

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

OTÁVIO SILVA LUCAS

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO PARA
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO E TEMPERATURA DO AR**

**ITAQUI
2019**

OTÁVIO SILVA LUCAS

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO PARA
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO E UMIDADE DO AR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso em Agronomia da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial
para obtenção do Engenheiro Agrônomo.
Orientador: Nelson Mario Victoria Bariani

**ITAQUI
2019**

OTÁVIO SILVA LUCAS

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO PARA
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO E TEMPERATURA DO AR**

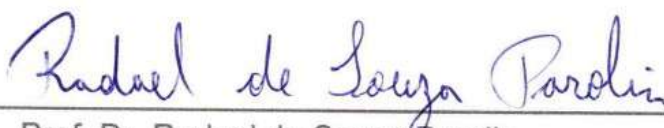
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso em Agronomia da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial
para obtenção do Engenheiro Agrônomo.
Orientador: Prof. Dr. Nelson Mario Victoria
Bariani

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 22/11/2019.

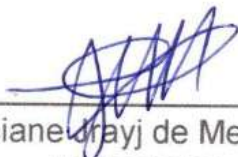
Banca examinadora:



Prof. Dr. Nelson Mario Victoria Bariani
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Radael de Sousa Parolin
UNIPAMPA



Prof. Dra. Cassiane Grayj de Melo Victoria Bariani
UNIPAMPA

Dedico a todos que contribuíram para minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que em sua infinita bondade, sempre me amparou e me guiou no caminho do bem. À minha família, em especial, ao meu pai e minha mãe, Sinval Terra Lucas e Rute Néri Silva Lucas, que em todos os momentos da minha vida se dedicaram a minha criação e educação.

Ao professor Dr. Nelson Mario Victoria Bariani pela oportunidade de desenvolvimento deste projeto em conjunto, pelos ensinamentos que foram o alicerce da minha jornada acadêmica e a oportunidade de iniciação científica.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão do curso de Agronomia e principalmente à Universidade Federal do Pampa.

Em especial à minha namorada Maiara Machado pela paciência, amor, carinho e compreensão nas horas difíceis.

RESUMO

IMPLEMENTAÇÃO DE UM DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO PARA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO E TEMPERATURA DO AR

A agricultura é o setor que consome aproximadamente 70% dos recursos hídricos no Brasil e no mundo. Apresentar novas estratégias para o consumo da água de forma inteligente e consciente se tornam essenciais e adotar novas tecnologias auxilia os produtores quanto ao controle e aumento da produtividade agrícola. Os métodos de irrigação são um dos principais métodos artificiais utilizados para a aplicação de água na agricultura. As tecnologias utilizadas para o monitoramento da irrigação proporcionam aos profissionais da área facilidade na aquisição de informações referentes à umidade dos solos ou informações meteorológicas. No Brasil, os equipamentos utilizados para resolver problemas na produção agrícola possuem custos elevados dificultando a aquisição para pequenos produtores rurais. Neste sentido, o objetivo deste trabalho visa a criação de uma ferramenta para leitura de valores referentes à umidade do solo e temperatura do ar utilizando sensores com baixos custos no mercado.

Palavras Chaves: Irrigação. Automatização. Arduino.

ABSTRACT

IMPLEMENTING A LOW COST DEVICE TO DETERMINE SOIL MOISTURE AND TEMPERATURE

Agriculture is the field that consumes approximately 70% of water resources in Brazil and worldwide. Presenting new strategies for intelligent and conscious water consumption becomes essential and adopting new technologies helps producers to control and increase agricultural productivity. Irrigation methods are one of the main artificial methods used for the application of water in agriculture. Technologies applied to irrigation systems make it easy for professionals in the field to acquire information regarding soil moisture or weather information. In Brazil, the equipment used in precision agriculture to solve problems in agricultural production has high costs, making it difficult for small farmers to purchase. In this sense, the objective of this work is to create a tool for reading values related to soil moisture and air temperature using low cost sensors in the market.

Key Words: Irrigation. Automation. Arduino.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura da placa Arduino Uno	12
Figura 2: Módulo FC-28	13
Figura 3: Sensor de temperatura do ar DHT 11	13
Figura 4: Display LCD 16x2.....	14
Figura 5: Esquema eletrônico do dispositivo	14
Figura 6: Código do dispositivo	15
Figura 7: Imagem ilustrativa do protótipo concluído	16
Figura 8: Número digital de 10 bits fornecido pelo sensor de umidade para diferentes percentagens de umidade do solo.....	17
Figura 9: Montagem do protótipo	18
Figura 10: Funcionamento do protótipo em campo	18

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	10
OBJETIVO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

A irrigação é um método artificial de aplicação da água na agricultura, cujo principal objetivo é viabilizar a produção dos cultivos em locais onde a escassez de água limita a atividade agrícola (Rezende, 2019). O manejo adequado da água permite melhorar significativamente os resultados da produção e produtividade dos cultivos agrícolas. Obter conhecimentos sobre a umidade do solo *in loco* auxilia quanto ao manejo da água em culturas irrigadas. A determinação da quantidade de água no solo é fundamental para os principais estudos de processos físicos, químicos e biológicos que neles ocorrem (Diniz, 2017).

Existem diversas alternativas para medição da umidade no solo, classificados como diretos e indiretos. Nos métodos diretos a água é extraída de uma amostra do solo e quantificada. Nos métodos indiretos são mantidas as propriedades físicas do solo, como resistência elétrica, pressão, capacitância, reflexão de um pulso elétrico, entre outros (Gomes, 2016).

A tecnologia dos sistemas de irrigação proporciona aos profissionais e produtores agrícolas um controle quanto à avaliação da umidade no solo, compactação e informações meteorológicas. Uma dessas aplicações de tecnologia na agricultura é a utilização de sensores eletrônicos para monitoramento na irrigação.

Neste sentido, Pereira et al. (2017) utilizou um microcontrolador de código aberto para o desenvolvimento de um sistema para irrigação automatizada de plantas.

Neste projeto os autores utilizaram uma placa microcontroladora e um sistema de transmissão de dados via *bluetooth* que enviam informações da umidade do solo para um aplicativo celular, assim o usuário pode acionar a bomba de irrigação caso haja a necessidade de irrigação no local.

O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em *Hardware* e *Software* de fácil utilização. A plataforma é caracterizada pelo baixo custo de seus sensores e placas.

Para o monitoramento da quantidade da umidade no solo o hidrômetro surge como um sensor que pode ser utilizado em ambientes externos. Seu funcionamento se dá pelo

contato direto com o solo através de suas duas pontas metálicas que recebem através de um sinal analógico a quantidade de condutibilidade do solo. Para a medição da temperatura e umidade relativa do ar o sensor DHT11 faz leituras de temperaturas entre 0 a +50 graus Celsius e umidade entre 20 a 90% (Arduino, 2019).

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver um protótipo de dispositivo, preferencialmente partindo de módulos funcionais independentes, já desenvolvidos e documentados por seus fabricantes. O dispositivo será capaz de fornecer informações sobre a umidade do solo e temperatura do ar. Seu custo de produção será o menor possível. O sistema será composto por sensores de umidade do solo, placa microcontroladora, display para visualização dos dados, um display para visualização dos dados e um sistema de baterias retroalimentadas por energia solar.

2. OBJETIVO

Objetiva-se neste trabalho desenvolver um protótipo de um dispositivo de baixo custo que possa emitir valores de temperatura do ar e umidade do solo, para auxílio na tomada de decisão de quando irrigar.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O protótipo foi desenvolvido na Universidade Federal do Pampa Campus Itaqui, localizada na Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul. O sistema eletrônico utiliza uma plataforma *open source* para prototipagem eletrônica, caracterizada pela adoção de componentes de baixo custo.

A placa utilizada no protótipo é o Arduino Uno R3 com microcontrolador ATMEGA328, possui 32 KB de Flash, 2 KB de RAM e 1 KB de EEPROM. Em sua estrutura estão alocados 14 pinos de entrada e saída digitais e 6 entradas e saídas analógicas, ambas operam em uma voltagem de 5 V. A placa microcontroladora é programada através de comunicação serial. A placa controladora pode ser vista na Figura 1.

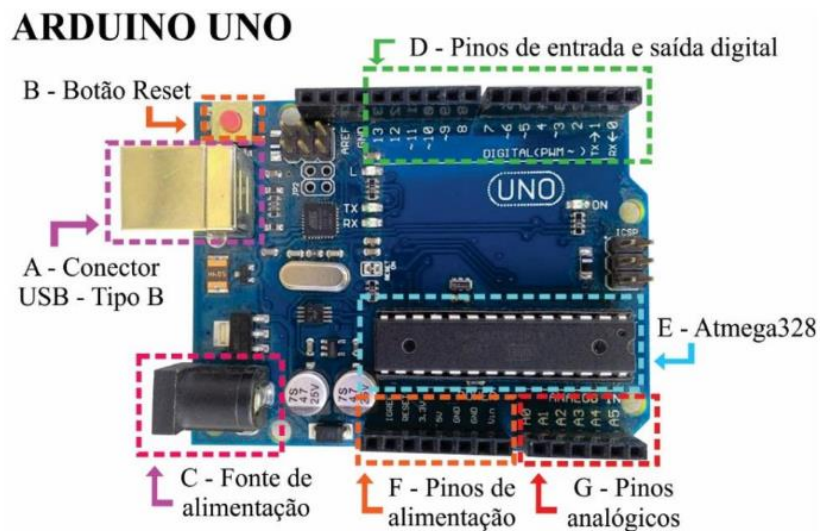


Figura 1: Estrutura da placa Arduino Uno.
Fonte: Autor.

Na Figura 1 pode-se observar os detalhes de cada componente da placa. O item A corresponde ao conector USB tipo B que proporciona a comunicação serial para transmissão dos códigos pré-programados. O botão para resetar a placa está mostrada no item B. O item C mostra o conector para a fonte de alimentação. No item F é mostrado os pinos para a distribuição das correntes de 3,3 V ou 5 V, além das portas GND (terra) que são as portas de voltagem negativa. No item G é mostrado os pinos de entrada e saída analógica, com um total de 6 portas que operam em uma resolução de 10 bits, assim, através do conversor AD ligado nos 5 V o valor de conversão será de 1023. O microcontrolador ATmega328 é mostrado no item E. As portas de entrada e saída digital estão no item D, com total de 14 portas digitais que operam na corrente de 5 V, alguns dos pinos possuem algumas funções específicas, como exemplo as portas de comunicação serial 0 e 1 ou as portas PWM 3, 5 e 6.

Existem atualmente diversos métodos para medir a umidade relativa do solo, porém uma alternativa para a medição com a placa Arduino Uno é o módulo sensor FC-28 Hidrômetro que detecta as variações de umidade nos solos operando na corrente de 5 V. O módulo sensor FC-28 pode ser visto na Figura 2.

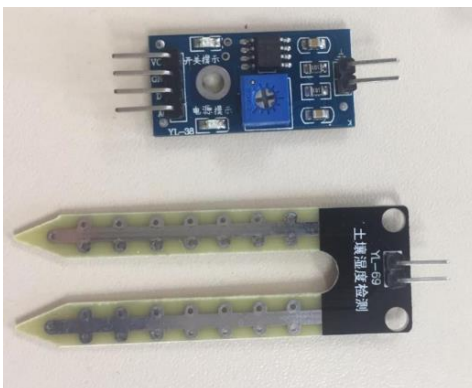


Figura 2: Módulo FC-28.
Fonte: Autor.

O sensor possui uma haste com duas pontas de prova que transmitem a corrente no solo e faz leitura da resistência elétrica que resulta, ou seja, quanto maior for a quantidade de água no solo, menor será a resistência lida pelo sensor, em contrapartida se o solo for seco a resistência será maior. O sensor é conectado no pino analógico da placa microcontroladora.

A medição de temperatura do ar é obtida através do sensor DHT11 que faz medições de temperaturas entre 0 o C até 50o C com precisão de $2^{\circ}\pm$. O sensor pode ser visto na Figura 3.



Figura 3: Sensor de temperatura do ar DHT11.
Fonte: Autor.

O display LCD é o responsável por imprimir em tela os resultados processados na placa microcontroladora de cada sensor. Neste trabalho optou-se pelo display 16x2, ou seja, 16 colunas e 2 linhas com luz de fundo azul e letras na cor branca. O contraste pode ser ajustado através de um potenciômetro. A Figura 4 mostra o display.



Figura 4: Display LCD 16x2.
Fonte: Autor.

O esquema da ligação eletrônica de todos os componentes do dispositivo pode ser visto na Figura 5. O primeiro teste é feito em um ambiente com *protoboard* que simula o funcionamento de todos os sensores simultaneamente. Após testes e simulações todos os sensores foram soldados à placa microcontroladora sem a necessidade de *protoboard*.

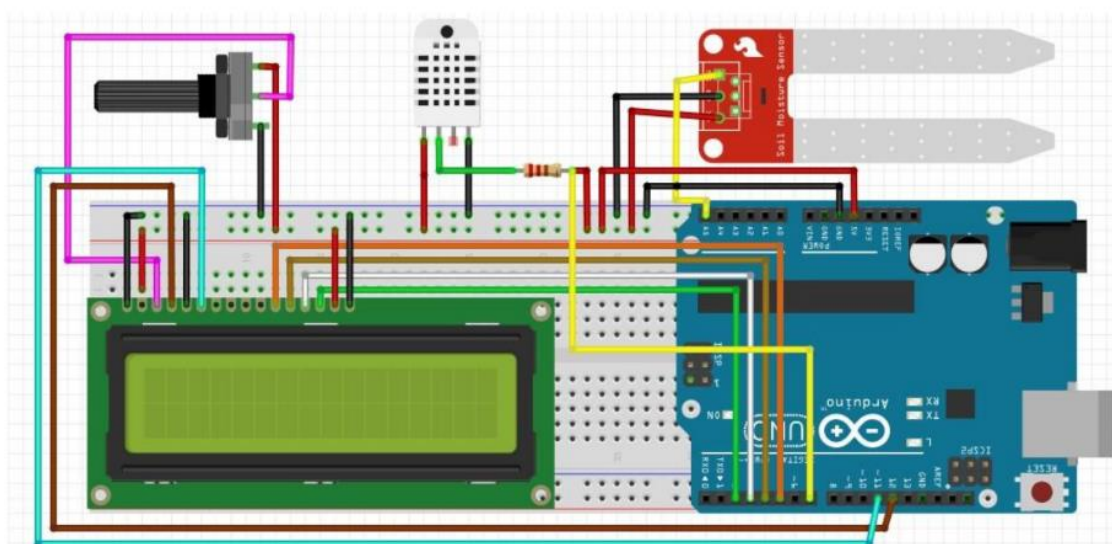


Figura 5: Esquema eletrônico do dispositivo.
Fonte: Autor.

O funcionamento do sistema se dá pela recepção das informações geradas pelos sensores à placa microcontroladora e impressão em um display da quantidade de umidade do solo e valor referente à temperatura do ar. O dispositivo é alimentado por baterias de lítio recarregáveis que podem ser removidas.

O código do dispositivo foi desenvolvido na própria plataforma da placa microcontroladora, com base em códigos pré-existentes, disponíveis na Internet. Sua linguagem de programação se assemelha à linguagem C. O código do protótipo é mostrado na Figura 6.

```

Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
testelcd$
1 #include <Adafruit_Sensor.h>
2 #include <LiquidCrystal.h>
3 #include <DHT.h>
4
5 #define DHTPIN A1
6 #define DHTTYPE DHT11
7
8 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
9 LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
10
11 float temp;
12 const int pinoSensor = A0;
13 int valorLido;
14 int analogSoloSeco = 400;
15 int analogSoloMolhado = 150;
16 int percSoloSeco = 0;
17 int percSoloMolhado = 100;
18 void setup()
19 {
20   lcd.begin(16, 2);
21   dht.begin();
22 }
23

Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
testelcd$
24 void loop()
25 {
26   temp= dht.readTemperature();
27   valorLido = constrain(analogRead(pinoSensor), analogSoloMolhado, analogSoloSeco);
28   valorLido = map(valorLido, analogSoloMolhado, analogSoloSeco, percSoloMolhado, percSoloSeco);
29   lcd.clear();
30   lcd.setCursor(0,0);
31   lcd.print("TEMP. AR=");
32   lcd.setCursor(10,0);
33   lcd.print(temp);
34   lcd.setCursor(15,0);
35   lcd.print("C");
36   lcd.setCursor(0,1);
37   lcd.print("UMIDADE=");
38   lcd.setCursor(9,1);
39   lcd.print(valorLido);
40   lcd.setCursor(11,1);
41   lcd.print("%");
42   delay(5000);
43 }
44
45
46
47
48
49
50

```

Figura 6: Código do dispositivo.
Fonte: Autor.

O dispositivo pode ser acoplado em uma base vertical que pode ser fixado no solo sem que haja qualquer contato direto com o solo a não ser pelas hastes do sensor de umidade, assim os circuitos eletrônicos ficam seguros contra qualquer contato com a água. A ilustração de como o dispositivo pode ser fixado ao solo pode ser vista na Figura 7.



Figura 7: Imagem ilustrativa do protótipo concluído.
Fonte: Autor.

A estrutura do dispositivo foi desenvolvida buscando o melhor desempenho dos sensores sem que haja interferência com a água existente no solo, portanto o suporte fixador separa o sensor de umidade dos demais circuitos, assim somente um cabo com sinal digital é conectado.

Para teste do dispositivo foi usada uma balança digital, béquer de 10 ml e água destilada. Através do peso do béquer, béquer+sensor, béquer+sensor+solo seco e béquer+sensor+solo seco+água destilada, foi calculada a porcentagem de umidade mediante a seguinte relação, após adição de sucessivas alíquotas de água destilada:

$$\% \text{ umidade} = \text{peso da água} / \text{peso do solo seco} \quad (\text{Eq. 1})$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após testes em bancada, o protótipo se mostrou inicialmente pouco sensível à umidade do solo, sendo necessária uma verificação da calibração proposta no código inicial. A temperatura do ar apresentou resultados e variações normais, de acordo com a temperatura ambiente registrada em termômetros convencionais.

Os primeiros testes foram realizados em um recipiente com terra totalmente seca. O sensor apresentou umidade de 0%, após, adicionou-se água aos poucos e o sensor mostrou baixa sensibilidade até quase perto da saturação com água.

Por esse motivo, foi decidido testar o sensor diretamente, utilizando um código mais simples que permitisse visualizar diretamente o valor entre 0 - 1023 fornecido pelo mesmo. Como resultado foi obtido o gráfico da Fig. 8

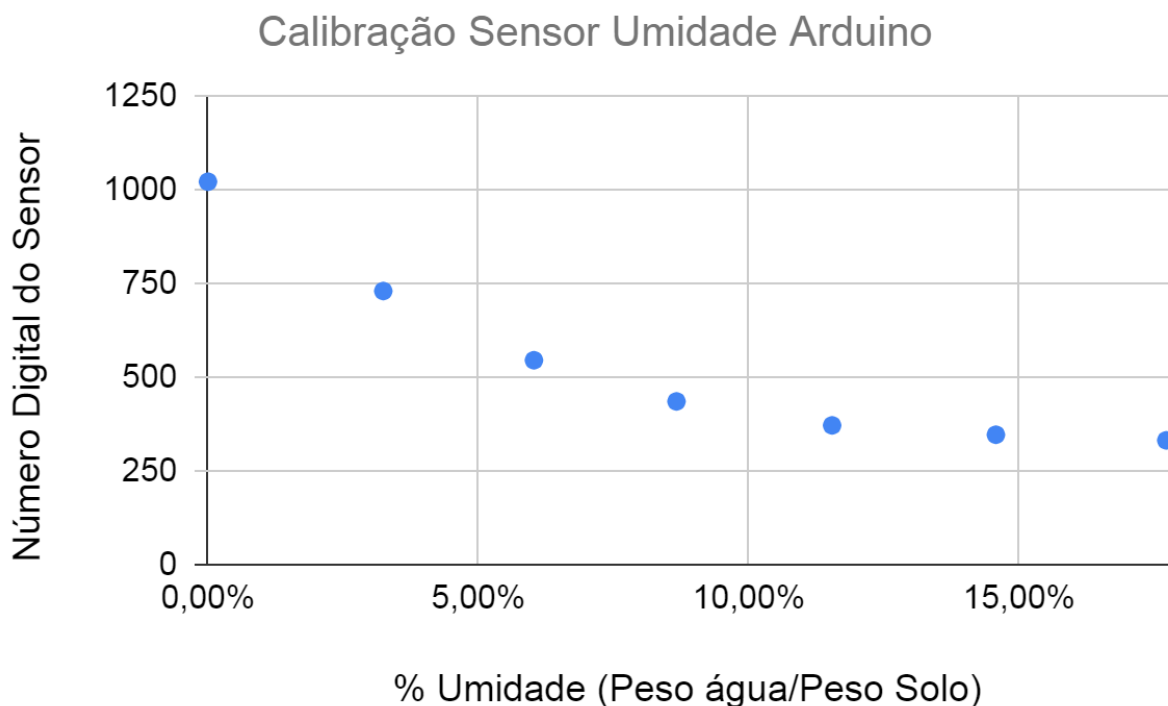


Figura 8. Número digital de 10 bits fornecido pelo sensor de umidade para diferentes percentagens de umidade do solo.

Desta forma, observou-se que os intervalos de sensibilidade do sensor se correspondem com valores entre 300 (muito úmido) e 1023 (seco). Estes valores devem ser utilizados como base para adequar o código utilizado no sistema, o que não foi possível realizar durante o tempo disponível para este trabalho.

Posteriormente foram realizadas considerações sobre o sistema instrumental.

Para alimentar todo o sistema eletrônico optou-se pelas baterias de lítio recarregáveis, onde apresentaram um ótimo desempenho com todos os componentes ligados. Nos primeiros testes as baterias apresentaram autonomia de quase 8hrs, visto que podem ser aprimoradas com aumento da autonomia. A Figura 9 mostra o protótipo montado em bancada.

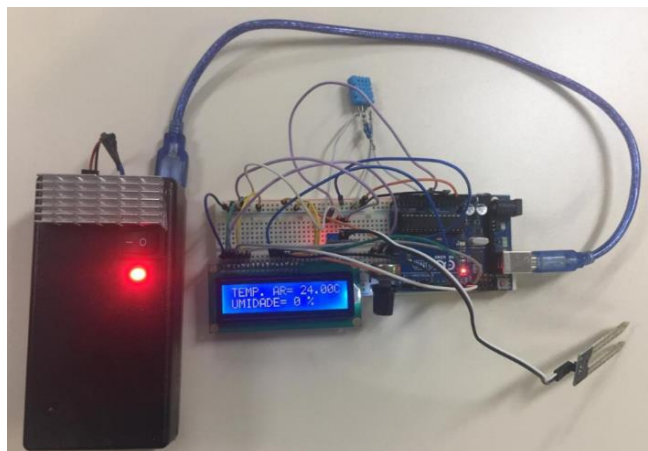


Figura 9: Montagem do protótipo.
Fonte: Autor.

Testes a campo também foram realizados alocando o sensor em pontos específicos do solo onde há mais umidade ou umidade quase nula. Instantaneamente o sensor ao ser ligado faz leitura das duas variáveis do protótipo sem que haja interferência ou falha nas leituras, conforme mostra a Figura 10.



Figura 10: Funcionamento do protótipo em campo.
Fonte: Autor.

5. CONCLUSÕES

Neste trabalho visou-se implementação de um dispositivo para monitorar em tempo real a umidade presente no solo. O dispositivo foi montado com componentes de baixo custo existentes no mercado, que ao ser montado mostrou alguns problemas de

sensibilidade, que foram analisados e proposta uma solução. Estes resultados pretendem contribuir para auxiliar produtores rurais e profissionais da área agrícola na construção de dispositivos de baixo custo para medição da umidade do solo e temperatura do ar de forma rápida no local.

A construção do dispositivo não necessitou de grandes conhecimentos sobre eletrônica ou programação. Portanto, sua construção é acessível e viável para os produtores que possuem menos recursos para investir em equipamentos.

Melhorias no protótipo podem ser realizados buscando maior autonomia para os componentes eletrônicos, assim como a adaptação de sensores com maior precisão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REZENDE, R. S.; JÚNIOR, A. S. A. **Irrigação**. AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_56_711200516718.html>. Acesso em: setembro de 2019.

DINIZ, A. M. **Sistema automatizado de aquisição, em tempo real, de umidade e temperatura do solo na irrigação**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Campus de Cascavel, Paraná, 2017.

GOMES, I. C. **Desenvolvimento de um sensor digital de umidade do solo e umidade remota de monitoramento utilizando comunicação sem fio**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2016.

PEREIRA, C. C., MEIRELES, G. C. S., SANTOS, R. B. **Sistema de irrigação automatizado utilizando Arduino UNO**. Instituto Federal da Bahia. Simões Filho, 2017.

ARDUINO. **O que é Arduino?**. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em: setembro de 2019.