



# 10º Encontro de Ensino Pesquisa e Extensão

*Patrocínio, MG, outubro de 2023*

## **REDE DE SENSORES SEM FIO PARA SENSORES DE UMIDADE DO SOLO UTILIZANDO O ESP32 E O PROTOCOLO ESP-NOW**

Eduardo Guimarães Dilácio; Carlos Renato Borges dos Santos  
Instituto Federal do Triângulo Mineiro - Campus Paracatu

Modalidade: Pesquisa

Resumo Expandido

CNPq

[eduardo.dilascio@estudante.iftm.edu.br](mailto:eduardo.dilascio@estudante.iftm.edu.br); [carlosrenato@iftm.edu.br](mailto:carlosrenato@iftm.edu.br)

### **Resumo:**

Este trabalho tem como objetivo criar um sistema de monitoramento da umidade do solo de baixo custo, tendo como foco áreas irrigadas por pivô de central, visto que a ausência de sensores de umidade nessas áreas faz com que a quantidade de água utilizada seja maior do que a necessária para o plantio, causando um desperdício de água e de energia elétrica. Os sistemas de monitoramento de umidade do solo que são vendidos comercialmente hoje em dia possuem um preço muito elevado e os sensores de baixo custo disponíveis no mercado se oxidam muito rápido. Assim, esse trabalho teve como objetivo confeccionar um sensor de umidade do solo de baixo custo resistente à corrosão galvânica utilizando materiais baratos e comercialmente disponíveis. Além disso, buscamos montar uma rede interligada de sensores de umidade para que se tenha o controle preciso da umidade em uma grande área, como por exemplo, num pivô de torre central. Fizemos isso utilizando microcontroladores ESP32 e o protocolo ESP-NOW, que permite a comunicação e controle de dispositivos via Wi-Fi ou Bluetooth, sem que haja a necessidade de uma conexão à internet. Como resultado, a criação do sensor de umidade de baixo custo foi concluída, sendo esse mais resistente que os vendidos comercialmente. O protocolo de redes utilizando o ESP-NOW foi feito, conseguindo uma comunicação entre dois dispositivos a uma distância de aproximadamente 80 metros.

**Palavras-chave:** ESP-NOW; Sensor de umidade; Baixo custo; ESP32;

### **Introdução**

Com o avanço da tecnologia, e por consequência, da eletrônica, hoje em dia não há uma área em que a tecnologia não esteja envolvida de alguma forma. Investir nela significa aumentar a produtividade e, na maioria das vezes, reduzir o custo, sendo que o setor agrícola é uma das provas disso.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2023), a estimativa da produção de soja no Brasil na safra de 22/23 foi de 155,74 milhões de toneladas, deixando o país como o maior produtor desse grão no mundo. Sendo assim, a agricultura é uma das principais bases econômicas do Brasil. Esse setor investe milhares de dólares em novas tecnologias para que haja um aumento na produção e a redução do desperdício de grãos.

Neste trabalho, será demonstrada a confecção de um sensor de umidade do solo resistivo-resistente de baixo custo e a criação de uma rede de sensores utilizando microcontroladores ESP32. Esses microcontroladores farão a comunicação via protocolo ESP-NOW, mandando os dados para uma central, sendo assim possível a monitoração da umidade em tempo real.

## **Objetivos**

Criar uma rede de comunicação entre microcontroladores ESP32 utilizando o protocolo ESP-NOW, como também testar a viabilidade de um sensor resistivo-resistente de baixo custo para o monitoramento da umidade do solo.

## **Metodologia**

Os materiais utilizados neste trabalho para a criação da rede foram:

- 3 microcontroladores ESP32;
- Um PC com três ou mais portas USB;
- Cabos micro - USB para alimentação dos ESPs;

Para a programação dos microcontroladores, foi utilizado o Arduino IDE em conjunto com a biblioteca que possibilita a programação das placas da *Espressif*, disponibilizada por ela.

O Arduino IDE utiliza uma linguagem de programação baseada em C++, portanto é uma linguagem orientada a objetos, facilitando assim a programação de microcontroladores com a criação de instâncias e objetos dentro do programa [2].

O protocolo de redes sem fio entre ESPs foi desenvolvido utilizando o protocolo ESP-NOW, podendo assim mandar informações de vários pontos para um único via comunicação *wireless* [3].

No código foi implementado um sistema de classes e de números de identificação para cada ESP. Um ESP de classe 'a' só poderá enviar informações para outro ESP da

classe 'a', e assim por diante. Em relação aos números de identificação, um ESP com o número de identificação '3' só poderá enviar informações para um ESP com o número de identificação '2', que por si só poderá enviar informações para um ESP com o número de identificação '1'. Dessa forma foi possível minimizar o recebimento de informações incorretas e rastrear a origem dos dados.

## **Resultados**

Os testes foram realizados em domicílio, com os ESPs próximos um do outro, facilitando a visualização dos dados. Além disso, foram utilizados valores fixos armazenados em variáveis no atual programa com o objetivo de evitar problemas de *hardware* (sensores mal calibrados ou defeituosos).

Os dados a seguir foram extraídos da saída serial do ESP que apenas envia os dados, que teve seu número de identificação definido como '3' e sua classe definida como 'a'. O valor que é gerado no ESP 3 é 300. Além disso, cada ESP informa seu endereço *MAC* em sua saída serial, como também o endereço da placa que os dados foram recebidos. Já o ESP identificado como '2', classe 'a', é o que age como intermediário pois recebe e envia os dados do ESP 3 como envia seus próprios dados para o ESP 1. Seu valor gerado é 200. O código utilizado nesse ESP pode ser utilizado para criar uma rede de informações, com cada um dos dispositivos atuando como pontos para transmitir tanto a sua informação como a que venha de outro dispositivo separado fisicamente. No serial desse ESP há uma seção chamada “—DADOS ORIGINAIS—“, que mostra as informações que saíram do ponto original, que nesse caso é o ESP 3.

Dessa forma, a saída serial do ESP identificado como '1', classe 'a', que age como uma central que recebe tanto os dados do ESP 2 como do ESP 3 irá mostrar seu próprio valor gerado, o valor gerado pelo ESP 2 e sua respectiva classe e o valor gerado pelo ESP 3 e sua respectiva classe.

## **Conclusão**

Obteve-se êxito no objetivo principal do projeto, que era criar uma rede de informações que utilizasse os microcontroladores ESP32 e o protocolo ESP-NOW, porém é necessário que sejam feitos testes em campo para testar a eficiência dessa rede em cenários reais, sendo que os ESPs vão ficar enterrados na terra juntamente com os

sensores, obstruindo a passagem do sinal. O sensor de umidade resistivo resistente foi confeccionado com sucesso pelo trabalho de [], que foi a base para o projeto atual.

É válido realizar testes com diferentes módulos de ESP, com preferência nos que possuem uma antena externa para comunicação a maiores distâncias. Também é necessário que, em projetos futuros, seja implementado a função *Sleep* no protocolo para que haja uma economia de energia, como também que seja feito o teste utilizando mais ESPs na rede. Com a implementação do modo *Sleep* no algoritmo, será possível economizar energia elétrica e preservar as hastes metálicas do sensor, já que o dispositivo não ficará ligado por várias horas seguidas.

## Referências

- [1] CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 9 nono levantamento, junho 2023. ISSN: 2318-6852. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em 15 ago. 2023.
- [2] SANTOS, Carlos Renato Borges dos. **Fundamentos de Projetos Eletrônicos Envolvendo o Arduino - Teoria Digital**, Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2021. ISBN: 978-65-5842-030-9.
- [3] SANTOS, Carlos Renato Borges dos. **Fundamentos de Projetos Eletrônicos Envolvendo o ESP32 e ESP 32 LoRa - Utilizando o Arduino IDE**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2021. ISBN 978-65-5842-092-7.
- [4] RICARDO DE OLIVEIRA PERES, Luiz. Análise experimental da durabilidade de sensores de umidade do solo utilizados com Arduino. *In*: CONFERÊNCIA DE ESTUDOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA. Uberlândia, 2022.