



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

LUCAS MARTINS DE SOUSA

**USO DO SENSOR DE COR TCS 230 NA LOCALIZAÇÃO DE PLANTAS NA
PULVERIZAÇÃO**

FORTALEZA

2019

LUCAS MARTINS DE SOUSA

USO DO SENSOR TCS 230 NA LOCALIZAÇÃO DE PLANTAS NA PULVERIZAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Viliotti
Coorientador: Ms. Elivania Maria Sousa Nascimento.

FORTALEZA-CE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S697u Sousa, Lucas Martins de.
Uso do sensor de cor TCS 230 na localização de plantas na pulverização / Lucas Martins de Sousa. – 2019.
26 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Viliotti.

Coorientação: Profa. Ma. Elivania Maria Sousa Nascimento.

1. Sensor. 2. Arduino. 3. Pulverizador. I. Título.

CDD 630

USO DO SENSOR DE COR TCS 230 NA LOCALIZAÇÃO DE PLANTAS NA PULVERIZAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 21/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto Viliotti (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Leonardo Lenin Marques Brito
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Antônio Ulisses medina
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Dedico este trabalho a minha família.

Aos meus pais, Djanira e Eugênio.

Aos meus avós, Ângela e Antônio.

AGRADECIMENTOS

Aos meus avós, Ângela e Antônio, por todo o apoio incondicional necessário para que eu concluísse minha formação, desde a minha infância, até a minha graduação.

Aos meus pais, Eugênio e Djanira, por serem meus redutos e inspirações para maiores patamares na minha vida.

A minha companheira Brena Duarte Brigido, que esteve ao meu lado durante todo o processo e sempre me confortou em momentos difíceis, além de me inspirar a ser alguém melhor.

Aos meus amigos, pelas inúmeras vezes que me apoiaram, estimularam e tornaram o processo de criação mais prazeroso.

RESUMO

Os pequenos produtores agrícolas compõem grande parte da escala de produção nacional. Este trabalho foi desenvolvido para que possibilite a este grupo uma maior autonomia econômica, tendo em vista o alto custo de sistemas automotores no mercado. Desta forma, objetivou-se então um sistema de pulverização automatizado em que a aplicação dos produtos fosse precisa, proporcionando assim uma maior economia com gastos com produtos e conservação do solo a longo prazo. O trator foi então escolhido por ser um modelo acessível para pequenos produtores, em conjunto com o pulverizador tratorado de barra. Realizou-se a fixação de uma barra de alumínio que recebeu o sensor junto a barra de pulverização do implemento. O sensor foi então conectado a uma protoboard em conjunto com um microcontrolador, permitindo assim o desenvolvimento do código fonte necessário para a realização das atividades efetuadas pelo sensor. Optou-se então por uma fonte de energia de 12V de baixo custo para o fornecimento do sistema. Após a realização dos testes, concluiu-se que o sistema necessita de adaptações referentes as limitações do sensor.

Palavras-chave: Sensor. Arduino. Pulverizador.

ABSTRACT

The small agricultural producers are a major portion of the country's national production scale. This research was developed in order to enable a higher economic autonomy to this particular group of people, keeping in mind the market's automotive systems' high cost. Ergo, the objective at hand is an automated spraying system, in which all product application is precise, thus providing more substantial savings concerning both product inventory and long-term soil preservation. The tractor, which will in turn tow a bar sprayer, was selected because it is more accessible for small producers. An aluminium bar, fixed to the tractor, receives a sensor attached to the spraying bar being towed by the tractor. The sensor is then connected to a protoboard interlinked to a microcontroller, thus allowing for the generation of the source code needed for the accomplishment of the sensor's activities. A low-cost power supply of 12V was chosen for the system's supply. After proper testing, it was concluded that the system requires adaptations concerning sensor limitations.

KEYWORDS: Sensor. Arduino. Sprayer.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	<i>Agricultura familiar</i>	15
2.2	<i>Sensor de cor TCS 230</i>	16
2.3	<i>Arduino</i>	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	19
4	RESULTADOS	28
5	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIA	31

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos os pequenos agricultores têm se mostrado um forte pilar do sistema produtor de alimentos no Brasil, comprovando sua importância no cenário socioeconômico nacional.

Enquanto o modelo latifundiário tende a utilizar uma maior quantidade de máquinas em seu ciclo de produção, os produtores familiares utilizam pequenos tratores, que devido ao baixo custo e eficiência viabilizam sua aquisição para utilização em pequenas áreas. Segundo Andersson (2010) Estes utilizam criatividade e recursos disponíveis dentro da propriedade, com a finalidade de facilitação do trabalho e diminuição de custos, utilizando a diversificação de cultivos como ação necessária para sua segurança alimentar. Na medida em que começam a existir recursos disponibilizados através de linhas de crédito governamentais compatíveis com suas economias, estes agricultores apresentam a possibilidade de tecnificar suas propriedades, principalmente pela aquisição de tratores e máquinas agrícolas, no sentido de facilitar e agilizar seu trabalho, tornando em uma alternativa viável a automação desse maquinário.

Dentre os processos que podem ser melhorados está a pulverização de produtos químicos, pois esta depende de diversos fatores ambientais que devem ser considerados no momento da aplicação. Fatores estes sendo a umidade relativa do ar, temperatura e vento, assim como a máquina utilizada e a superfície atingida. Segundo I., G. Bugatti (2012), “Uma boa pulverização requer uma tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e a colocação de um produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade adequada, de forma econômica e com riscos mínimos de contaminação ambiental”.

A partir da automação de um pulverizador, o produtor pode então utilizar uma menor quantidade de insumos, tendo uma economia significativa a longo prazo, tendo em vista que a precisão de aplicação com o uso de sensores tende a ser maior. Além da economia no uso de produtos, há também uma maior conservação do solo por evitar a incidência do produto entre as plantas assim como entre as fileiras da produção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AGRICULTURA FAMILIAR

Para entender o conceito de agricultura familiar, é primeiramente necessário estudar sua origem histórica. A organização de trabalho familiar é primordial e existe desde a antiguidade, sendo influenciada diretamente pelas relações políticas e sociais dentro de seu contexto histórico.

De acordo com Wanderley (1996), A agricultura camponesa tradicional é profundamente inserida em um território, lugar de vida e de trabalho, onde o camponês convive com outras categorias sociais e onde se desenvolve uma forma de sociabilidade específica, que ultrapassa os laços familiares e de parentesco. Estes pequenos produtores formam então uma coletividade rural, geralmente atuando em pequena escala e modificando o meio e a comunidade local. Ainda segundo Wanderley (1996), É esta interação que possibilita definir a sociedade rural como uma “sociedade de interconhecimento”. Embora possa se considerar esta pequena escala de produção mais autônomo, é importante ter em vista que a agricultura praticada é direcionada a subsistência dessas famílias, de modo que o excedente dos cultivos é comercializado localmente, tornando-as dependentes de bons índices de produtividade em suas colheitas.

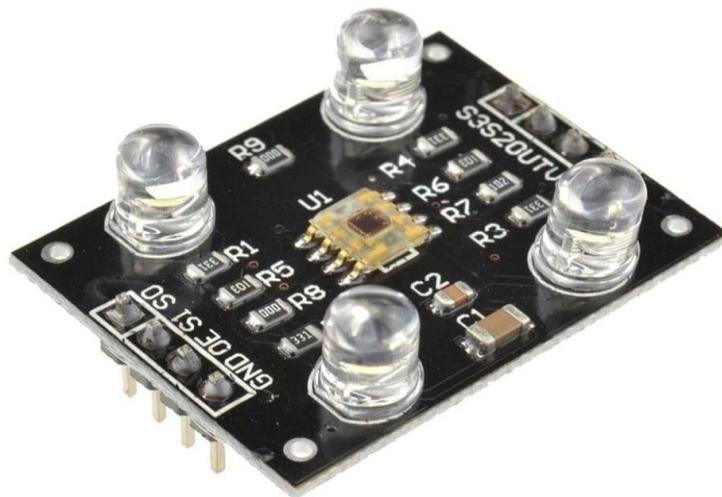
Atualmente, o setor nacional da agricultura familiar vem se modernizando cada vez mais, através de incentivos de programas governamentais que oferecem linhas de crédito aos pequenos produtores. Historicamente, De acordo com Barros (1983), a estratégia nacional de modernização que ocorreu em meados da década de 1960 até o final da década de 1980 teve quatro notórios pontos como base: a expansão dos programas governamentais de crédito subsidiado, o maior investimento em extensão rural e pesquisa, assim como um maior acesso ao comércio internacional e prioridade ao setor de insumos modernos. Neste mesmo período, segundo Conceição; Conceição (2014) a modernização tornou-se uma nova estratégia de desenvolvimento nacional, por conta da expansão do crédito rural subsidiado e a consequente aquisição de equipamentos e insumos mais avançados. Outro ponto importante a ser abordado no tópico da agricultura familiar é o obstáculo da conservação dos solos utilizados por esse grupo. Embora a utilização de maquinários no setor seja crescente, Grande parte dos agricultores não tem acesso a informações científicas e acadêmicas, tornando a utilização dos maquinários ineficiente em comparação ao seu real potencial de rendimento. Com a recorrente falta de manutenção nestas máquinas, há uma diminuição da eficácia destes

equipamentos, ocasionando problemas como gasto excessivo do insumo utilizado e uma maior agressão ao solo cultivado.

2.2 SENSOR DE COR TCS 230

O sensor de cor TCS 230 é um sensor baseado no software arduino e conta com diversas aplicações na indústria, com o propósito de identificação, contagem e separação de objetos. É composto por uma matriz de 8 x 8 fotodiodos localizados no centro da peça que são responsáveis pela identificação das três cores principais: verde, azul e vermelho.

Figura 1 -- Sensor TCS 230



FONTE: CURTO CIRCUITO

Através da identificação das cores próximas aos fotodiodos é então realizada uma leitura no software Arduino. Dentre as aplicações industriais, destaca-se o uso do sensor em esteiras seletoras de cor, tornando assim o processo mais eficiente do que o método manual de separação. Queiroz (2017) realizou o experimento usando este com uma esteira em que confeitos coloridos da marca M&M's® foram utilizados como objetos-teste. Após a conclusão de ambas as repetições do experimento, constatou-se então uma eficácia de 94% e 99% na leitura das cores dos confeitos, com uma média de velocidade de separação de 17 objetos por minuto. “Ao utilizar o segundo sensor (mesmas características e modelo) o desempenho do

projeto foi ainda melhor, seus acertos aumentaram para 99,4%, os seus erros diminuiram para 0,6% e a quantidade de confeitos selecionados por minuto manteve-se estável. Portanto, o protótipo foi considerado funcional.” (Queiroz, 2017)

Já na indústria agrícola, é possível utilizar este sensor no ramo da avicultura, participando da caracterização no processo de sanitização de ovos, como visto em Puhl (2017). O sensor auxiliou no monitoramento de leitura de pH, concentração de cloro e turbidez da água utilizada na pulverização dos ovos, tendo em vista que os métodos disponíveis no mercado se mostram ineficientes quando aplicados ao sistema de produção avícola. Concluiu-se ao final do experimento que o sistema é capaz de diferenciar cores, permitindo a determinação do pH da solução sanitizante por meio de indicadores universais. Provando dessa forma a eficiência do sensor na função de diferenciar as cores analisadas.

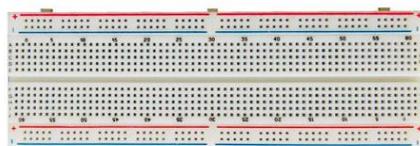
2.3 ARDUINO

O arduíno foi criado no ano de 2005 e foi concebido como uma plataforma de programação acessível e de baixo custo. O hardware possui código livre, então está sempre sendo aperfeiçoado pelos usuários, que diversificam a utilização da plataforma dentro dos limites da programação realizada no software. Segundo McRoberts (2015),

“A maior vantagem do Arduino em relação a outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a sua facilidade de utilização, o que permite que pessoas que não sejam de áreas técnicas possam aprender o básico e criar seus próprios projetos em um período relativamente curto”. (McRoberts, 2015).

O hardware se comunica utilizando uma linguagem baseada em C/C++, requerindo então somente o uso de um cabo USB. A linguagem do código criado é então transmitida para o microcontrolador fixado na placa *protoboard* (figura 2)

Figura 2 -- *Protoboard*



Fonte: Autor (2019)

De acordo com Alves (2013),

“Ela consiste numa placa didática composta de uma matriz de contatos que permite a construção de circuitos experimentais sem a necessidade de efetuar a solda dos componentes, isso permite que seja efetuada uma série de experimentos com os mesmos componentes inserindo ou removendo os mesmos com rapidez e segurança, ideal para projetos educacionais.” (ALVES, 2013)

Além da função prática, O conjunto de software e hardware arduino também possui aplicações na área da educação, como visto em Alves (2013), que propõe a utilização da robótica em conjunto com o arduino como meio de criação de projetos educacionais. Ainda segundo o autor, “A atividade com robótica educacional é desafiadora e lúdica, onde o esforço do educando é utilizado na criação de soluções, sejam essas compostas por hardware e/ou software, visando à resolução de um problema proposto – podendo o mesmo ser real”. Persistindo na perspectiva educacional, Schons et al. (2004) ressalta que a robótica pedagógica “constitui nova ferramenta que se encontra à disposição do professor, por meio da qual é possível demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando tanto o professor como principalmente o aluno”.

Outro aspecto que é possível de ser observado é o baixo custo dos componentes do sistema arduino, possibilitando então a utilização em um largo espectro de situações. Segundo Souza (2011),

“As placas importadas, oferecidas no mercado nacional, têm um forte incremento nos custos devido aos impostos. Por sua vez, a importação direta por um professor esbarra, em geral, nas dificuldades de pagamento em moeda estrangeira. Entretanto, têm surgido algumas alternativas interessantes”. (Souza, 2011)

Ressaltando então o uso do arduino como uma ferramenta educacional eficiente e de baixo custo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no laboratório de mecânica localizado no Departamento de Engenharia Agrícola (DENA) da Universidade Federal de Ceará, Campus do Pici, Fortaleza/CE, nas coordenadas geográficas 03°43'02" de latitude Sul e 38°32'35" de longitude Oeste, situando-se a nível do mar. Para a realização do experimento, foi utilizado o trator agrícola modelo Yanmar TC10 de 14 CV (Figura 3), por conta de seu baixo custo e acessibilidade, tendo em vista que o equipamento é direcionado para pequenos produtores. Tratorado por este, foi utilizado um sistema de pulverização em barra (Figura 4) composta de 14 bicos de pulverização e com tanque de 400 litros de capacidade.

Figura 3 -- Trator Yanmar TC10



Fonte: Autor (2019)

Figura 4 -- Pulverizador tratorado

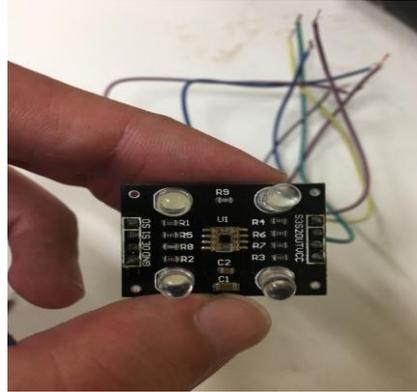


Fonte: Autor (2019).

O sensor escolhido para o experimento foi o sensor de cor RGB TCS 230 (Figura 5), que realiza leituras de cores próximas através da utilização de fotodiodos. Este sensor

possui 64 fotodiodos (16 para a cor vermelha, 16 para a cor azul, 16 para a cor verde e 16 sem nenhum filtro de cor) que realizam a detecção das cores. O sensor também apresenta um conjunto com quatro leds brancos para iluminação, e oito pinos para conexão.

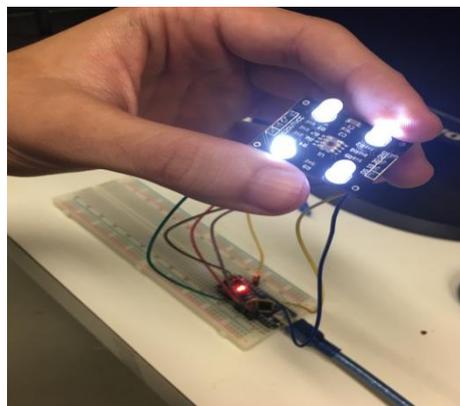
Figura 5 -- Sensor TCS 230



Fonte: Autor (2019).

Através da análise de resultados de experimentos prévios realizados com a utilização do sensor, foi concluído que este modelo se adequaria as condições do experimento, além de ser acessível pelo seu baixo custo. Foi desenvolvido então o código-fonte através do programa Arduino, utilizando um *sketch* de comandos (Anexos 2 e 3) de forma que o sensor fosse programado para detecção das cores próximas aos seus fotodiodos. Após a programação, foi realizada a integração do sensor ao circuito em uma placa arduino, de modo que o código-fonte pudesse ser enviado e salvo no microcontrolador (Arduino nano) como observado na figura 6.

Figura 6 -- Sensor integrado a placa



Fonte: Autor (2019).

Após a etapa de programação do sensor e a escolha do trator e implemento, buscou-se então a fixação do sensor junto ao bico de pulverização, de forma que o alinhamento do bico com o sensor fosse o ideal. Utilizou-se então uma barra de alumínio oca (Figura 7) em formato retangular de espessura de aproximadamente 2,5 cm de largura e 2 m de comprimento:

figura 7 -- Barra de aluminio vista interna



Fonte: Autor (2019).

A barra então foi cortada utilizando uma serra circular elétrica, em marcações feitas de forma que o local do sensor coincidisse com o local do bico pulverizador. A forma retangular do corte foi pensada para que o sensor pudesse ser fixado e os fios conectados passassem pelo orifício, como visto na Figura 8:

Figura 8 – Recortes realizados na barra de alumínio



Fonte: Autor (2019).

Após este processo, foi visto então que a barra precisaria ser revestida de algum material de forma que isolasse os pinos do sensor, assim como amortizasse o impacto da vibração sofrida com o funcionamento do trator. Utilizando então um pedaço de borracha e cola, revestiu-se somente a face da barra em que os sensores seriam fixados, como pode ser observado nas figuras 9 e 10:

Figura 9 -- Barra revestida com borracha



Fonte: Autor (2019).

Figura 10 -- Vista geral da barra revestida



Fonte: Autor (2019).

Após a barra estar pronta para ser fixada, considerou-se diversas opções para que fosse realizada a fixação. Considerando a acessibilidade e relação custo/benefício, optou-se pela utilização de lacres plásticos, visto na figura 11:

figura 11 -- Lacres plásticos



Fonte: Autor (2019).

Levando em consideração que o ponto de ruptura deste material é significativamente alto e apropriado para suportar o peso da barra de alumínio, foram utilizados então 6 lacres plásticos para a fixação de todo o suporte do experimento: A barra de alumínio fixada na barra de pulverização pode ser vista na figura a seguir:

figura 12 -- Barra de alumínio fixada junto a barra de pulverização.



Fonte: Autor (2019).

Após esta etapa, realizou-se a instalação das válvulas solenoides como visto na Figura 12, para controle da abertura e fechamento dos bicos, utilizando o circuito integrado ULN2803 (Figura 14).

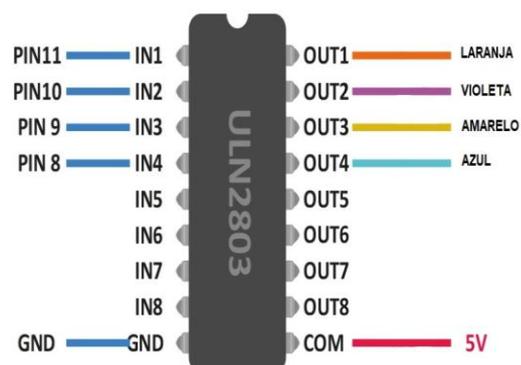
Figura 13 -- Detalhe das válvulas solenóides



Fonte: Autor (2019).

Este circuito tem a função de ser um interruptor independente para cada bico, controlado por variações da tensão dos pinos da porta paralela (lpt1) do computador. O código-fonte do programa de acionamento (Anexo 1) das válvulas solenoides foi escrito com o software Arduíno 1.8.9 e salvo então no microcontrolador da placa.

Figura 14 -- Circuito integrado ULN2803



Fonte: Autor

O código na função “*void setup*” efetua os comandos contidos nos colchetes somente uma vez, estabelecido nas configurações iniciais. A função “*pinMode*” controla as entradas digitais (0 a 13), como entrada (INPUT) ou saída de dados (OUTPUT). Já a função *void loop* efetua os comandos contidos nos colchetes de forma cíclica, com o intervalo sendo

definido pelo programador. A função “*digitalWrite*”, quando definida como “HIGH”, liga a porta digital, enquanto o comando “LOW” desliga a porta digital específica e o “*delay*” estabelece o tempo de espera medido em milissegundos. Neste experimento foram utilizadas somente quatro portas digitais (1 a 4). A programação foi então salva no microcontrolador, que passa a realizar as ações de forma contínua e independente.

Realizou-se então um teste de vazão dos bicos para analisar a uniformidade da aplicação após a instalação das válvulas solenoides e checar se seria necessária alguma manutenção ou adaptação dos componentes da barra de pulverização. O teste foi feito utilizando o motor do trator em primeira rotação da Tomada de Potência no modo de Alto torque baixa rotação, e engatado na terceira marcha. Utilizando-se de copos plásticos, o tempo escolhido para coleta da água pulverizada foi de 5 segundos, para que houvesse um maior intervalo e o erro entre medições fosse menor. Os testes foram divididos entre três repetições para cada bico e as medidas de água obtidas foram mensuradas utilizando-se de uma pipeta graduada com capacidade de 500 mL (Figura 15).

Figura 15 -- Teste de vazão



Fonte: Autor (2019).

Após a realização do teste, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 1. Resultados dos testes de vazão para o bico 1

Bico 1	Vazão em 5 segundos (mL)
Repetição 1	40
Repetição 2	50
Repetição 3	50

Fonte: Autor (2019).

Tabela 2. Resultados dos testes de vazão para o bico 2

Bico 2	Vazão em 5 segundos (mL)
Repetição 1	50
Repetição 2	80
Repetição 3	70

Fonte: Autor (2019).

Tabela 3. Resultados dos testes de vazão para o bico 3

Bico 3	Vazão em 5 segundos (mL)
Repetição 1	60
Repetição 2	60
Repetição 3	50

Fonte: Autor (2019)

Tabela 4. Resultados dos testes de vazão para o bico 4

Bico	Vazão em 5 segundos (mL)
Repetição 1	50
Repetição 2	50
Repetição 3	50

Fonte: Autor (2019)

Escolheu-se o bico número 4 para ser utilizado, tendo em vista que este manteve a uniformidade de aplicação durante as três repetições do teste. Após esta etapa, foi decidido então a fonte de energia do experimento. Optou-se usar uma bateria de 12 V (Figura 16), pois a voltagem seria a mais apropriada tendo em vista os componentes que necessitariam de energização. A bateria foi então fixada próxima ao assento do operador (Figura 17), após a conexão com a protoboard e os circuitos do sensor.

Figura 16 -- Bateria de 12 V



Fonte: Autor (2019).

Figura 17-- Bateria fixada



Fonte: Autor (2019).

A área escolhida para o teste foi a área experimental do LIMA (laboratório de incidentes com máquinas agrícolas), localizada próxima ao galpão de máquinas da UFC, de forma que o trajeto de locomoção fosse mínimo, evitando vibrações excessivas e desajustes dos componentes. O teste (Figuras 18 e 19) foi então realizado, sendo usado como parâmetro de identificação as plantas espontâneas já presentes no local.

Figura 18 -- Sistema pronto para teste



Fonte: Autor (2019).

Figura 19 -- Realização do teste



Fonte: Autor (2019).

4. RESULTADOS

Os resultados não se mostraram satisfatórios, levando em conta as expectativas com o objetivo do experimento. Um dos fatores foi a falta de proximidade do sensor fixado na barra aos alvos de aplicação. O sensor necessita de uma distância consideravelmente pequena para detecção das plantas alvo, requerendo então outras variáveis na realização de testes.

Outro fator decisivo para o resultado foi a luminosidade excessiva, tendo em vista que esta influencia a eficiência do sensor, de forma que as leituras de cores não são precisas.

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir então que os resultados não foram satisfatórios, considerando o objetivo de reduzir a aplicação de produtos utilizados na pulverização, assim como uma maior conservação do solo. Ajustes podem ser realizados de forma que a distância do sensor para a planta alvo seja menor, aumentando assim sua eficiência. Outro possível ajuste seria o uso de lupas junto ao sensor, de modo que o alcance efetivo deste aumentasse.

Espera-se que este experimento sirva como inspiração para trabalhos futuros e que os benefícios esperados sejam atingidos após a adaptação requerida para o sistema.

ANEXOS

Anexo 1 – Código fonte da válvula solenoide

```

void setup ( )
{ pinMode (1, OUTPUT); //ativa a porta 1 (V1) como saída
  pinMode (2, OUTPUT); //ativa a porta 2 (V2) como saída
  pinMode (3, OUTPUT); //ativa a porta 3 (V3) como saída
  pinMode (4, OUTPUT);} //ativa a porta 4 (V4) como saída
void loop ( )
{ digitalWrite(1, HIGH); //abre a V1, desvia o fluxo do transportador
  digitalWrite(2, HIGH); //abre a V2, preenche canal da amostra
  delay(10000);
  digitalWrite(1, LOW); //desliga a V1, limpa percurso analítico
  digitalWrite(2, LOW);
  delay(20000);
  for (count = 0; count <2; count++) //cria ciclo de amostragem ternária
  { digitalWrite(1, HIGH);
    digitalWrite(2, HIGH); //adiciona amostra
    delay(1000);
    digitalWrite(2, LOW);
    digitalWrite(3, HIGH); //adiciona ácido ascórbico
    delay(1000);
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, HIGH); //adiciona 1,10-fenantrolina
    delay(1000);
    digitalWrite(4, LOW); }
  digitalWrite(1, LOW); //conduz zona de amostra para medida
  delay(60000); }

```

Fonte: Autor (2019)

Anexo 2 – Código-fonte do sensor TCS 230

```

#define S0 4
#define S1 5
#define S2 6
#define S3 7
#define sensorOut 8
int frequency = 0;
void setup() {
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);
  pinMode(sensorOut, INPUT);

  // Setting frequency-scaling to 20%
  digitalWrite(S0,HIGH);
  digitalWrite(S1,LOW);

  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  // Setting red filtered photodiodes to be read
  digitalWrite(S2,LOW);
  digitalWrite(S3,LOW);
  // Reading the output frequency
  frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);
  //Remapping the value of the frequency to the RGB Model of 0 to 255
  frequency = map(frequency, 25,72,255,0);
  // Printing the value on the serial monitor
  Serial.print("R= "); //printing name

```

Fonte: Autor (2019).

Anexo 3 – Código-fonte do sensor TCS 230

```
Serial.print("R= "); //printing name
Serial.print(frequency); //printing RED color frequency
Serial.print(" ");
delay(100);
// Setting Green filtered photodiodes to be read
digitalWrite(S2,HIGH);
digitalWrite(S3,HIGH);
// Reading the output frequency
frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);
//Remaping the value of the frequency to the RGB Model of 0 to 255
frequency = map(frequency, 30,90,255,0);
// Printing the value on the serial monitor
Serial.print("G= "); //printing name
Serial.print(frequency); //printing RED color frequency
Serial.print(" ");
delay(100);
// Setting Blue filtered photodiodes to be read
digitalWrite(S2,LOW);
digitalWrite(S3,HIGH);
// Reading the output frequency
frequency = pulseIn(sensorOut, LOW);
//Remaping the value of the frequency to the RGB Model of 0 to 255
frequency = map(frequency, 25,70,255,0);
// Printing the value on the serial monitor
Serial.print("B= "); //printing name
Serial.print(frequency); //printing RED color frequency
Serial.println(" ");
delay(100);
}
```

Fonte: Autor (2019).

REFERÊNCIAS

- ALVES, Rafael Machado et al. Uso do hardware livre Arduino em ambientes de ensino-aprendizagem. Jornada de Atualização em Informática na Educação, v. 1, n. 1, p. 162-187, 2013.
- ANDERSSON, Norberto Luiz Marques. Selection of agricultural tractors suitable for family farming.. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura familiar) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.
- ARAÚJO JÚNIOR, Antônio Pereira et. al. Uma Rápida Análise Sobre Automação Industrial. Disponível em: <http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_6.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2019.
- BARROS, J. R. M. Fundamentos de uma nova política agrícola. Brasília: Ministério da Agricultura/CFP, 1983. 39 p. (Coleção Análise e Pesquisa, v. 26).
- BUGATTI I., G. Bugatti et al. [AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE PULVERIZAÇÃO EM MÁQUINAS AGRÍCOLAS](#) 2012 v. 2 n. 1 (2012): [Revista Eletrônica e-F@tec](#)
- CONCEIÇÃO, J. C. P. R. da; CONCEIÇÃO, P. H. Z. da. Agricultura: evolução e importância para a balança comercial brasileira. Rio de Janeiro: IPEA, 2014. 36 p.
- MCROBERTS, Michael. Arduino Básico-2ª edição: Tudo sobre o popular microcontrolador Arduino. Novatec Editora, 2015.
- PUHL, Rafael Bidese Desenvolvimento de um sistema de automatização de análise química para monitoramento de cloro,pH e turbidez em aplicações do agronegócio. /Rafael Bidese Puhl; orientador, Djones Vinicius Lettnin ; - Florianópolis, SC, 2017.
- QUEIROZ, Mariana Emer de. Elaboração e implementação de um protótipo de esteira seletora por cor. 2017. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.
- Schons, C.; Primaz, E. e Wirth, G. A. P. (2004) “Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem”. Em Anais do I Workshop de Computação da Região Sul.
- SOUZA, Anderson R. de et al . A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 33, n. 1, p. 01-05, Mar. 2011 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172011000100026&lng=en&nrm=iso>. access on 18 June 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172011000100026>.

WANDERLEY, M. N. B. RAÍZES HISTÓRICAS DO CAMPESINATO BRASILEIRO - XX ENCONTRO ANUAL DA ANPOCS. GT 17. PROCESSOS SOCIAIS AGRÁRIOS. CAXAMBU, MG. OUTUBRO 1996

Zambolim et al - ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M.Z.; SANTIAGO, T. O que os engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. 3ªed. Viçosa: UFV, 2008. 46 4p.