

## COMPORTAMENTO DO SENSOR DE UMIDADE DO SOLO COM ARDUINO® EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO TÍPICO

Jeison Junior Pinto<sup>1</sup>, Marcio Antonio Vilas Boas<sup>2</sup>, Vander Fabio Silveira<sup>3</sup>

### RESUMO

No mercado existem diversos tipos de sensores de umidade do solo, de várias marcas, com infinitos tamanhos, utilizando inúmeros métodos, com preços bastante diferentes. Neste trabalho objetivou-se averiguar o comportamento do sensor FC-28, contruindo um protótipo com placa Arduino® UNO R3 com cabo USB conectado a um Notebook, display LCD 16x2, módulo I2C e jumpers, por meio da aplicação de gráfico de controle, além disso, fazer um levantamento de custo. O sensor não apresentou bom desempenho, haja vista seu custo de R\$60,00 pela Loja1 e de R\$ 26,00 pela Loja2, ainda o sensor apresentou corrosão em suas hastes o que prejudica a qualidade da leitura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gráfico de Controle, Manejo da Irrigação, Baixo Custo, TDR.

### 1. INTRODUÇÃO/REFERENCIAL TEÓRICO

Existem diversos métodos para determinar a umidade do solo (ZAZUETA, 1994; MANTOVANI, 2007), sendo a direta destacando-se o método da estufa, padrão ouro, por onde outros equipamentos são calibrados; e os métodos indiretos, como, por exemplo, a Time Domain Reflectometry (TDR), e também a técnica eletromagnética, a qual o sensor FC-28 se encaixa; os métodos indiretos são mais flexíveis por apresentar os resultados mais rápidos, porém o equipamento deve estar devidamente calibrado, de forma a minimizar os erros de leitura (DINIZ, 2017).

Saber fazer uso dessas tecnologias é de suma importância e uma das ferramentas que vem ganhando força e impacto é a famosa placa de prototipagem Arduino®, que tem por filosofia o *Do It Yourself*, ou faça você mesmo, esta plataforma não exigindo muito do usuário, pois sua proposta é ser intuitiva, além de ter muito material no site do fabricante e em fóruns.

É importante saber o princípio de funcionamento do equipamento utilizado, para que um não interfira no funcionamento doutro, como apresentado por Pinto (2017) que constatou a interferência da TDR, que tem seu princípio capacitivo, já o sensor FC-28 tem seu princípio a resistência. O sensor FC-28 trabalha com tensões e a placa Arduino® trabalha com valores analógicos ou digitais, para apresentar essa leitura, a placa precisa converter essa tensão em valor analógico e para isso ela possui um conversor analógico-digital com resolução de 10 bits, sendo assim uma variação de  $2^{10} = 1024$  possíveis para a tensão de 5 volts, conforme a fórmula a seguir.

$$\text{Valor\_Analogico} = \frac{T_e * 1024}{T_{\text{ref}}}$$

onde:

$T_e$  = tensão de entrada [V];

$T_{\text{ref}}$  = tensão de referência [V], a placa possibilita a utilização de 3 ou 5 volts;

Valor\_analógico = valor entre 0 a 1023, contanto o zero.

Partindo disso, este trabalho tem por finalidade demonstrar o comportamento do sensor FC-28 a campo, apresentar algumas características e ainda um levantamento de custo do mesmo.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

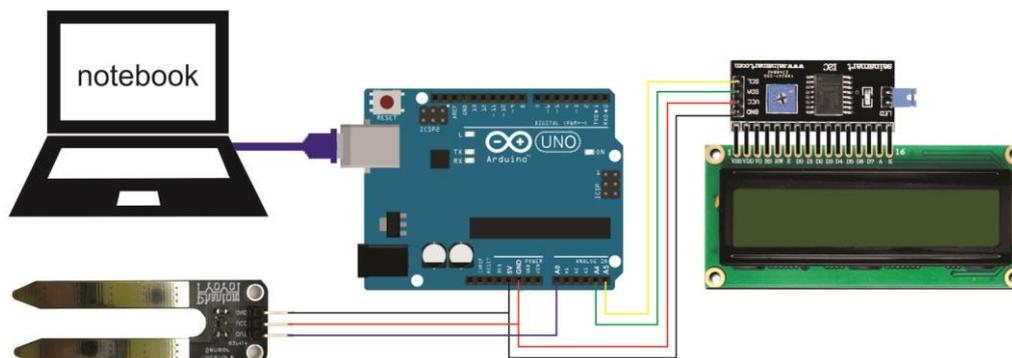
O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Irrigação e Fertirrigação (LIF) situado no Núcleo Experimental em Engenharia Agrícola (NEEA) pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel – PR com um Latossolo Vermelho Distroférico Típico.

Construiu-se um protótipo semelhante ao utilizado por Pinto (2017), porém utilizou-se ainda um notebook (FIGURA 1) para estar armazenando os dados coletados no monitor serial do aplicativo Arduino, na sequência com esses dados foram gerados gráficos para visualizar o comportamento do valor analógico do sensor FC-28 no tempo.

<sup>1</sup>Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná E-mail: jeison.pinto@gmail.com

<sup>2</sup>Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná E-mail: marcio.vilasboas@unioeste.br

<sup>3</sup>Instituição: Universidade Estadual do Oeste do Paraná E-mail: vfabios@hotmail.com



**Figura 1.** Circuito detalhado da ligação do protótipo.

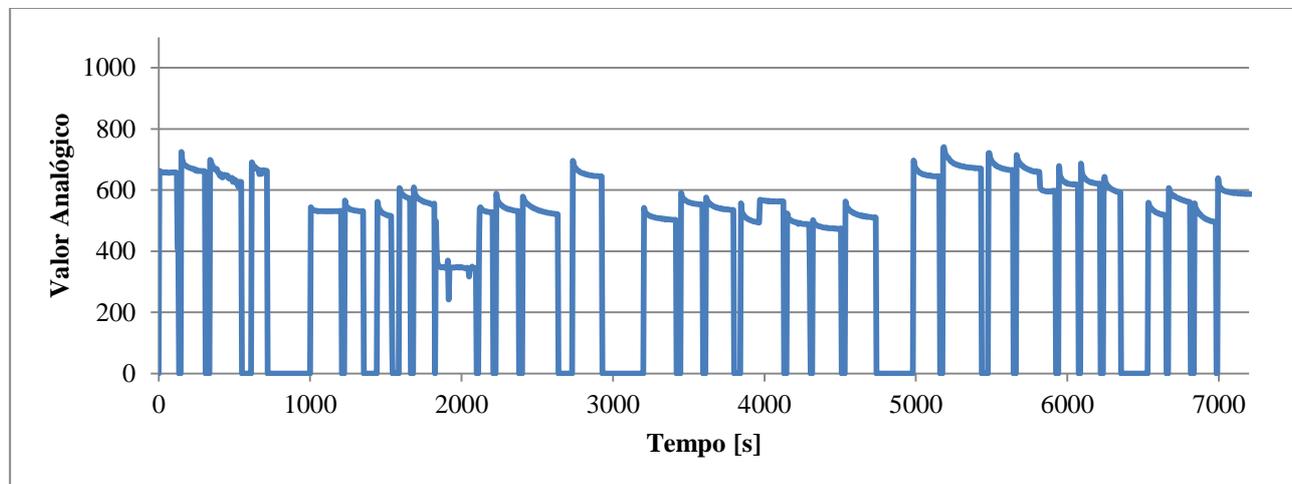
Fonte: o autor.

As leituras com o protótipo se deu durante uma semana, sendo feitas todos os dias uma leitura pela manhã, iniciando no dia 02/03/2018 e finalizando no dia 09/03/2018. Foi cavado uma trincheira de 3m<sup>3</sup> de forma que uma pessoa ficasse confortável para realizar as leituras. Foram realizadas 33 sondagens, a cada nova sondagem era necessário fazer a retirada do solo que impregnava a sonda do sensor, então o valor analógico zerava e só então iniciava uma nova sondagem. Para analisar os dados aplicou-se o gráfico de Shewart, utilizando o software Minitab<sup>®</sup> versão 17.

Por fim, foi realizado um levantamento de custo dos equipamentos utilizados, via internet, um nacional e outro chinês.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta ciclos de 34 leituras, sendo retiradas a cada 5 segundos dos valores analógicos do sensor FC-28, durante a semana de experimentação.

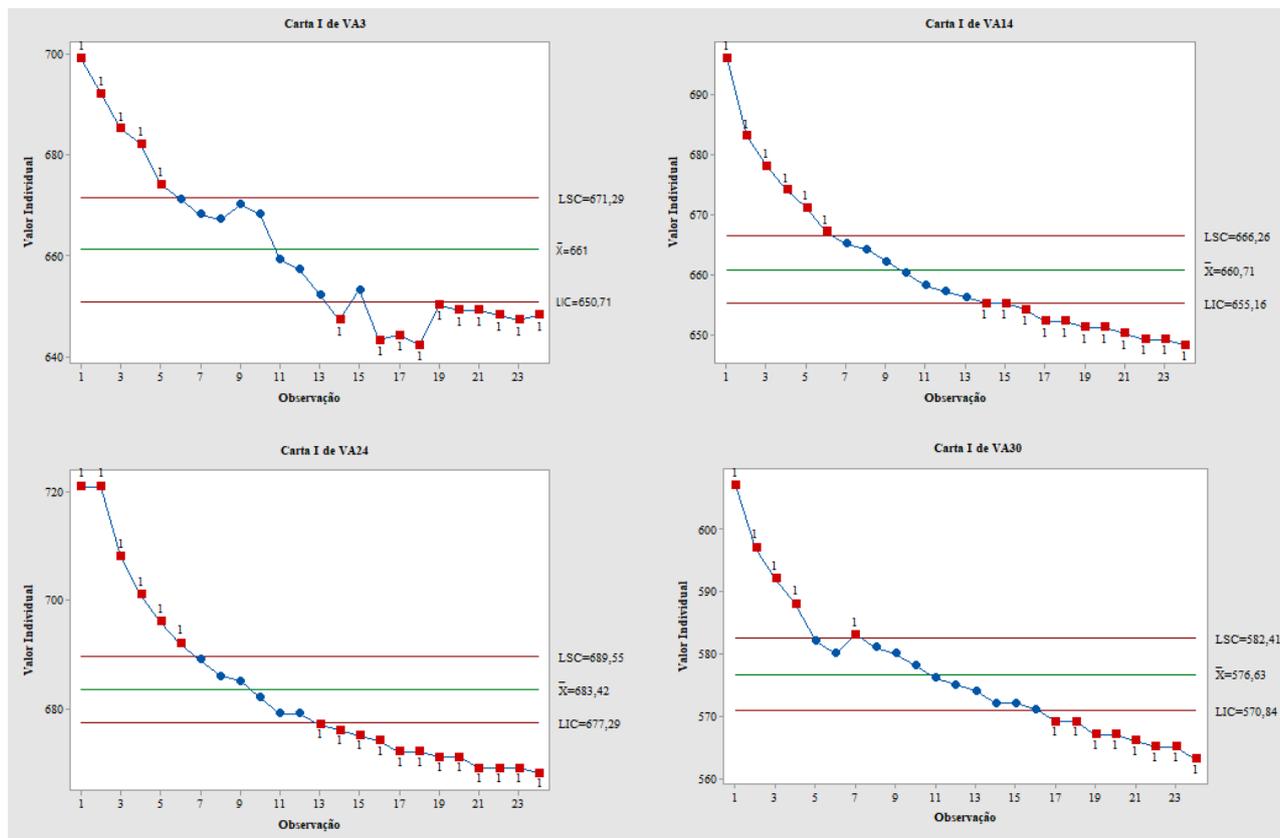


**Figura 2.** Comportamento das leituras do sensor FC-28.

Fonte: O autor.

É possível observar que os conjuntos das 34 sondagens apresentam um comportamento semelhante, sempre tendendo a um valor menor do que no início de cada ciclo de sondagem, levando em média 150 segundos para que o sinal pudesse estabilizar.

Na sequência, para analisar a estabilidade dos dados, aplicou-se o gráfico de Shewart em 4 dos 34 sondagens, escolhidas aleatoriamente, como mostrado na Figura 3.



**Figura 3.** Gráfico de Shewart.

Fonte: O autor.

Por meio da Figura 3 identificou-se uma tendência de decréscimo na média dos valores analógico a partir da primeira amostra, que se estende até a última amostra, fazendo com que as leituras ultrapasassem os limites, tanto superior quanto inferior do gráfico, comprovando a interferência de alguns fatores no processo:

- Qualidade dos materiais que constituem o sensor, ocasionando o desgaste das hastes por corrosão;
- Mal contato ou resistência dos jumpers.

Durante a amostragem houve bastante cuidado com o circuito exposto do sensor, que não possui proteção, o que dificultava o manuseio do sensor, além de o material ser bastante frágil.

Outra dificuldade com esse tipo de sensor é seu manuseio no que diz respeito á introdução e retirada do mesmo no solo, uma vez que possui apenas 5 cm de comprimento. Há necessidade de a sonda ser maior, assim a leitura da região onde a sonda é inserida é mais representativa, além de facilitar sua inserção e retirada do solo.

O levantamento de custo dos equipamentos foi realizado pela média dos preços dos produtos em destaque, sendo a Loja1 nacional e a Loja2 chinesa, ainda levou-se em conta a boa reputação do vendedor, podendo ser visualizado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Levantamento de custo do protótipo.

Equipamento	R\$ Loja1	R\$ Loja2
Placa Arduin UNO R3 SMD	25,00	13,00
Cabo USB	5,00	
Display LCD 16x2	10,00	5,00
Módulo I2C	8,00	3,50
Sensor Umidade FC-29	9,00	3,50
7 jumpers	3,00	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>60,00</b>	<b>26,00</b>



Pela Tabela 1 é possível observar uma diferença de 2,3 vezes o preço entre as duas lojas, sem contar o frete, que varia de região para região. Recomenda-se dar preferência á vendedores com boa reputação, assim o risco de ser enganado é menor, além disso, procurar comprar o máximo de mercadoria do mesmo vendedor, pois assim o custo com fretes diminui. Pinto (2017) obteve um protótipo 100 vezes mais barato que a TDR, obtendo uma correlação de 99,8% entre os dois tipos de sensores. Com base nesta mesma TDR, temos aproximadamente custo de 330 vezes mais barato, para a Loja1 e de aproximadamente 770 vezes para a Loja2, sem levar em contato o custo com frete, pois aqui queremos apenas a relação entre os equipamentos.

## 5. CONCLUSÕES

O protótipo não apresentou bom desempenho.

O sensor apresentou durabilidade de quatro semanas, devido à eletrólise. Deve-se ter bastante cuidado para não danificar o circuito exposto pelo sensor, seja com terra ou água devido à precipitação. Além de ser ergonomicamente difícil de trabalhar com o mesmo.

O custo de montagem do protótipo foi de R\$ 60,00 pela Loja1 e R\$ 26,00 pela Loja2.

## 6. REFERÊNCIAS

DINIZ, A. M. **Sistema automatizado de aquisição, em tempo real, de umidade e temperatura do solo na irrigação.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2017;

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A tecnologia na agricultura. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30015917/artigo-a-tecnologia-na-agricultura>>. Acesso em: 03 abri. 2018;

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação princípios e métodos.** Viçosa – MG: Editora Viçosa, 2007. 358p;

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agropecuária puxa PIB de 2017. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/agropecuaria-puxa-o-pib-de-2017>>. Acesso em: 01 abr. 2018;

PINTO, J. J.; VILAS BOAS, M. A.; SILVEIRA, V. F. **Correlação entre sensor de umidade do solo de baixo custo com TDR.** 2017. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017;

ZAZUETA, F. S.; XIN, J. Soil Moisture Sensors. University of Florida, 1994. Disponível em: <<http://infohouse.p2ric.org/ref/08/07697.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2018.