

Protótipo de Automação para Fluxo de Grãos em Semeadora não Automática

Adriel F. Rosso¹, Everton C. de Araújo², Pedro L. de Paula³

¹Ciência da Computação – Universidade Tecnológica Federal Do Paraná (UTFPR)
Medianeira – PR – Brasil

{adrielrosso, evertoncoimbra, plpf2004}@gmail.com

Abstract. *This work proposes to create a prototype to systematize the planting process by controlling the grain flow of the seeders, in order to verify possible failures in the distribution of seeds and to show the exact location where the failure occurred. During the development of this research, Internet of Things (IoT) solutions were used, aiming to reduce costs to favor mainly family producers, Arduino, ESP8266, GPS module were used to identify the location, data storage and communication with the cloud, generating dashboards to monitor the failures in the process, so that the planting can be corrected in an efficient way, taking better advantage of the land's cultivation capacity. The scenario discussed throughout the research brings as evidence the need and benefits offered by systematization. The article presents a prototype that simulates four sowing lines and results ranging from 85.33% to 95.86% of accuracy in grain counts were obtained. , the information is presented in real time to the tractor operator through a web page and after sowing all the information is exported to the internet, which allows a history and monitoring of all plantations shown by dashboard.*

Resumo. *Este trabalho propõe criar um protótipo para sistematizar o processo de plantio realizando o controle do fluxo de grãos das semeadoras, a fim de verificar possíveis falhas na distribuição das sementes e mostrar a localidade exata em que a falha ocorreu. Durante o desenvolvimento desta pesquisa, utilizou-se soluções de Internet das Coisas (IoT), visando a redução de custos para favorecer principalmente os produtores familiares, utilizou-se do Arduino, ESP8266, módulo de GPS para identificação da localização, armazenagem de dados e comunicação com a nuvem, gerando dashboards de acompanhamento das falhas no processo, para que seja corrigido o plantio de uma forma eficiente, aproveitando melhor a capacidade de cultivos das terras. O cenário abordado ao longo da pesquisa traz como evidência a necessidade e os benefícios oferecidos pela sistematização. No artigo é apresentado um protótipo que simula quatro linhas de semeaduras e foram obtidos resultados variando de 85.33% a 95.86% de acurácia nas contagens de grãos, as informações são apresentadas em tempo real ao operador do trator através de uma página web e após o semeadura todas as informações são exportadas à internet, o que permite um histórico e acompanhamento de todas as plantações demonstrado por dashboard.*

1. Introdução

A população mundial em 2050 atingirá cerca de 9 bilhões de habitantes, e continuará a crescer, portanto, será necessário que a produção de alimentos encontre formas de acompanhar esse crescimento, para atender a essa nova quantidade de consumidores [LOPES 2018], para isso novas tecnologias, trazem alternativas de cultivo, aumentando a produção de alimentos com o objetivo de suprir essa demanda.

As novas tecnologias trazidas pela agricultura de precisão, agriculturas 4.0 e 5.0 são capazes de auxiliar no aumento da produção de alimentos para suprir a demanda global. Na história da agricultura de precisão, antes dos anos 80, foram feitos trabalhos em solos com deficiência de nutrientes mostrando a utilidade de gerenciar as lavouras de forma detalhada e localizada. Foram aplicados insumos como calcário no solo, em taxas variáveis, aumentando a produtividade da planta e tornando o desenvolvimento da mesma mais nutritivo [MOLIN 2015]. Essas práticas foram iniciadas quando desenvolvidos os primeiros mapas de produtividade, sendo os Estados Unidos o primeiro país a testar doses variadas de adubação. [MOLIN 2015].

Um exemplo deste tipo de modernização são as semeadoras atuais, as quais possuem monitoramento de plantio acionado por meio de motores hidráulicos, que realizam a distribuição de sementes e adubo por taxa variável com monitoramento. Entretanto, este equipamento é inviável para o agricultor familiar, pelo fato do mesmo não possuir poder aquisitivo suficiente, para uma semeadora com um nível tecnológico avançado, custando aproximadamente 500 a 750 mil reais. Porém, este trabalho apresenta uma proposta de protótipo de baixo custo para agricultores familiares, que permite identificar a frequência do fluxo de sementes que é liberado em cada uma das linhas da semeadora. Para isso será utilizado um microcontrolador programado, capaz de capturar inconsistências no sistema de fluxos de sementes, constituído de sensores, capazes de alertar os operadores em tempo real sem afetar o plantio.

Veloso (2018), apresenta a construção de um protótipo de uma linha, para pequeno agricultor. Este protótipo teve como objetivo garantir uma precisão adequada no plantio da lavoura, realizado por um sistema supervisor, facilitando o controle de desperdício e garantindo máximo rendimento. Neste projeto foram implementadas duas programações, as quais visam controlar o fluxo de sementes e manter o controle da quantidade de adubo no recipiente da semeadora, com isso, o sistema foi capaz de trazer maior facilidade para o operador e tornar o plantio mais eficaz.

O autor utilizou sensores de fluxo de distância ultrassônico, com emissor, receptor e LEDs, para o monitoramento do volume no interior do recipiente. A contagem de grãos foi realizada com sensores (transmissor e receptor infravermelho) acoplados no duto de fluxo de grãos, esses sensores realizaram o controle da contagem e o nível do adubo em porcentagem, tal processamento foi realizado por microcontrolador Arduino. Além disso, a média da contagem de cada duto é apresentada por uma tela LCD [VELOSO 2018].

Com o auxílio do Arduino e sensores em seu estudo, houve 80% de redução na incidência de falhas causadas pela má distribuição de sementes, este resultado não foi mais satisfatório pelo fato do sensor não ser mais preciso. Portanto, com esse projeto desenvolvido, mesmo com as limitações dos sensores, o plantio ficou mais homogêneo [VELOSO 2018].

Roque e Schirvelbein (2016) apresentaram um projeto para detectar falhas nas linhas durante o processo de plantio, utilizando monitoramento com sensores magnéticos nas linhas da semeadora e um microcontrolador ATmega328P da família AVR da AT-MEL, o qual possui circuitos demultiplexadores/multiplexadores de sinais, para poder efetuar a leitura de uma grande quantidade de sinais e também realizar a escrita. Deste modo, adicionaram tecnologia embarcada em equipamentos que não a possuem, com baixo custo sendo boa opção para pequenos e médios agricultores.

Para que o sensor magnético faça a contabilização é necessário que o ímã e o sensor estejam próximos o suficiente. No projeto o sensor foi acoplado em uma parte fixa, e o ímã foi acoplado ao eixo que rotaciona em 360 graus, quando o sensor faz a aproximação do ímã que está constantemente rotacionando ocorre uma contabilização e o monitoramento da rotação do eixo, caso o eixo de distribuição não rotacione o sensor magnético não faz a contabilização. [ROQUE e SCHIEVELBEIN 2016].

Segundo Roque e Schirvelbein (2016) durante os testes do equipamento foi possível observar a efetividade na detecção das falhas, com assertividade de 80% no primeiro plantio, 83,33% no segundo plantio e 100% no terceiro plantio.

Martins (2015) teve o objetivo de realizar a aplicação de taxa variável, desligando linha a linha, proporcionando ao agricultor maior produtividade e menor desperdício de insumos, trouxe também a facilidade de regulagem e manutenção, pois no final da operação é gerado um relatório, contendo dados estatísticos e um mapa da semeadura. O mecanismo está afixado em um chassi com o dosador de semente e um motor que realiza a movimentação dos discos. Para tanto, utilizou-se de um microcontrolador *Texas Instruments Tiva Launchpad TM4C123GH6PM* o qual recebe os dados do sensoriamento monitorando os parâmetros relacionados a semeadura, tais como: a) Sensor de estado, que terá a função de informar se a semeadora está erguida ou abaixada; b) Sensor de velocidade; c) Sensores de rotação para realimentar o sistema de controle; d) Sensores de contagem de sementes informando ao microcontrolador se há queda de sementes efetuando 1000 contagens por segundo para identificar anormalidade na semeadura. O *firmware* é executado em linguagem C, a qual é utilizada pelo microcontrolador, sendo feita a exibição dos dados no *display*, bem como as configurações e a obtenção dos dados gerados pelos sensores [MARTINS 2015].

Os artigos apresentados abordam diferentes metodologias de contagens de grãos e automatização desse processo, já na proposta deste artigo além de usar diferentes tipos de sensores como LDR e infravermelho para a contagem de grãos, proporciona ao produtor obter a leitura em tempo real das mudanças e acontecimentos durante o processo de plantio linha por linha; por meio do conhecimento dos dados coletados por sensores, obtendo um histórico geral e um histórico de falha, gerando dashboards e facilitando a análise dos dados do plantio.

2. Metodologia

Nesta etapa serão discutidos os métodos, assim como, os materiais utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. A metodologia terá duas etapas, a primeira trata-se da construção em bancada de um protótipo que atenda a contagem de grãos passando pelo condutor de sementes, utilizando sementes de grãos de soja e milho. A última etapa é a interligação dessa solução a uma aplicação na nuvem que permite analisar o plantio de

acordo com as informações coletadas pelo dispositivo desenvolvido.

A Figura 1 demonstra o esquema de todas as camadas necessárias e as ligações entre eles para o desenvolvimento do projeto.

Descrição das camadas demonstradas no esquema:

- A primeira camada demonstra o desenvolvimento de 4 linhas, cada linha contém 3 sensores de passagem inseridos dentro de um cano de PVC, totalizando 4 canos de PVC e 12 sensores;
- A segunda camada é composta por 4 Arduinos, cada Arduino é responsável pelo processamento individual, realizando a contagem do fluxo de grãos em cada cano de PVC;
- A terceira camada é responsável por receber todas as informações das 4 linhas fazendo o sincronismo, ajustando os dados e enviando para a camada superior;
- A quarta camada possui um Arduino Nano recebendo os dados sincronizados pela camada anterior a cada 1 segundo, recebendo também os dados do GPS, essa escolha de um novo Arduino nessa camada é devido a lentidão dos dados recebidos pelo GPS, tendo cerca de 0,7 à 1 segundo para o sinal estar dentro dos requisitos de recebimento, totalizando 2 segundos de lentidão. Dessa forma com a adição do Arduino os dados são processados em paralelo em 1 segundo;
- Na quinta camada o ESP8266 disponibiliza uma página Web local que possibilita a verificação em tempo real das contagens de grãos, detecta as possíveis falhas e a localidade em que ocorreu, esta página foi desenvolvida com html e linguagens php e javascript juntamente com a IDE do Arduino que utiliza a linguagem C++. Utilizado um módulo de cartão SD para salvar a cada 10 segundos os dados coletados do plantio, que são: a contagem de grãos de cada linha e os dados do GPS, após a conexão do ESP8266 com a internet, é feito um *request* enviando todos os dados salvos no cartão SD para a nuvem;
- A sexta camada é quando os dados são sincronizados na nuvem, gerando um *dashboard* para analisar os dados gerais do plantio, utilizando um computador, celular ou tablet.

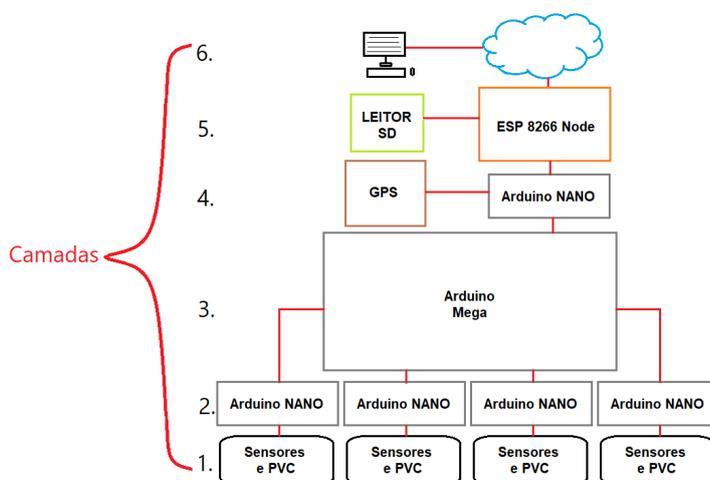


Figura 1. Esquema projeto.

2.1. Construção do protótipo em Bancada

Nesta etapa do trabalho utilizou-se canos de PVC para simular o condutor de sementes original Figura 2 e nele foram criados pequenos furos, através dos quais foram colocados os sensores de passagem e os LEDs, foram realizados diferentes testes com variações da quantidade de sensores e receptores, visando obter os melhores resultados. Os 5 furos (2 emissores e 3 receptores) foram do diâmetro do LED, feitos o mais próximo entre eles para melhorar a detecção da semente, evitando falhas de passagens não contabilizadas.



Figura 2. Condutor de sementes cano PVC.

Para este projeto foram testados dois tipos de sensores, validando qual sensor teve o melhor resultado, e deste modo utilizar o melhor sensor para o desenvolvimento do projeto. Para a primeira abordagem, foram utilizados sensores LDR, que receberam constantemente luz de LEDs, portanto, quando ocorre uma interrupção causada pela passagem da semente, ele realiza a contagem dos grãos. Na Figura 3 apresenta um esquema dessa solução:

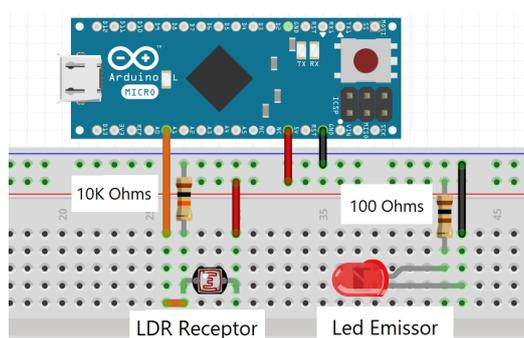


Figura 3. Circuito LDR.

Para a segunda abordagem foram usados os LEDs receptores infravermelho (fototransistor) e LEDs transmissores infravermelhos. Assim como na abordagem anterior, o LED emissor fica constantemente ligado emitindo luz infravermelha e o LED receptor fica recebendo essa emissão, quando ocorre a passagem de uma semente, o receptor deixa de receber o sinal, contabilizando uma passagem de grão. A Figura 4 apresenta o esquema dessa solução.

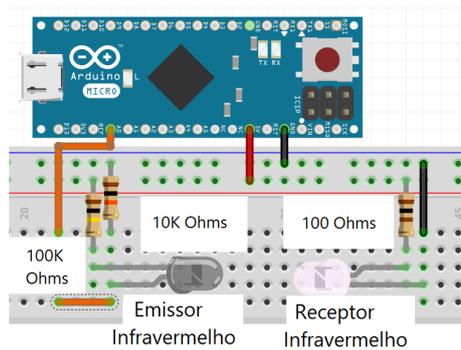


Figura 4. Circuito Infravermelho.

Ao utilizar um Arduino para detectar todas as linhas, ocorre perda de dados, que são ocasionados por duas ou mais detecções ao mesmo tempo, somente um Arduino não tem robustez suficiente para gerenciar todos esses eventos sendo *Single Thread* (Tratamento de uma requisição de cada vez). Deste modo o processamento da contagem de grãos foi feito individualmente seguindo o conceito de *Thread* (Processo de se auto dividir em uma ou mais tarefas), foi utilizado um Arduino Nano para o processamento de cada linha, comunicando-se por porta serial RX TX com o Arduino Mega 2560, sendo o mesmo responsável por juntar todos os dados de todas as linhas, trazendo maior poder de processamento e reduzindo possíveis passagens de grãos não detectadas conforme ilustrada na Figura 5.

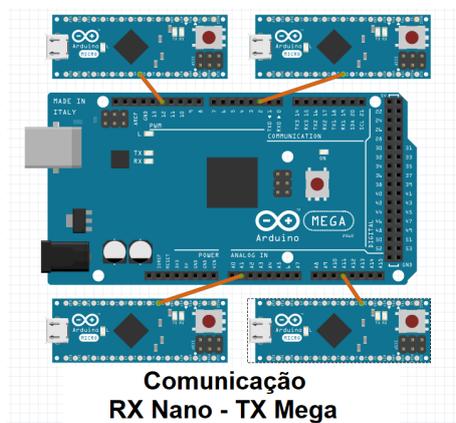


Figura 5. Comunicação Mega e Nano.

Com o objetivo de ter a informação da localização do plantio, foi usado um módulo GPS. Este módulo possibilita obter informações precisas e essenciais como a latitude, longitude, horários e etc. Com os dados coletados dos sensores e o GPS, foi possível saber o posicionamento em que ocorre falta de sementes na soltura de grãos durante o processo de plantio, possibilitando o cálculo das médias das linhas individuais, identificando problemas, possibilitando a realização de manutenção, para obter um plantio homogêneo de todas as linhas.

Portanto foi utilizado um GPS UBLOX NEO-6M, no qual o esquema de ligação encontra-se apresentado na Figura 6.

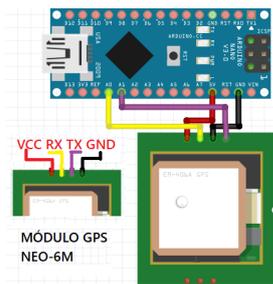


Figura 6. Módulo GPS.

O GPS foi configurado usando uma biblioteca externa (TinyGPS). Deste modo foi possível obter informações prontas como a latitude, longitude, data e hora. Com o intuito de armazenar as informações obtidas, tanto pelos sensores de passagem, como pelo GPS. Foi utilizado um ESP8266 juntamente com leitor de cartão SD para o armazenamento e gerenciamento dos dados coletados.

Todo o processo de alteração do condutor de sementes foi replicado em todas as linhas da semeadora contabilizando o total de 4 linhas. Porém, inseriu-se um condutor de sementes por vez, verificando a capacidade do algoritmo e do hardware de suportar todo o processo de leitura, gravação e envio de dados, deste modo, foi testada e validada a robustez, assim possibilitando passar para a próxima etapa.

2.2. Informação em tempo real

Para verificação de ocorrências das falhas em tempo real durante o plantio foi visto a necessidade de criar uma tela de informações local mostrando as linhas com problemas e um breve histórico, visto que algumas propriedades não têm acesso a internet, impossibilitando a visualização de um *dashboard* externo, deste modo foi desenvolvido uma página Web no ESP8266.

Esta página contém informações da quantidade de grãos distribuídos por linha, disponibiliza para visualização as linhas, velocidade do trator, localidade atual e as localidades que ocorreram a falha, mostrando o local de início e fim da ruptura no plantio Figura 7. Foi criado um breve histórico dessas falhas como pode ser observado na Figura 8.

SISTEMA DE CONTAGEM DE GRÃOS POR LINHA									
Principal		Tempo real		Histórico		Configuração			
Contagem por linha						Linha1: 14977		Linha2: 14502 - (VERIFICAR LINHA)	
Linha3: 14502 - (VERIFICAR LINHA)				Linha4: 14980					
GPS conectado						Ocorrências de falhas recentes			
Linhas	Ini falha(GPS)	Fim falha(GPS)	Horário	Dia	Outras informações				
Linha1	-	-	-	-	Km/h				
Linha2	-25.30061 -54.10454	-	21:34:58	05/09/2022	0				
Linha3	-25.30061 -54.10454	-	21:34:58	05/09/2022	Semeadora				
Linha4	-	-	-	-	Parada				
					Local Atual				
					-25.30061,-54.10453				

Figura 7. Dados tempo real.

SISTEMA DE CONTAGEM DE GRÃOS POR LINHA

Principal Tempo real Histórico Configuração

Histórico de Falhas

Linhas	Sementes distribuídas	Ini falha(GPS)	Fim falha(GPS)	Horário	Dia	KMH
Linha 3	13502	-25.30059 -54.10458	-25.30060 -54.10455	21:33:50	05/09/2022	0
Linha 2	13502	-25.30059 -54.10458	-25.30060 -54.10455	21:33:50	05/09/2022	0
Linha 3	12502	-25.30062 -54.10451	-25.30062 -54.10453	21:32:37	05/09/2022	0
Linha 2	12502	-25.30062 -54.10451	-25.30062 -54.10453	21:32:37	05/09/2022	0
Linha 3	11502	-25.30058 -54.10453	-25.30058 -54.10457	21:31:24	05/09/2022	0
Linha 2	11502	-25.30058 -54.10453	-25.30058 -54.10457	21:31:24	05/09/2022	0
Linha 3	10502	-25.30060 -54.10459	-25.30056 -54.10458	21:30:11	05/09/2022	0
Linha 2	10502	-25.30060 -54.10459	-25.30056 -54.10458	21:30:11	05/09/2022	0
Linha 3	9502	-25.30060 -54.10460	-25.30061 -54.10459	21:28:58	05/09/2022	0
Linha 2	9502	-25.30060 -54.10460	-25.30061 -54.10459	21:28:58	05/09/2022	0

Anterior Limpar Dados Próximo

Figura 8. Histórico de falhas.

A página Web foi desenvolvida para mostrar alguns dados necessários para o tratorista verificar problemas que ocorrem durante o plantio, deste modo realizando rápida manutenção.

2.3. Dashboard na nuvem

Nesta etapa realizou-se o processo de desenvolvimento da interface sendo uma ferramenta para gerenciamento das informações obtidas na aplicação, contendo histórico para o operador e para o proprietário do cultivo, demonstrado por *dashboard*. Essas informações foram geradas pelos condutores de sementes e pelo módulo GPS, gravando localmente até estabelecer uma conexão com a rede Wi-Fi, após a conexão, foram iniciadas as requisições na nuvem e assim gravando os dados na mesma. As *dashboard* são constituídas pelos dados armazenados na nuvem como mostra a Figura 9.

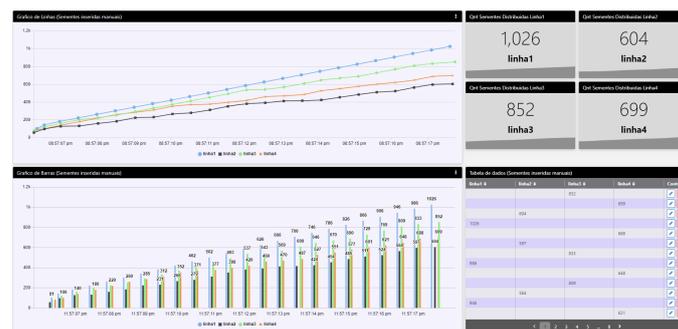


Figura 9. Dashboard distribuição de sementes.

Os dados informados no *dashboard* foram o total individual de distribuição de sementes para cada linha, mostrando os dados por gráfico de barras e gráfico de linhas dando a possibilidade ao operador visualizar as informações e visualizar se a distribuição está homogênea. Foi mostrado em forma de mapa o histórico das possíveis falhas no decorrer do plantio e a localidade como mostra na Figura 10. Estas falhas ocorrem pela falta de sementes no reservatório; discos defeituosos; parte mecânica danificada; travamento de sementes entre outras, que podem afetar o fluxo de sementes.

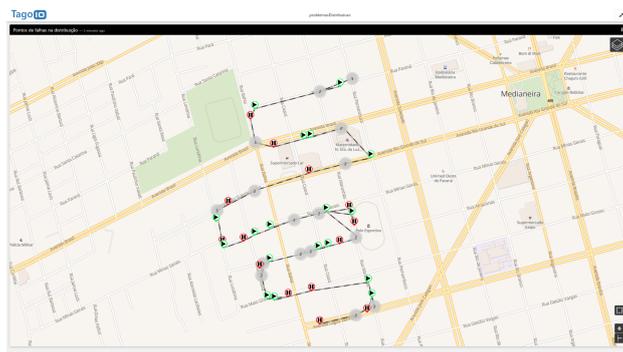


Figura 10. Widget Mapa.

3. Resultados e Discussões

Com o eventual problema de incidências de falhas causadas pelo sistema de distribuição de semente, foi proposta a construção de uma solução computacional capaz de realizar a contagem de sementes durante todo o processo do plantio. Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos nas duas etapas do desenvolvimento do projeto, discutindo o seu desempenho e suas limitações.

3.1. Resultados do teste em bancada

Para validação dos resultados foram realizados apenas testes de implementação em escala reduzida, pelo fato de se tratar de prototipagens para fins acadêmicos.

No projeto o sistema foi decomposto em camadas durante o desenvolvimento, cada uma com suas respectivas responsabilidades e funções. A comunicação entre as camadas foi crucial para o funcionamento do sistema, dependendo assim, de informações de todas as camadas para o sucesso do projeto.

Nos testes foi observado que a escolha da adição de um Arduino em cada condutor de semente trouxe maior segurança e melhor performance no processo de contagem de grãos, visto que a utilização de somente um Arduino para gerenciar todos os condutores têm a possibilidade de causar problemas como não contabilizar sementes, pela grande quantidade de processos em apenas um Arduino, sendo que há uma grande quantidade de sensores trabalhando simultaneamente.

Após realizar os testes com apenas um condutor de semente, com intuito de validar o desempenho dos sensores LDR e infravermelho separadamente, foram obtidos diferentes resultados na detecção do fluxo de sementes, os testes foram submetidos a luminosidade solar simulando a exposição de luz como se estivesse no plantio real. Realizados 15 testes em ambos os sensores, primeiramente com o sensor infravermelho Tabela 1 e logo em seguida com o sensor LDR Tabela 2 obtendo os seguintes resultados:

Deste modo foi visto que não foi possível atingir 100% de detecção de sementes em ambos os sensores, pelo fato do condutor de semente ser redondo, não possibilitando o direcionamento em linha reta do sensor emissor com o sensor receptor, ocorrendo o problema do emissor não direcionar o foco de luz somente para frente, assim espalhando muita luz e compartilhando para os demais receptores.

Portanto o sensor infravermelho atingiu em média 95.86% de acerto na contagem

de grãos, logo o sensor LDR teve 91.66% de acerto, deste modo o sensor infravermelho teve melhor desempenho nos testes realizados. Portanto foi escolhido o sensor infravermelho para utilizar no projeto.

Tabela 1. Tabela de fluxo de grãos Infravermelho.

No. Teste	Total Grãos	Grãos Cont.	Cont. (%)
1	150	147	98,0%
2	150	149	99,3%
3	150	147	98,0%
4	150	140	93,3%
5	150	146	97,3%
6	150	143	95,3%
7	150	145	96,6%
8	150	140	93,3%
9	150	141	94,0%
10	150	147	98,0%
11	150	143	95,3%
12	150	139	92,6%
13	150	141	94,0%
14	150	142	94,6%
15	150	147	98,0%
Totais	2250	2157	95,8%

Tabela 2. Tabela fluxo de grãos LDR.

No. Teste	Total Grãos	Grãos Cont.	Cont. (%)
1	150	135	90,0%
2	150	134	89,3%
3	150	142	94,7%
4	150	129	86,0%
5	150	125	83,3%
6	150	136	90,7%
7	150	136	90,7%
8	150	145	96,7%
9	150	138	92,0%
10	150	131	87,3%
11	150	136	90,7%
12	150	142	94,7%
13	150	147	98,0%
14	150	142	94,7%
15	150	143	95,3%
Totais	2250	2061	91,6%

Na primeira camada do sistema foi desenvolvida a contabilização do fluxo de grãos contendo os seguintes componentes: condutores de grãos; sensores infravermelhos; Arduinos. O resultado da primeira camada está demonstrado pela Figura 11.

A comunicação serial RX TX utilizada nas camadas entre os Arduinos tiveram situações em que a leitura dos dados tiveram inconsistências, como caracteres inválidos e quebra nas informações recebidas, sendo necessário validar e enviar novamente os dados,

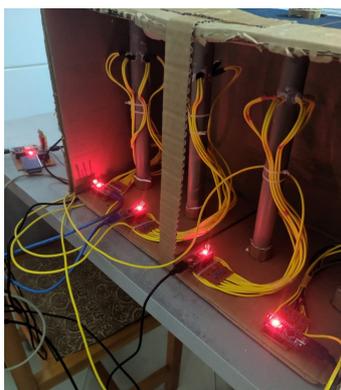


Figura 11. Condutores de sementes.

portanto, foi preciso realizar tratamentos nos dados recebidos, apagando os dados inconsistentes e aguardando o próximo envio válido da camada anterior. Essas ocorrências, ocasionam em lentidão no sistema, pela necessidade de refazer as validações em cada momento de recebimento dos dados.

Outra limitação na comunicação entre as camadas foi a quantidade de caracteres de envio, visto que a quantidade máxima de *bytes* no *buffer* é 64, portanto encontrou-se duas soluções para esse problema: em algumas camadas teve a possibilidade de simplificar os dados para envio, assim diminuindo a quantidade de caracteres, porém, em outros casos foi necessário criar uma porta serial secundária para ser possível enviar todos os dados que não foram simplificados.

A aplicação Web local foi desenvolvida para o acompanhamento do tratorista na hora do plantio, deste modo foram desenvolvidas as seguintes páginas Web:

A primeira página contém: o tempo real da contagem de sementes ao decorrer do plantio, a cor vermelha mostra as linhas que estão com problemas naquele momento; breve histórico de falhas para acompanhamento simplificado contendo a localização data e hora; dados de velocidade e status de conexão do GPS. Essas informações são suficientes para o tratorista ter uma breve análise do decorrer do plantio. Todas essas informações são demonstradas pela Figura 12.

SISTEMA DE CONTAGEM DE GRÃOS POR LINHA							
Principal		Tempo real		Histórico		Configuração	
Contagem por linha							
Linha1: 14977			Linha2: 14502 - (VERIFICAR LINHA)				
Linha3: 14502 - (VERIFICAR LINHA)			Linha4: 14980				
GPS conectado							
Ocorrências de falhas recentes					Outras informações		
Linhas	Ini falha(GPS)	Fim falha(GPS)	Horário	Dia	Km/h		
Linha1	-	-	-	-	0		
Linha2	-25.30061 -54.10454	-	21:34:58	05/09/2022			
Linha3	-25.30061 -54.10454	-	21:34:58	05/09/2022			
Linha4	-	-	-	-			
					Semeadora		
					Parada		
					Local Atual		
					-25.30061,-54.10453		

Figura 12. Dados tempo real.

A segunda página Web foi desenvolvida para visualização do histórico das falhas que ocorreram durante o processo de plantio, essas informações ficam salvas no cartão SD, com as seguintes informações: linha referente a ocorrência da falha; quantidade de sementes distribuídas até o momento antes da falha ocorrer; localização de início e fim da falha; data e hora que aconteceu o problema; a velocidade do tratorista naquele momento.

A tela de configuração foi criada para facilitar a troca das informações de conexão, tanto como o Wi-Fi alterando os campos nome da rede e senha, quanto com a conexão do serviço utilizado para gerar os *dashboards* na nuvem, possibilitando a alteração da URL do serviço e o *token* de conexão disponibilizado pelo serviço Web. Para estabelecer a conexão do ESP8266 com o Wi-Fi a rede não pode conter tela de autenticação de login, pelo fato do ESP8266 não suportar esse tipo de conexão.

3.2. Resultados visuais nos Dashboards

Nessa etapa foi realizado um segundo teste de distribuição de sementes para validar a comunicação entre todas as camadas do projeto, analisando o comportamento do sistema durante o processamento como um todo, desde a contagem do fluxo de grãos, o comportamento das informações local na tela Web em tempo real, até a última parte sendo da criação dos *dashboards* na nuvem.

Foram coletados cerca de 100 registros contendo a quantidade de sementes distribuídas nos 4 condutores naquele momento, esses dados são salvos a cada 5 minutos durante todo o processo do plantio. Deste modo foi possível obter a quantidade de dados necessários para criação de um *dashboard*, contendo gráfico de barra, gráfico de linha e 4 *displays* mostrando a quantidade total de cada condutor de semente.

Nos testes foram feitos intervalos parando a inserção manual de sementes nos condutores, assim ocasionando propositalmente falhas no fluxo de grãos para simular falhas reais com o objetivo de obter dados de ocorrências das mesmas e assim, sendo possível gerar gráficos para análise, como mostra a Figura 13.

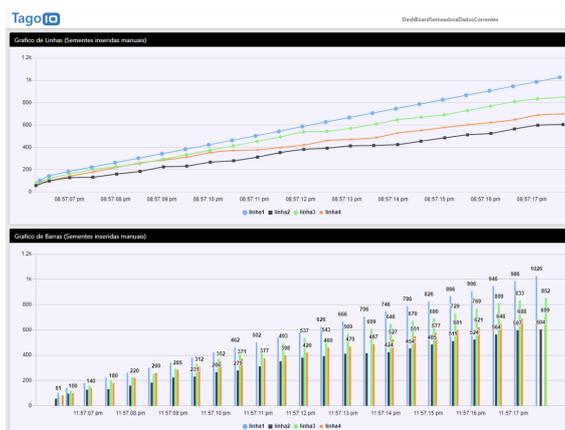


Figura 13. Gráfico de linha e barra.

Deste modo é possível visualizar no gráfico de linhas e barras a estatística de toda a distribuição de sementes em cada linha da semeadora, podendo analisar e verificar a discrepância da distribuição de sementes de cada linha individualmente. Essas falhas

de um conjunto de recursos e ferramentas que promovem a praticidade com a utilização de sistemas inteligentes para coleta e análise de dados.

Portanto pode-se concluir que os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados de forma satisfatória. A criação dos condutores de sementes para a contagem de fluxo de grãos, a comunicação entre os Arduínos para compartilhamento de processo para melhor performance, a comunicação entre o arduino e o ESP8266, a utilização do GPS na coleta dos dados de localização para determinar o início e o fim da falha, a utilização do leitor SD para salvar os dados localmente e por fim o envio dos dados salvos localmente no cartão SD para um Webservice externo com o intuito de gerar Dashboards variados na nuvem.

Vale ressaltar que os resultados aqui apresentados, apesar de não serem colocados a campo, são similares aos apresentados por Veloso (2019) com 80% de acurácia e Roque e Schirvelbein (2016), acurácia de 80% a 100%.

Para dar continuidade neste projeto, será preciso implementar o protótipo em uma semeadora, buscando validar todo o sistema atual em um equipamento real, visualizando todos os dados coletados, e validando a possibilidade de melhorias no cultivo de grãos através das análises feitas com os dados coletados durante o processo.

Referências

- LOPES, M. A. (2018). Os agricultores que alimentarão o mundo. *Área de Informação da Sede-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E)*, Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31314787/artigo—os-agricultores-que-alimentarao-o-mundo>, Acesso em: 01 nov. 2022.
- MARTINS, M. (2015). Automação em semeadora de precisão com aplicação de taxa variável e desligamento linha a linha. Trabalho final de graduação (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Universidade de Passo Fundo, Disponível em: <http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/1426/1/PF2017Marcelo%20Martins.pdf>, Acesso em: 01 nov. 2022.
- MOLIN, José Paulo; DO AMARAL, L. R. (2015). *Agricultura de precisão*. Oficina de Textos, Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=MX7jCgAAQBAJ>, Acesso em: 01 nov. 2022.
- ROQUE, A. d. S. e SCHIEVELBEIN, G. (2016). An architecture based on magnetic sensors for fault detection in agricultural implements. *IEEE Latin America Transactions*, 14(4):1582–1587.
- VELOSO, C. S. (2018). Agricultura de precisão controle de uma plantadeira de grãos. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Centro Universitário UNIFACVEST, Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/79086-veloso,-c.-s.-agricultura-de-precisao-controle-de-uma-plantadeira-de-graos.-tcc,-2018..pdf>, Acesso em: 01 nov. 2022.