the sowing.

Keywords: Precision agriculture. Agricultural process. Modernization of agriculture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Análise Ambiental.....	8
Figura 2: Modelos de semeadeiras da marca PLANTI CENTER.....	9
Figura 3: Modelos de pulverizadores.....	10
Figura 4: Colheitadeira modelo TC57 New Holland.....	10
Figura 5: Diagrama de componentes do projeto.....	13
Figura 6: Encapsulamento fabricados para os sensores de semente.....	15
Figura 7: Disposição do sensor de semente na linha da semeadeira.....	16
Figura 8: Esquema de sensoriamento no condutor de adubo.....	17
Figura 9: Disposição do sensor de adubo.....	18
Figura 10: Sensor indutivo juntamente com rele.....	19
Figura 11: Disposição do sensor de distância.....	19
Figura 12: PIC 18F4550.....	20
Figura 13: Módulo <i>Bluetooth</i> HC-05.....	20
Figura 14: Conversor de nível logico RC.....	21
Figura 15: Diagrama elétrico da central de processamento.....	21
Figura 16: Diagrama elétrico do regulador de tensão.....	22
Figura 17: Regulador de tensão.....	22
Figura 18: Tela do aplicativo.....	23
Figura 19: Tela do aplicativo com ênfase na linha 1.....	24
Figura 20: Semeadeira Max PC 2126.....	25
Figura 21: Sistema resumido executado.....	26
Figura 22: Diagrama elétrico do sensor de semente.....	27
Figura 23: Placa perfurada.....	27
Figura 24: Diagrama elétrico e sentido de leitura do sensor de semente final.....	28
Figura 25: Ajuste feito no sistema de pás do sensor de adubo.....	29
Figura 26: Site utilizado para fazer o aplicativo Android.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de materiais e valores	14
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	Objetivo	11
1.1.1	Objetivo Geral.....	11
1.1.2	Objetivo Especifico	11
1.2	Justificativa.....	11
1.3	Referencial Teórico	11
2	METODOLOGIA	13
2.1	Funcionamento Geral.....	13
2.2	Materiais	14
2.3	Sensores.....	15
2.3.1	Sensor de Queda de Semente	15
2.3.1.1	Encapsulamento do Sensor de Queda de Semente	15
2.3.2	Sensor de Adubo.....	16
2.3.2.1	Localização do Sensor de Adubo	17
2.3.3	Sensor de Distância	18
2.3.3.1	Desenvolvimento	18
2.4	Central de Processamento.....	20
2.4.1	Regulador de Tensão.....	22
2.5	Aplicativo Android	23
2.5.1	Desenvolvimento.....	23
2.5.2	Conexão <i>Bluetooth</i>	23
2.5.3	Leitura de Sensores	24
2.5.4	Observações	24
2.6	Semeadeira.....	24
3	RESULTADOS.....	26
3.1	Sensor de Queda de Semente.....	26
3.2	Sensor de Adubo	28
3.3	Sensor de Distância	29
3.4	Central de Processamentos.....	29
3.5	Aplicativo Android	30
4	CONCLUSÃO	31
5	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	32

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia no ramo da agricultura tem-se obtido uma melhor produção e assim um maior lucro, está vem avançando tanto no preparo do solo quanto na semeadura, pulverização e colheita. Um dos impulsos para esta evolução vem da política da agricultura de precisão, que incentiva e demonstra aos produtores que a tecnologia ajuda a obter resultados melhores no cultivo (DE ANDRADE et al, 2011).

Atualmente há métodos para analisar as propriedades da terra em pontos específicos da lavoura, através de coleta de amostras de terra. Após coleta estas são enviadas para laboratórios especializados, emitindo assim um laudo de resultado para o produtor, que por sua vez poderá fazer a correção da lavoura usando caminhões que possuem sistemas para espalhar os nutrientes necessários (BALASTREIRE, 1987).

A Figura 1 mostra uma análise realizada em um lote de terra localizado em Cerro Da Lola – Toledo – Paraná. Foram coletadas quatro amostras de terra as quais foram enviadas para a empresa TERRANÁLISES para efetuar a análise. As correções que precisaram ser feitas estão na parte direita da imagem.

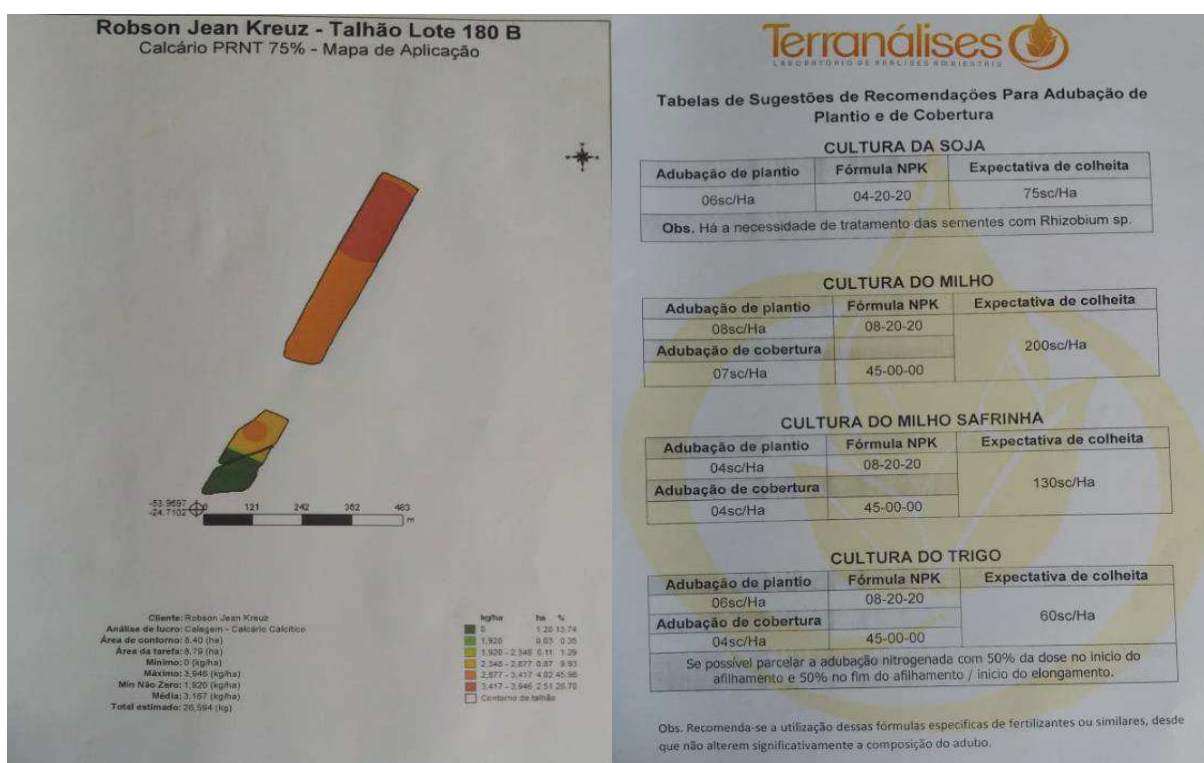


Figura 1: Análise Ambiental

Fonte: TERRANÁLISES

Na semeadura, há máquinas que lançam os grãos linearmente na terra, estas chamadas de semeadoras, aonde tem-se uma grande variedade delas, tanto em quantidade de linhas quanto em marcas e modelos, na Figura 2 há modelos da marca PLANTI CENTER, a qual possui semeadeiras de 7 até 45 linhas, estas espaçadas em 45 cm uma da outra, já as da marca BALDAN, a qual possui semeadeiras de 3 até 42 linhas, estas também com espaçamento entre linhas de 45 cm.



Figura 2: Modelos de semeadeiras da marca PLANTI CENTER

Fonte: PLANTI CENTER

Um método novo de monitoramento das semeadeiras ajuda a evitar falhas na semeadura, pois são instalados sensores nos dutos que conduzem a semente ao solo para poder observar a quantidade de grão que está sendo semeado por metro. Também possui sensores nos dutos do adubo para identificar possíveis falhas no mesmo.

O controle de pragas é feito por pulverizadores (Figura 3), máquinas que possuem bicos que pulverizam o agrotóxico na cultura. Nestes equipamentos é possível instalar um sistema que possui GPS, que ajuda a evitar que áreas fiquem sem pulverização ou com sobreposição.



Figura 3: Modelos de pulverizadores

Fonte: Autoria Própria

A colheita é efetuada por colheitadeiras (Figura 4) de diversas marcas e séries, as quais possuem vários sensores, que monitoram as peneiras que deixam cair para o reservatório somente os grãos, como sensores que identificam perdas na debulha (extração de grãos), entre outros sensores.



Figura 4: Colheitadeira modelo TC57 New Holland

Fonte: Autoria Própria

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é implementar um sistema de monitoramento de queda de sementes para semeadora e fluxo do adubo (Produto químico utilizado para fertilizar ou regenerar a terra).

1.1.2 Objetivo Especifico

- Detectar a queda das sementes utilizando sensores infravermelhos
- Comunicar via *Bluetooth*, a central de processamentos localizada na semeadora e o aplicativo *Android*
- Identificar fluxo nos condutores de adubo por sensor infravermelho
- Identificar rotação na roda da semeadeira através de um sensor indutivo
- Iluminação na semeadeira com acionamento por aplicativo

1.2 Justificativa

Após pesquisas dos sistemas que estão no mercado, foram constatadas algumas lacunas tecnológicas. Não possuem sistema de monitoramento de adubo, caso aja falha na queda do adubo em um cultivo a planta terá um mau desenvolvimento, e com isso o produtor terá um menor lucro. Não possuem uma comunicação *bluetooth* com controle por aplicativo em aparelho celular ou *tablet*, este evita falhas na comunicação ocasionadas por quebra de fios e ainda diminui o custo total do equipamento pois o produtor não precisará mais comprar uma IHM (Interface-homem-máquina).

1.3 Referencial Teórico

Após contato com a cooperativa Coamo, localizada na cidade de Toledo-PR, descobriu-se que ela trabalha com duas marcas de monitoramento: SafraMax e Pro Solus. De acordo com as informações disponibilizadas no site da SafraMax (SAFRAMAX – SOLUÇÕES DO SEMEADURA À COLHEITA) o monitor mais sofisticado é o SM3, o qual possui as seguintes características:

- Monitoramento de fluxo de sementes, utilizado para identificar falhas na semeadura;

- Informação de linhas conectadas;
- Horas trabalhadas;
- Contagem de sementes (por linha e total), para obter melhor entendimento do usuário (proprietário);
- Comparativo entre linhas (quedas de semente);
- Sementes por metro (área plantada);
- Hectarímetro (parcial e total);
- Odômetro (distância linear percorrida);
- Velocímetro (monitora a velocidade de semeadura);

O PSX 9 é o monitor mais sofisticado da marca Pro Solus (PRO SOLUS), o qual segundo o site, possui as seguintes características:

- Registro automático de linhas;
- Sistema expansível até 80 sensores;
- Resistente à água e à poeira;
- Contagem de sementes por metro e por linha;
- Adaptável a qualquer plantador ou cultivador;
- Luz de fundo que permite a semeadura noturna;
- Velocidade de semeadura;
- Medidor de área e horas;
- População de sementes;
- Voltímetro;
- GPS.

2 METODOLOGIA

Neste capítulo será descrita a visão geral do sistema implementado. É descrito o funcionamento dos sensores necessários para o projeto. Logo após, é discorrido sobre a central de processamento do sistema, responsável pela comunicação e tratamento dos dados. Por fim, a interface de um aplicativo móvel.

2.1 Funcionamento Geral

O sistema é composto por sensores de queda de semente, sensores de adubo e sensores de distância. Estes se comunicam com a central de processamento, sistema que possui um chip que calcula os procedimentos através de um algoritmo implementado. Após realizar todo, o processo se comunica via I2C (comunicação que trabalha no modelo mestre-escravo com pelo menos um dispositivo atuando como mestre e os demais como escravos) com o módulo *bluetooth*, transmitindo assim os dados necessários para que o aplicativo mostre graficamente ao operador o que está acontecendo na semeadora.

Após o usuário instalar o aplicativo (TK – Nome posto ao aplicativo) desenvolvido e executar no seu celular ou *tablet*, irá se conectar com o módulo *bluetooth* localizado na central, através do ícone de conexão, tendo feito isso, receberá os dados da semeadeira, como quantidade média de grãos por linha, velocidade de semeadura, área semeada aproximada, horas de serviço. Estes dados são todos processados na central, a qual faz a leitura dos sensores na semeadeira, e armazena elas na sua memória. Além disso, o aplicativo possui identificação de falha de linha, o qual mostra a linha com falha e emite um alerta sonoro para identificação da falha pelo usuário.

A Figura 5 apresenta a organização do projeto em forma de diagrama de blocos.

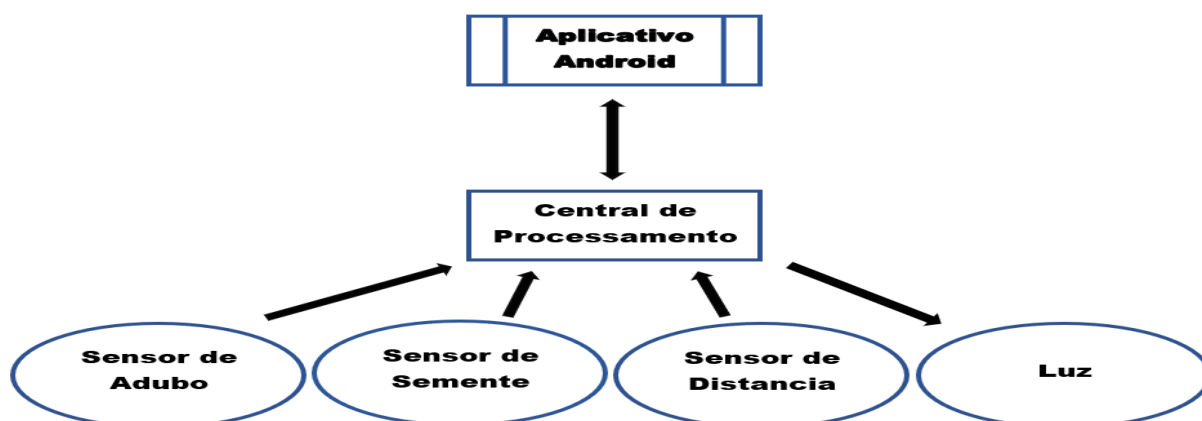


Figura 5: Diagrama de componentes do projeto

Fonte: Autoria própria

2.2 Materiais

Na Tabela 1 é apresentada uma lista dos componentes que serão adquiridos para o projeto com finalidade de implementação da proposta para a semeadeira, a qual possui 6 linhas.

Tabela 1: Lista de materiais e valores

SISTEMA	COMPONENTE	QUANT	VALOR UN.	VALOR
SENSOR DE SEMENTE	Led Emissor – TIL32	18	R\$ 0,50	R\$ 9,00
	Led Transmissor - TIL78	18	R\$ 0,50	R\$ 9,00
	Resistor 200 Ω	18	R\$ 0,50	R\$ 9,00
	Resistor 10 k Ω	18	R\$ 0,50	R\$ 9,00
	Base	12	R\$15,00	R\$180,00
SENSOR DE ADUBO	Led Emissor – TIL32	6	R\$ 0,50	R\$ 3,00
	Led Transmissor - TIL78	6	R\$ 0,50	R\$ 3,00
	Resistor 200 Ω	6	R\$ 0,50	R\$ 3,00
	Resistor 10 k Ω	6	R\$ 0,50	R\$ 3,00
	Base	6	R\$15,00	R\$90,00
SENSOR DE DISTANCIA	Sensor indutivo LJ18A3-8-Z/BX	1	R\$30,00	R\$30,00
	Rele	2	R\$ 5,00	R\$10,00
	Base	2	R\$15,00	R\$30,00
CENTRAL DE PROCESSAMENTO	PIC 18F4550	1	R\$45,00	R\$45,00
	Resistor 10 Ω	1	R\$ 0,50	R\$ 0,50
	Resistor 10 k Ω	1	R\$ 0,50	R\$ 0,50
	Resistor 470 Ω	1	R\$ 0,50	R\$ 0,50
	Capacitor 1 μ F	1	R\$ 0,20	R\$ 0,20
	Capacitor 15 pF	3	R\$ 0,20	R\$ 0,60
	Modulo <i>Bluetooth</i> HC-08	1	R\$50,00	R\$50,00
	Cristal oscilador 20MHz	1	R\$ 1,00	R\$ 1,00
	L7805	2	R\$ 5,00	R\$10,00
	LD1117V33	1	R\$ 5,00	R\$ 5,00
	Conversor nível logico	1	R\$10,00	R\$10,00
	Base	1	R\$15,00	R\$15,00
				TOTAL

Fonte: Autoria própria

2.3 Sensores

Nesta subsecção são discutidos os sensores que foram utilizados neste projeto.

2.3.1 Sensor de Queda de Semente

Este sensor é utilizado para identificar se está ocorrendo queda de semente da caixa para o solo, podendo assim, evitar falhas na semeadura. Composto por LEDs infravermelhos, que são capazes de fazer a leitura da queda dos grãos através do emissor (TIL 32) e o receptor (TIL78). Os sensores estão posicionados em contraposição formando assim uma chave óptica. Este método de detecção age quando houver uma interrupção no feixe luminoso, fazendo com que o microcontrolador (PIC16F677) mude o nível lógico da sua saída (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2005).

2.3.1.1 Encapsulamento do Sensor de Queda de Semente

A Figura 6 mostra o encapsulamento utilizado para proteção dos sensores. O objeto com quatro furos em formato retangular, à direita da figura, encaixa dentro do rebaixo da peça a esquerda formando assim um encapsulamento fechado. O objeto a esquerda possui estas quatro furações para que os LEDs encaixem dentro. Foram utilizados dois conjuntos destes para cada linha, um para os emissores e outro para os receptores, disposição ilustrada na Figura 7.

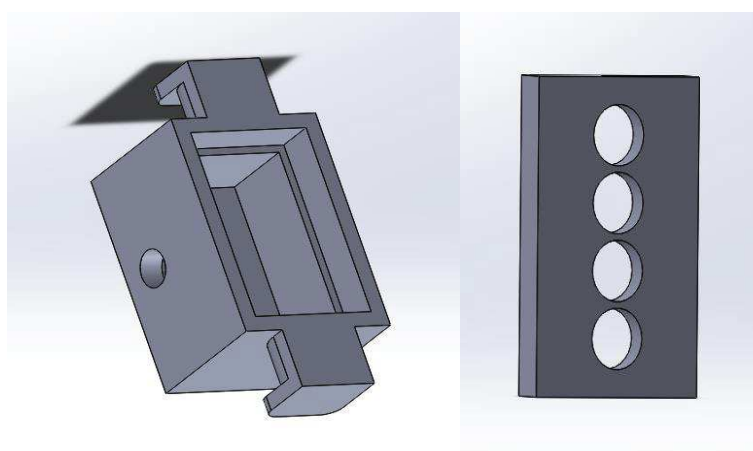


Figura 6: Encapsulamento fabricados para os sensores de semente
Fonte: Autoria própria

Após montagem do circuito dentro deste encapsulamento (identificados com círculos em azul), ele foi posicionado no condutor de semente que é em plástico preto (identificados com círculo em vermelho), como ilustrado na Figura 7. Para que houvesse a passagem de luz infravermelha de uma extremidade a outra, formando uma malha de detecção, foram feitos furações no condutor de semente.



Figura 7: Disposição do sensor de semente na linha da semeadeira
Fonte: Autoria própria

2.3.2 Sensor de Adubo

Os sensores de adubo são utilizados para evitar possíveis falhas na distribuição do adubo (fertilizante utilizado para repor nutrientes na terra). A má distribuição deste prejudica o crescimento da planta.

Composto por um sistema de pás (Figura 8), juntamente com o sensor infravermelho, este sensor identifica o fluxo do fertilizante através do giro destas. As setas indicam a posição do receptor e emissor do sensor infravermelho, eles estão dispostos um de frente para o outro o qual formam uma chave óptica.

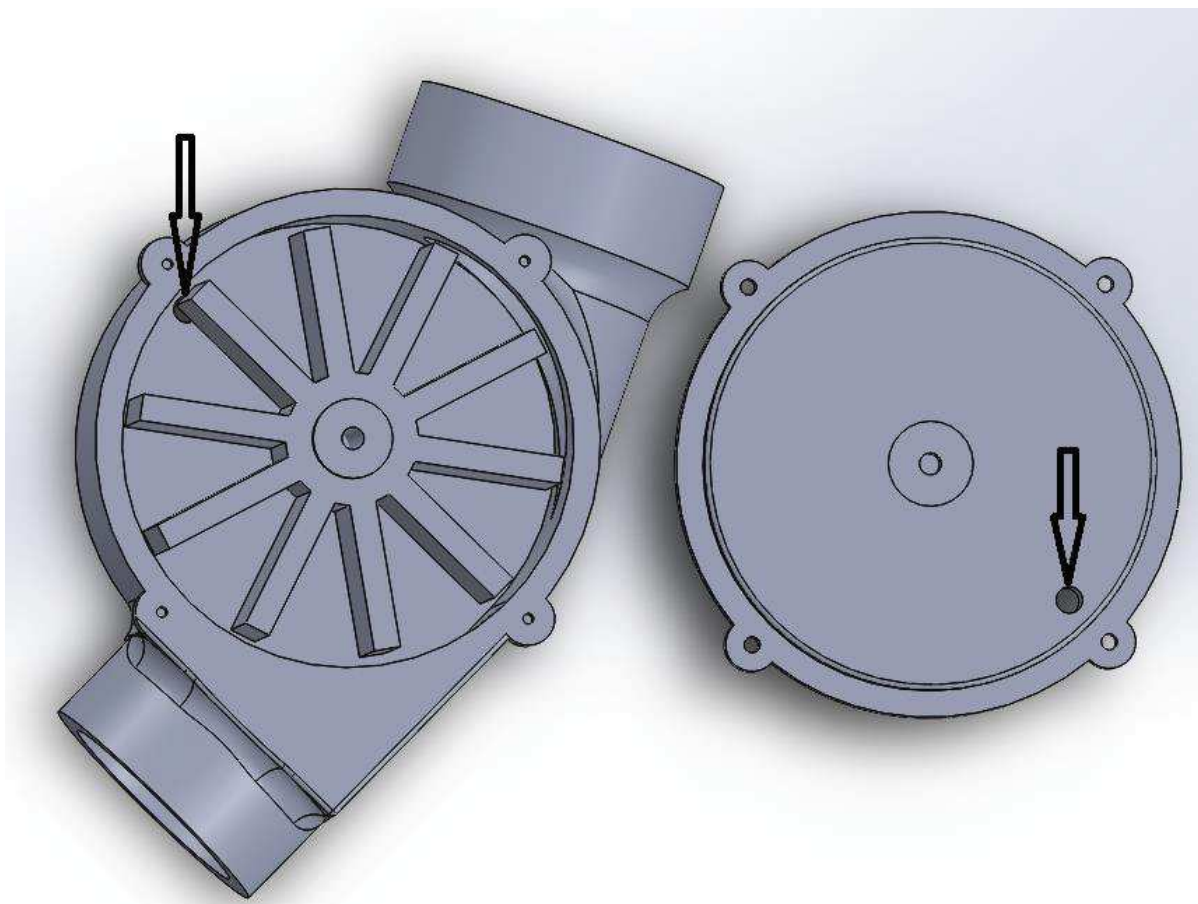


Figura 8: Esquema de sensoriamento no condutor de adubo

Fonte: Autoria própria

2.3.2.1 Localização do Sensor de Adubo

A estrutura foi feita na impressora 3D. A Figura 9 mostra a disposição do sensor na semeadeira, localizado logo abaixo da caixa de adubo em uma de suas saídas, após ele está o mangote, identificado com um círculo em amarelo o qual conduz o adubo até o sulcador (espécie de arado utilizado para abrir sulcos no solo, podendo assim plantar sementes grandes demais para serem semeadas), identificado com círculo em roxo. O disco de corte serve para cortar a palha para que não acumule na frente do sulcador, se isso acontecer irá embuchar a linha e o operador terá que parar a semeadura e desembuchar a mesma para poder continuar.



Figura 9: Disposição do sensor de adubo
Fonte: Autoria própria

2.3.3 Sensor de Distância

O sensor de distância de semeadura em conjunto com o sensor de sementes, é capaz de informar ao usuário quantas sementes estão sendo colocadas por metro. Desta forma, a semeadura dos produtos com velocidade distintas podem ser controladas pelo usuário. O sensor de distância é capaz de identificar a velocidade de semeadura e também informar o tamanho aproximado da área semeada. Composto por um sensor indutivo, o qual identifica duas abas metálicas posicionadas em 180° uma da outra, identificando assim quando a roda da semeadora realizar meia volta.

2.3.3.1 Desenvolvimento

O sensor indutivo industrial foi posicionado como ilustrado na Figura 11, fixado por um molde metálico o qual possui um sistema que possibilita a regulação de aproximação do sensor até as placas metálicas de identificação de meia volta e volta completa. O sensor indutivo está sendo alimentado por 12 volts, pois seu funcionamento é de 6 a 30 volts, com isso sua saída também é de 12 volts. O microcontrolador trabalha só na faixa de 5 volts então foi adicionado um relé (Figura 10) para fazer este acionamento sem que aja a queima dos componentes.

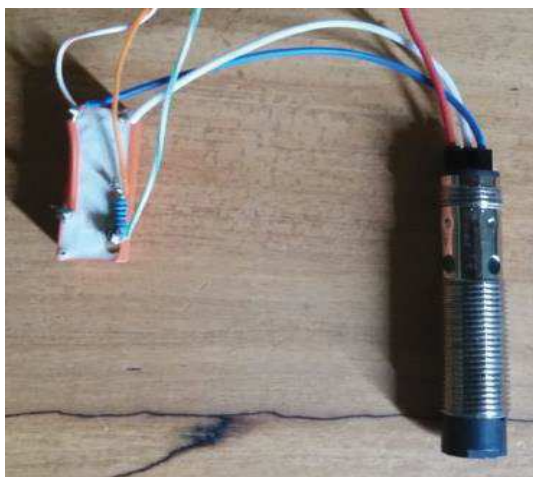


Figura 10: Sensor indutivo juntamente com rele
Fonte: Autoria própria



LEGENDA

-  **Chapas**
-  **Polcas de regulagem**
-  **Molde de fixação**
-  **Sendor indutivo**

Figura 11: Disposição do sensor de distância
Fonte: Autoria própria

2.4 Central de Processamento

A central de processamento é responsável por coletar e processar os dados dos sensores. Isto feito, as informações pertinentes serão enviadas ao módulo de comunicação para a transmissão. Este sistema, é composto por um microcontrolador PIC 18F4550 (Figura 12) o qual faz a leitura do sensor de semente que identifica a queda de grãos que passam pelo duto, o sensor de adubo que através do giro do rotor interrompe a chave ótica, e o sensor indutivo que emite um pulso quando uma das placas metálicas for detectada, um módulo *bluetooth* (Figura 13) o qual faz conexão com o celular e envia os dados necessários para a apresentação no aplicativo e um conversor de nível logico RC (Figura 14), pois o módulo *bluetooth* trabalha só com 3.3 volts e o microchip está trabalhando com 5 volts. O microcontrolador comunica-se com o modulo *bluetooth* através do protocolo I2C, desta forma, o usuário pode monitorar os sensores instalados por celular ou *tablet*. Sendo assim, o gráfico é gerado para o aplicativo Android (Figura 18).



- Pinos: 40
- Memória de Programa (Flash): 32Kb
- Memória de Dados (RAM): 2Kb
- Memória EEPROM: 256 bytes
- Velocidade de Operação: até 48Mhz
- Portas I/O: 35
- Portas A/D: 13 (10-bit)
- Ampla faixa de tensão de Operação: 2,0V à 5,5V
- Porta Paralela: 8 bits
- Porta de Comunicação USB 2.0 (Full Speed)
- Comunicação UART, USART, SPI, I2C

Figura 12: PIC 18F4550.

Fonte: Microchip.

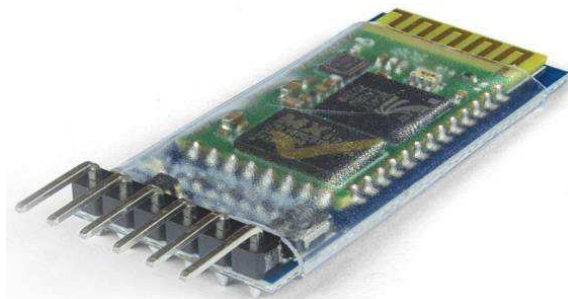


Figura 13: Módulo *Bluetooth* HC-05

Fonte: Robocore



Figura 14: Conversor de nível lógico RC
Fonte: Autoria própria

A Figura 15 mostra o diagrama elétrico do PIC 18F4550, pinagem de cada sensor, sistema de oscilador para funcionamento do mesmo, alimentação e chave reset.

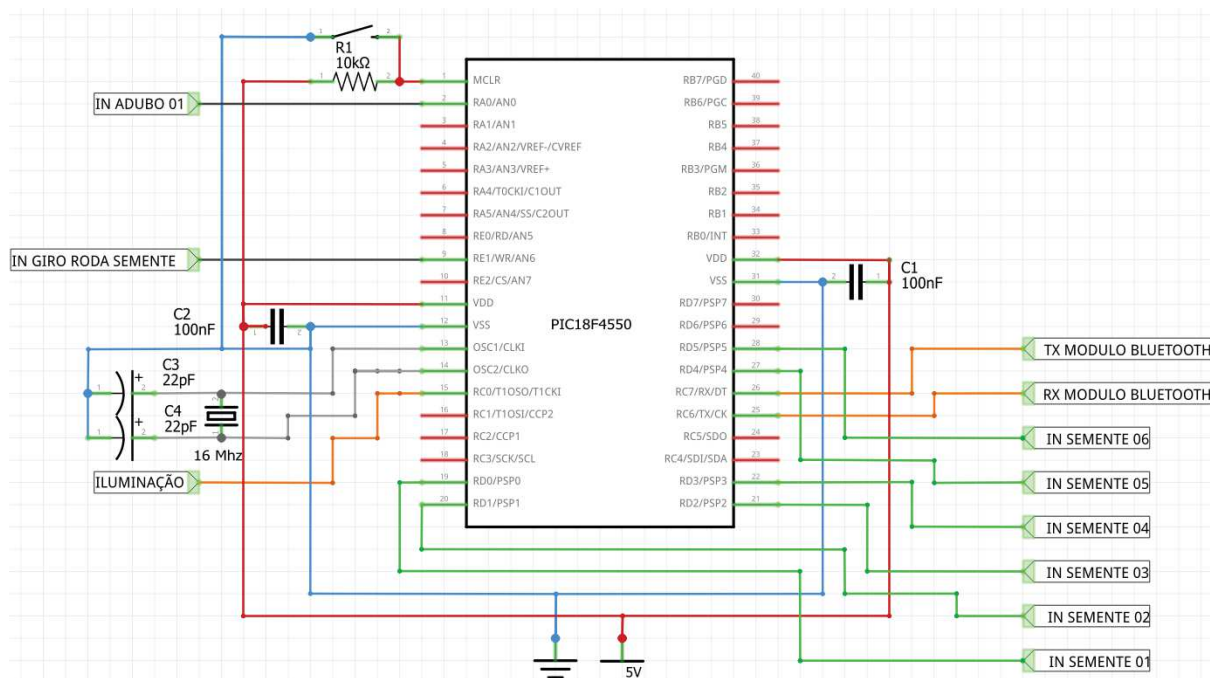


Figura 15: Diagrama elétrico da central de processamento
Fonte: Autoria própria

2.4.1 Regulador de Tensão

Ainda dentro da central, visto que os microchips só trabalharão em uma faixa de 2 a 5.5 volts, foi feito um sistema para regular a tensão (Figura 16), pois a tensão disponível é de 12 volts, tensão fornecida pela bateria do trator.

Foram utilizados 2 reguladores L7805 em paralelo para fornecerem 5 volts e um LD1117V33 que fornece 3.3 volts para o módulo *bluetooth*, estes dispostos em uma placa dissipadora de calor para ajudar no resfriamento (Figura 17). Para proteção foi colocado um fusível de 2 amperes na entrada.

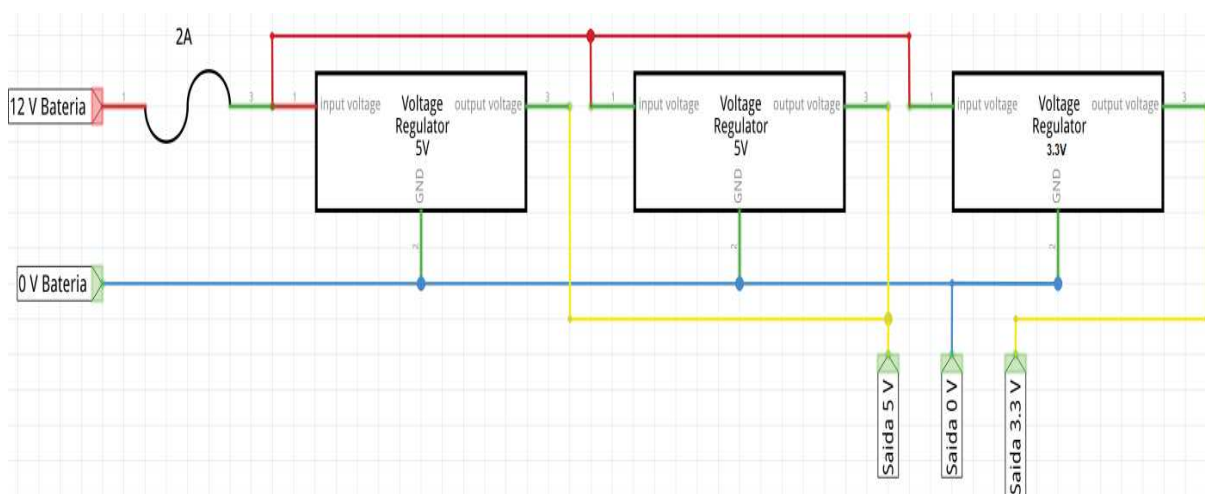


Figura 16: Diagrama elétrico do regulador de tensão

Fonte: Autoria própria

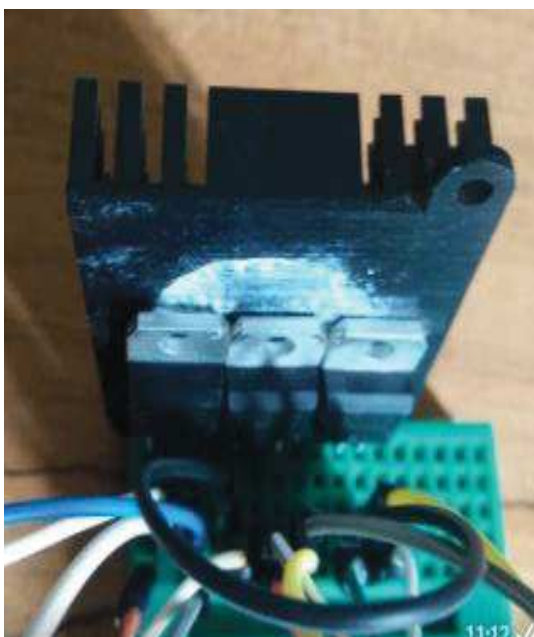


Figura 17: Regulador de tensão

Fonte: Autoria própria

2.5 Aplicativo Android

Um aplicativo Android traz as informações provenientes da semeadeira via *bluetooth* para o usuário monitorar a semeadura. A Figura 18 ilustra a interface que é apresentada ao usuário.

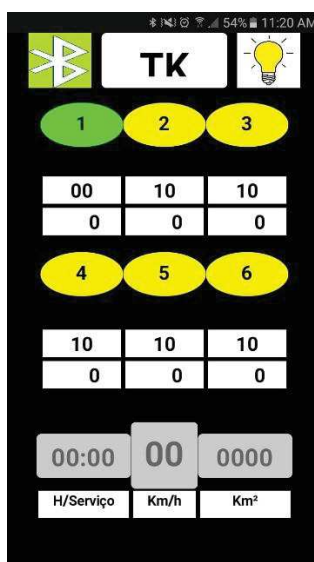


Figura 18: Tela do aplicativo
Fonte: Autoria própria

2.5.1 Desenvolvimento

Como ilustrado na Figura 18, o aplicativo mostra ao usuário: status da linha, verde se ativado e amarelo se desativado, quantidade média instantânea de grãos semeados por metro, quantidade de grãos semeados, horas trabalhadas, velocidade de semeadura, e área plantada.

No caso de ocorrer alguma anomalia no sistema o status geral (botão em branco com as letras TK), ficará na cor vermelha e um alerta sonoro avisará ao usuário até que o problema seja solucionado ou ele desative o alerta clicando no botão TK ou desativando a linha (Figura 19).

2.5.2 Conexão *Bluetooth*

A conexão é feita pelo usuário, após iniciar o aplicativo, irá pedir para o usuário acionar o bluetooth do celular caso ele não esteja ligado, assim o usuário só precisa clicar no ícone do mesmo para fazer a conexão, se esta estiver em verde a conexão está feita, caso contrário permanecerá em preto.

2.5.3 Leitura de Sensores

A leitura é feita automaticamente pelo aplicativo através da comunicação *bluetooth* feita entre o celular e a central de processamentos.

2.5.4 Observações

O usuário pode clicar no botão de cada linha para apresentar na tela apenas a linha selecionada, como mostra a Figura 19, também possui a função de desativar o aviso sonoro da linha caso o sensor da mesma esteja apresentando defeito e o operador queira continuar a semear sem que aja uma sirene tocando.



Figura 19: Tela do aplicativo com ênfase na linha 1
Fonte: Autoria própria

Além desta função, o aplicativo possui um botão que está ilustrando uma lâmpada, o qual possibilita o usuário ligar ou desligar as luzes da semeadeira, quando a parte interna da lâmpada estiver em branco está desligado e quando estiver em amarelo identifica que está ligado.

2.6 Semeadeira

A implementação e instalação do dispositivo foi executado na semeadeira da marca MAX (Figura 20), série PC 2126, hidráulica, tendo seis linhas espaçadas em 45 cm, para soja ou milho. De acordo com o site da empresa (MAX – FORÇA MÁXIMA DA AGRICULTURA) são características do produto

- Dosador de sementes: distribuição feita através de discos perfurados;
- Dosador de adubo: tipo rosca helicoidal;
- Transmissão: feito através de engrenagens e correntes.

Após instalado, em uma das linhas o sistema foi testado na semeadura de soja, no mês de outubro de 2018.



Figura 20: Semeadeira Max PC 2126
Fonte: Autoria própria

3 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as dificuldades e soluções do sistema implementado, separados por subseções para melhor compreensão das dificuldades e das medidas tomadas.

A Figura 21 mostra a disposição final do projeto, interface do aplicativo, a comunicação realizada entre ele e a central através do módulo *bluetooth*, o acionamento da iluminação e leitura dos sensores de adubo, semente e giro. Este sistema foi cotado em um valor aproximado de R\$526,30 como a Tabela 1 da página 12 mostra, o projeto preenche lacunas tecnológicas de comunicação, iluminação e identificação de fluxo de adubo.

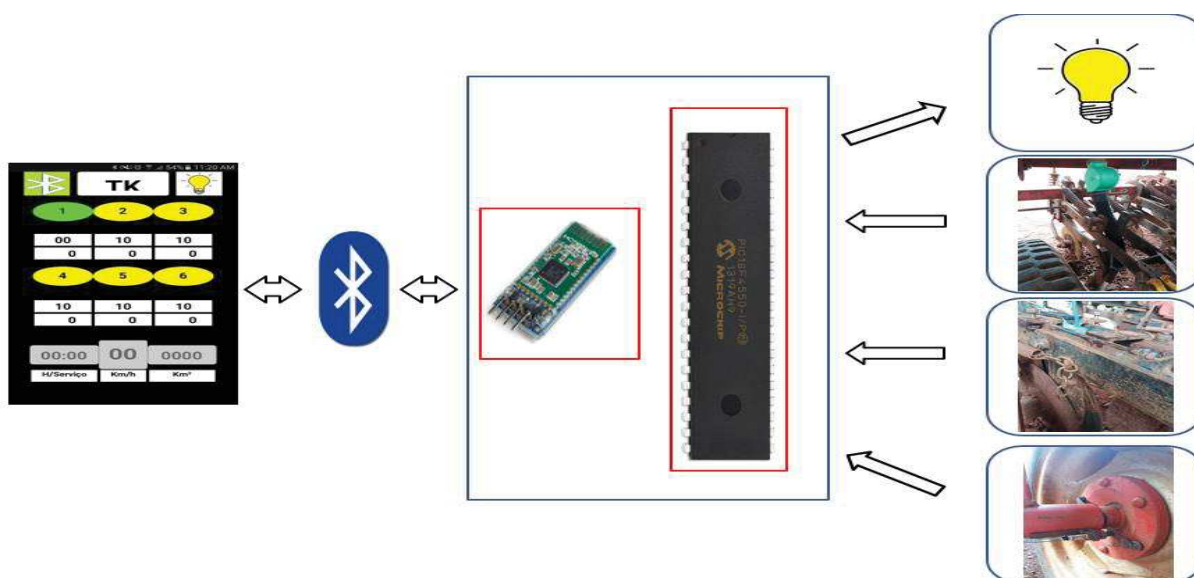


Figura 21: Sistema resumido executado
Fonte: Autoria própria

3.1 Sensor de Queda de Semente

Primeiro teste foi realizado com o circuito da Figura 22, este instalado na semeadeira conforme a Figura 8, obteve uma precisão de 51% na contagem. Isto ocorreu devido ao ângulo de difração da luz do LED emissor ser de 35°, o qual interferia na leitura dos receptores. Então não satisfaz as condições ideais do projeto.

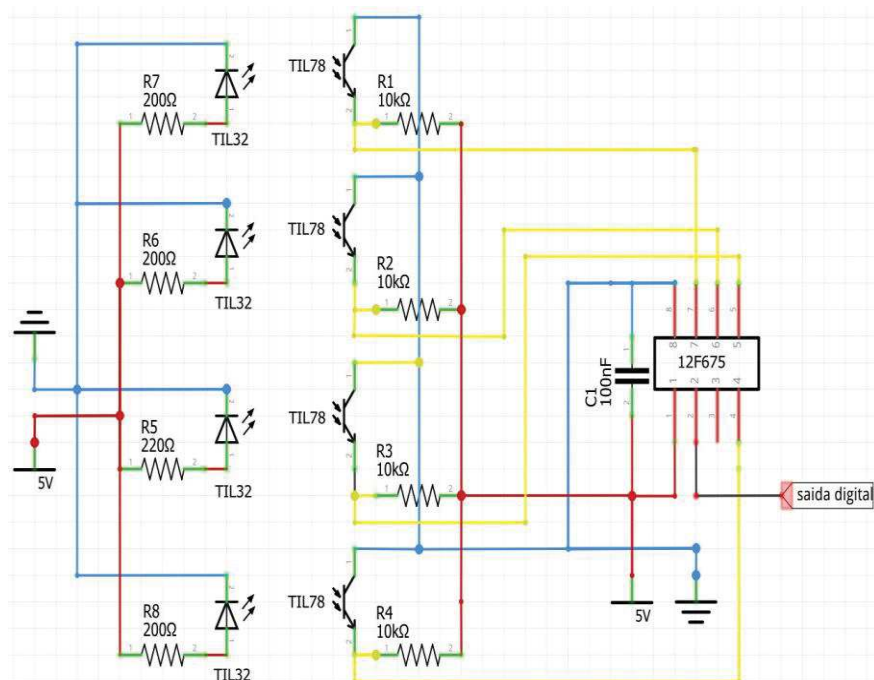


Figura 22: Diagrama elétrico do sensor de semente
Fonte: Autoria própria

Segundo teste foi efetuado com o mesmo circuito e disposição do primeiro, porém foi adicionado na frente do sensor uma placa (Figura 23) com furos pequenos para tentar reduzir o ângulo de difração da luz infravermelha, este obtendo uma precisão de 83%, também não satisfaz o que o projeto necessita.



Figura 23: Placa perfurada
Fonte: Autoria própria

O terceiro e último teste foi realizado com o circuito ilustrado pela Figura 24. Este possui o acionamento dos LEDs emissores independentes, sendo assim possível ver em quais receptores ele causa interferência. As flechas em vermelho indicam quais receptores são lidos de acordo com o acionamento de cada emissor. As leituras dos receptores laterais são feitas para cobrir o espaço entre os sensores, nos métodos

anteriores era perdida a contagem de alguns grãos nestes locais. Esta nova disposição obteve uma leitura de aproximadamente 100% das sementes.

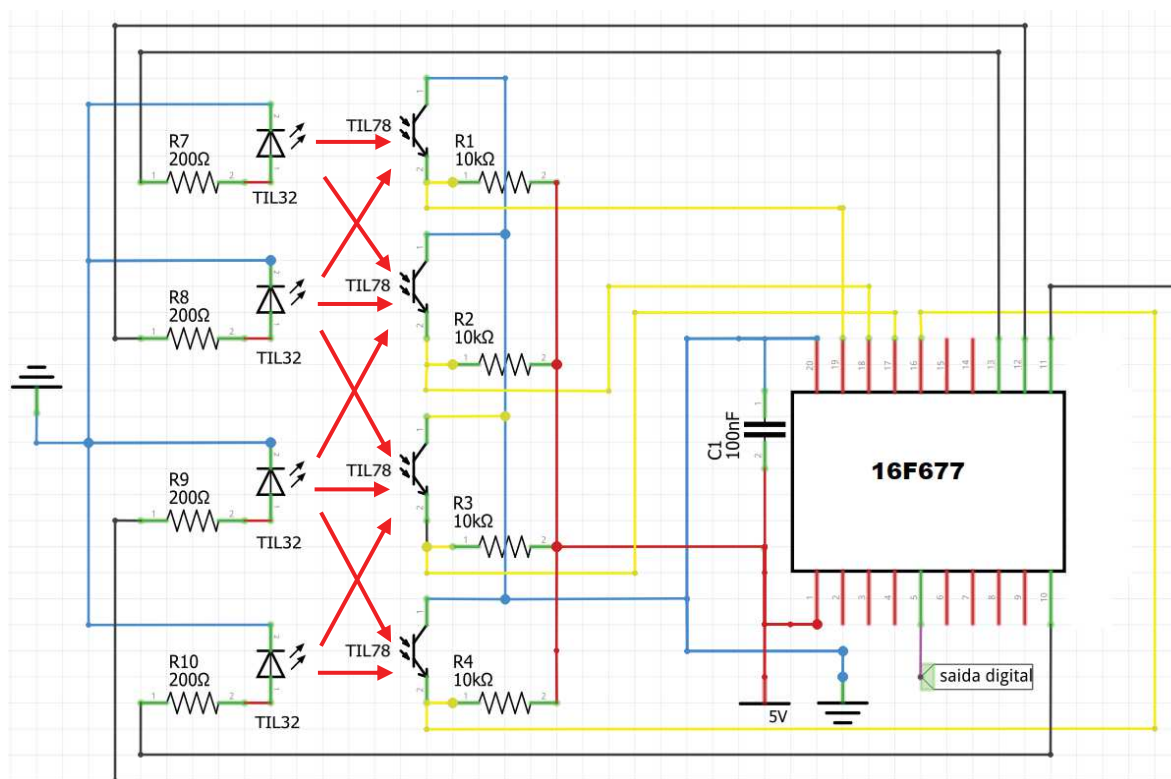


Figura 24: Diagrama elétrico e sentido de leitura do sensor de semente final

Fonte: Autoria própria

3.2 Sensor de Adubo

Primeiramente foi tentado colocar um sensor de efeito hall, o qual identificaria o giro através de ímãs posicionados perto do centro das pás, mas como o adubo possui substâncias que causam ferrugem optou-se em colocar sensores infravermelhos os quais fazem a leitura de interrupção de cada pá, com isso obtém-se uma melhor leitura de giro deste sistema.

Além disso, foi feito um recorte nas pás como ilustrado na Figura 25, deixando-as pontudas para evitar os travamentos indesejados ocorridos devido o curto espaçamento entre as pás e a parede do sensor.

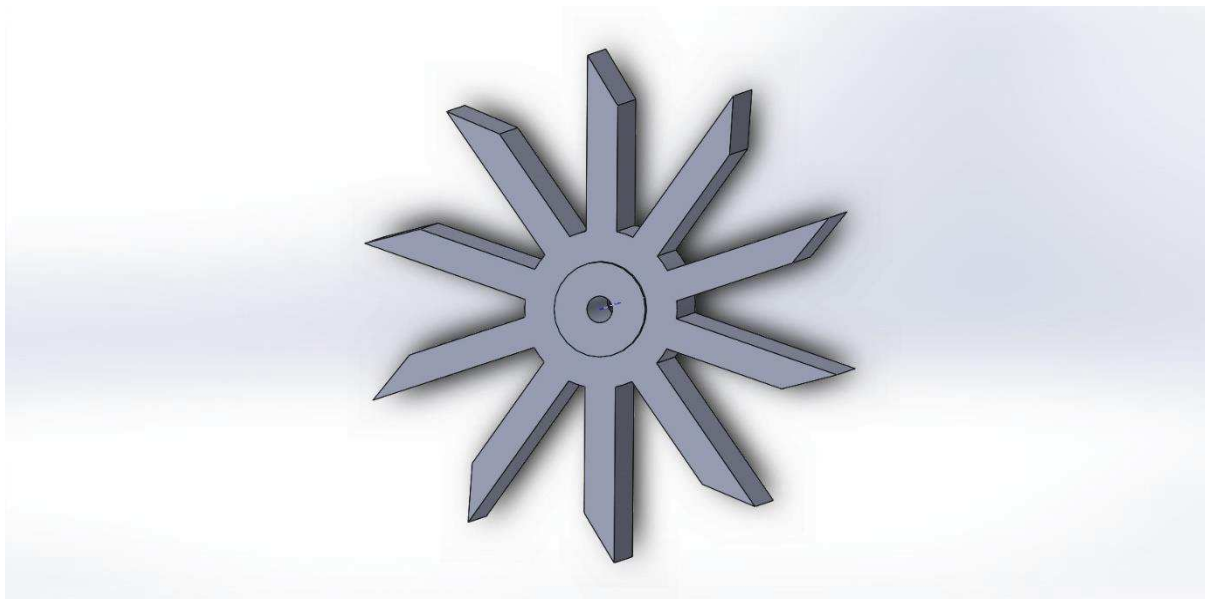


Figura 25: Ajuste feito no sistema de pás do sensor de adubo

Fonte: Autoria própria

3.3 Sensor de Distância

Os primeiros testes foram feitos com um sensor de efeito hall, este funcionava muito bem mas por questão de robustez foi utilizado um sensor indutivo industrial, pois aonde este sensor está localizado tem bastante incidência de objetos que poderiam danificar o mesmo, e o sensor indutivo é de produção industrial, sendo assim mais robusto e a prova de água, tendo assim uma maior durabilidade.

3.4 Central de Processamentos

A central de processamentos tivemos que fazer algumas modificações do projeto proposto, como adição de um circuito regulador com fusível para proteção e também um dissipador de calor acoplado ao mesmo para resfriamento. Foram feitos testes com programações separadamente, ou seja, testado um sensor de cada vez, logo após estes testes foi a vez da comunicação *bluetooth*, a qual foi acoplado um conversor de nível lógico pois o módulo trabalha em 3.3V e o microchip em 5V.

3.5 Aplicativo Android

O aplicativo inicialmente foi tentado ser feito com um programa que a linguagem era feita por código estruturado, o qual o nível de dificuldade era muito alto, então foi encontrado um site que trabalhava com códigos de blocos (Figura 26).

Este um pouco mais simples, mas mesmo assim tivemos problemas com o recebimento de dados do módulo o qual não estava se comunicando perfeitamente devido ao ajuste de intervalo de recebimento de dados, após resolver este problema e começar a receber dados foi iniciado a programação do aplicativos.

Inicialmente foram testados o recebimento da soma total de sementes de cada linha, após isto foi efetuado o recebimento da média, o qual não se teve muito êxito, pois o aplicativo primeiramente recebia os dados da soma das sementes e depois da média, o que causava uma perda de dados recebidos. Este problema foi resolvido com o recebimento de todos os dados pertinentes do aplicativo de uma vez, ou seja, recebido em uma *string* só, e não mais em duas etapas, e o aplicativo fazer o tratamento dos dados e apresentação do mesmo.

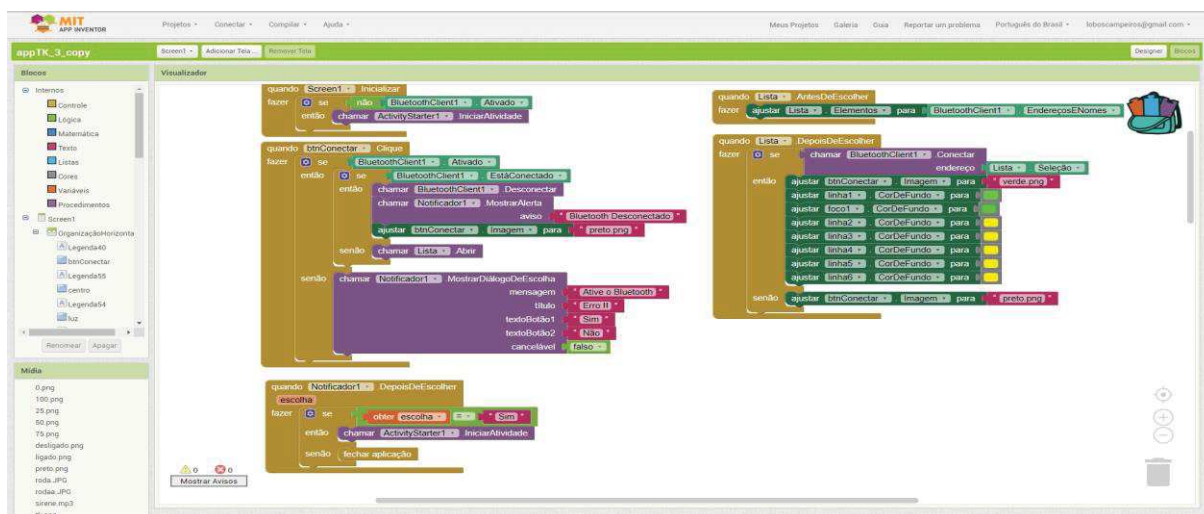


Figura 26: Site utilizado para fazer o aplicativo Android

Fonte: Autoria própria

4 CONCLUSÃO

Estava proposto inicialmente um monitor de semeadura que tinha como objetivo principal implementar um sistema que detectasse a queda da semente utilizando sensores infravermelhos, identificação de nível nas caixas de semente com sensores ultrassônicos, identificação de fluxo nos condutores de adubo por sensores magnéticos, identificação da rotação no eixo da roda através de sensor magnético, comunicação *Bluetooth* e aplicativo Android.

Devido ter problemas na elaboração do sistema que detectava a queda da semente, foi optado em não fazer a identificação de nível por motivos de tempo, porém foi adicionado uma iluminação na semeadeira, o que facilita a semeadura noturna, esta podendo ser ativada via aplicativo.

Nos sensores de fluxo de adubo inicialmente era proposto a identificação de giro por sensores magnético, porém estes sofreram início de corrosão por causa do adubo então foram mudados para sensores infravermelhos. Também foi adicionado um corte nas extremidades das pás por causa do travamento indesejado da mesma devido adubo ser granulado e estes grãos ficarem presos entre as pás e a estrutura. Também houve mudança no sensor do eixo da roda, o qual tinha sido proposto um sensor magnético, mas foi substituído por um sensor indutivo pois este era mais robusto o que ocasiona uma maior durabilidade.

A comunicação *Bluetooth* e aplicativo Android foi alterado só a interface do aplicativo, efeitos sonoros, cores, deixando-o mais vivo o que possibilitou uma melhor interpretação do usuário.

Sugerindo assim para trabalhos futuros uma modificação nas bases utilizadas para os sensores, deixá-las mais compactas o que facilitaria na instalação na semeadeira. Fazer uma verificação das bases se estas possuem resistência a água para assim evitar a queima dos componentes internos. Poderá ser apresentado dados de localização via GPS no aplicativo desenvolvido, além de adicionar informações de mínimo e máximo na contagem de sementes para o usuário saber melhor como está sendo a semeadura. Poderá ser trocado os reguladores de tensão por conversores CC-CC.

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew N. O. **Fundamentos de Circuitos Elétricos**. 3 ed. McGraw-Hill, 2008.

BALASTREIRE, Luiz Antônio. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987.

BERNARDI, A. C. DE C. et al. **Agricultura de precisão - Resultados de um novo Olhar**. Brasília: Embrapa, 2014.

DATASHEETARCHIVE. **Datasheet TIL**. Disponível em: <<http://www.datasheetarchive.com/TIL32-datasheet.html>>. Acesso em: 1 out. 2017.

DE ANDRADE, Mario Geraldo Ferreira et al. **Controle de custos na agricultura: um estudo sobre a rentabilidade na cultura da soja**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2011.

MAX – FORÇA MÁXIMA DA AGRICULTURA. Referência de Produto. Disponível em: <<http://www.max.ind.br>>. Acesso em: 17 de nov. 2017.

Microchip Technology. **Datasheet: PIC 18F4550**, PIC 18F4550 Microchip Technology inc,2006.

PRO SOLUS. Referência de Produto. Disponível em: <<http://www.prosolus.com/produto?id=1>>. Acesso em: 18 de nov. 2017.

SAFRAMAX – SOLUÇÕES DO SEMEADURA À COLHEITA. Referência de Produto. Disponível em: <<http://saframax.com/index.php/produtos/moitor-sm2>>. Acesso em: 18 de nov. 2017.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro U. B. **Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações**. 5 ed. São Paulo, Érica. 2005.

MIT APP INVENTOR. Referência de Produto. Disponível em: <<http://appinventor.mit.edu/explore/>> Acesso em: 20 de julho 2018.

PLANTI CENTER – DESAFIANDO OS LIMITES DO PLANTIO. Referência de Produto. Disponível em: <<http://www.plantcenter.com.br>>. Acesso em: 20 de out. 2018.

BALDAN – 90 ANOS. Referência de Produto. Disponível em: <<https://www.baldan.com.br>>. Acesso em: 20 de out. 2018.