



## Sistema IoT com ESP32 para Monitoramento do Solo em Pequenas Lavouras

**Jose Alexandre Alves Neto<sup>1</sup>, Maria Clara Vitorio Dos Santos Cavalcante<sup>1</sup>, Patricia Rodrigues Santos<sup>1</sup>, José Irineu Ferreira Júnior<sup>1</sup>, Paulo César do Nascimento Cunha<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Eletrônica, Instrumentação e Automática (LEIA) – Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Arapiraca

Rodovia AL-110, Deputado Nezinho – 57317-291 – Arapiraca – AL – Brasil

{jaan2, prs12, mcvscl}@aluno.ifal.edu.br, {paulo.cunha, irineu.junior}@ifal.edu.br

### RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma plataforma baseada em Internet das Coisas (IoT) para monitoramento de parâmetros do solo em pequenas lavouras. O sistema utiliza o microcontrolador ESP32 como unidade central de processamento e comunicação, integrado a um sensor NPK RS485 capaz de medir Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), além de umidade e temperatura do solo. A comunicação entre os dispositivos é realizada por meio do protocolo Modbus RTU, com uso de um conversor RS485-TTL. Os dados coletados são transmitidos via Wi-Fi para uma plataforma em nuvem, permitindo visualização em tempo real através do aplicativo Blynk. A metodologia envolveu revisão bibliográfica, aquisição de componentes, integração eletrônica, desenvolvimento de firmware. Foi desenvolvida uma placa de circuito impresso (PCB) para integração dos componentes e realizados testes em bancada. Os resultados demonstram estabilidade na comunicação, consistência na coleta de dados e funcionamento adequado do sistema de monitoramento remoto. Espera-se que a solução contribua para a otimização do uso de água e fertilizantes, reduzindo custos e aumentando a produtividade na agricultura familiar.

Palavra-Chave: Monitoramento do solo; IoT; ESP32.

### INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Pequenas lavouras, geralmente com área de até 5 hectares, ainda dependem, em muitos casos, de práticas empíricas para o manejo agrícola, o que pode limitar a produtividade e ocasionar desperdício de recursos naturais, como água e fertilizantes. Nesse contexto, a adoção de tecnologias acessíveis, como sensores multifuncionais do tipo NPKPHCTH-S, possibilita a obtenção de dados mais precisos sobre as condições do solo, permitindo decisões mais assertivas e alinhadas aos princípios da agricultura de precisão (Khanal et al., 2024).

# IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**PLANETA ÁGUA:**  
A CULTURA OCEÂNICA PARA  
ENFRENTAR AS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04  
2026**



O monitoramento contínuo da fertilidade do solo — especialmente dos níveis de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (EC) — é essencial para o manejo adequado das culturas. Sistemas baseados em Internet das Coisas (IoT), utilizando microcontroladores como o ESP32, têm demonstrado eficiência na coleta e transmissão de dados em tempo real, favorecendo diagnósticos rápidos e intervenções mais eficazes no ambiente agrícola (Khanal et al., 2024; Soetedjo & Hendriarianti, 2023).

Além disso, o monitoramento em tempo real permite respostas rápidas a variações nas condições do solo, prevenindo estresses hídricos e deficiências nutricionais. Nesse cenário, o protocolo de comunicação RS485 destaca-se pela sua robustez e confiabilidade, sendo amplamente utilizado em ambientes rústicos e sujeitos a interferências, garantindo a integridade na transmissão dos dados (Protonest, 2023; UNDP, 2021).

Sistemas de irrigação inteligente, integrados a plataformas IoT, permitem o acionamento automático com base em parâmetros como umidade do solo e condutividade elétrica, promovendo economia de água e aumento da eficiência produtiva. Trabalhos recentes demonstram que soluções baseadas em ESP32 já incorporam o controle automatizado de bombas de irrigação, otimizando o momento adequado para irrigação (Atif et al., 2020).

O uso de tecnologias digitais tem se mostrado fundamental para o avanço da agricultura familiar. Conforme destacado por Almeida e Hernandez (2023), a implementação de sistemas de monitoramento e controle baseados em IoT possibilita o acompanhamento em tempo real das condições do solo e o acionamento automatizado da irrigação, contribuindo para a redução de desperdícios e para uma gestão mais sustentável dos recursos naturais.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo implementar um sistema de monitoramento do solo baseado no microcontrolador ESP32 e em sensor RS485 multifuncional 6 em 1, capaz de acompanhar, em tempo real, variáveis críticas do solo em pequenas propriedades agrícolas, fornecendo suporte tecnológico para a tomada de decisões mais eficientes e fundamentadas.

## OBJETIVOS ALCANÇADOS

Levantamento bibliográfico sobre sistemas IoT aplicados à agricultura;  
Aquisição dos componentes necessários para o desenvolvimento do sistema;  
Integração do sensor NPK RS485 ao microcontrolador via conversor RS485-TTL;  
Implementação de leitura periódica dos dados do solo;  
Envio dos dados via Wi-Fi para a plataforma Blynk para visualização remota.

## METODOLOGIA APLICADA

Inicialmente, foi realizada uma revisão sistemática da literatura para identificar soluções e tecnologias aplicáveis ao monitoramento inteligente do solo. A partir disso, definiu-se a arquitetura do sistema.

Na etapa experimental, foi realizada a integração do sensor NPK com o microcontrolador por meio do módulo MAX485, utilizando o protocolo Modbus RTU. Devido à incompatibilidade de níveis lógicos entre o ESP32 (3,3 V) e o conversor (5 V), utilizou-se temporariamente o Arduino Uno para validação inicial da comunicação. Foi projetada uma PCB dedicada para



integração do hardware, implementando a ESP32 por meio de conversor MAX485 ao sensor NPK, utilizando protocolo Modbus RTU. Os dados são transmitidos via Wi-Fi para a plataforma Blynk

Foram desenvolvidas rotinas para:

- leitura cíclica dos dados do sensor;
- tratamento e conversão dos dados;
- envio das informações via comunicação serial e Wi-Fi.

Paralelamente, foi configurada a plataforma Blynk para:

- monitoramento remoto em tempo real;
- criação de dashboards móveis;

## RESULTADOS ENCONTRADOS

Os resultados parciais indicam a viabilidade técnica do sistema proposto.

Foram obtidos:

- comunicação estável via Modbus RTU entre sensor e microcontrolador;
- coleta consistente de dados de umidade, temperatura e macronutrientes;
- visualização dos dados em tempo real;
- funcionamento adequado do aplicativo Blynk;

Os testes laboratoriais demonstraram coerência nos valores medidos em diferentes condições de solo, indicando confiabilidade e repetibilidade das medições .



Figura 1. Testes realizados em laboratório. Fonte. Própria do autor.



Figura 2. Tela do aplicativo desenvolvido na plataforma Blynk. Fonte. Própria do autor.

**DIFICULDADES ENCONTRADAS**

- Atraso na liberação de recursos financeiros;
- Incompatibilidade de níveis lógicos entre ESP32 e MAX485;
- Necessidade de aprofundamento no protocolo Modbus RTU;
- Tempo adicional para configuração da plataforma Blynk;

**RELACIONAR O CRONOGRAMA PREVISTO COM O EXECUTADO**

**Executado (Set/2025 – Fev/2026):** Planejamento, revisão da literatura e montagem do protótipo;

**Executado (Mar/2026):** Desenvolvimento da interface IoT e testes no Blynk;

**Previsto (Abr/2026 – Ago/2026):** Instalação em campo, coleta e validação dos dados e

# IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**PLANETA ÁGUA:**  
A CULTURA OCEÂNICA PARA  
ENFRENTAR AS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04  
2026**

INSTITUTO  
FEDERAL  
Alagoas  
Campus  
Arapiraca

FAPEAL

CNPq

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL  
BRASIL  
UNião e Reconstrução

finalização do projeto.

## CONCLUSÕES PRELIMINARES E TRABALHOS FUTUROS

Os resultados obtidos demonstram que a arquitetura proposta é adequada para aplicações em agricultura de precisão em pequena escala.

A comunicação com o sensor foi validada e os dados coletados apresentam consistência, enquanto a plataforma de monitoramento remoto já permite acompanhamento em tempo real.

Como trabalhos futuros, destacam-se:

- instalação do sistema em campo;
- calibração dos sensores;
- aprimoramento do sistema de irrigação automatizada.

Conclui-se que o projeto apresenta resultado satisfatório e potencial para contribuir com a sustentabilidade e eficiência da agricultura familiar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Vitor; HERNANDEZ, Marlon. Controle e supervisão de um sistema de irrigação através de IoT para a agricultura familiar. In: **SEMANA INTEGRADA DA UFPEL**, 9., 2023, Pelotas. Anais [...]. Pelotas: UFPEL, 2023.

ATIF, Muhammad *et al.* Wi-ESP—A tool for CSI-based device-free Wi-Fi sensing (DFWS). *Journal of Computational Design and Engineering*, v. 7, n. 5, 2020.

KHANAL, Kapalik; OJHA, Grishma; CHATAUT, Sandeep; GHIMIRE, Umesh Kanta. IoT-based real-time soil health monitoring system for precision agriculture. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2024.

PEREIRA, H. de S. *Agricultura familiar: desafios para a sustentabilidade socioeconômica e ambiental*. Dimensão econômica: a renda na agricultura familiar. Estudo de caso – a renda na produção extrativa de açaí-solteiro (*Euterpe precatoria* L.) no Médio Juruá, Amazonas, 2019.

PROTONEST IOT. 7 reasons why you need to use RS485 sensors for soil monitoring in agriculture. *Medium*, 2023. Disponível em: <https://protonestiot.medium.com>. Acesso em: abr. 2026.

# IV SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**PLANETA ÁGUA:**  
A CULTURA OCEÂNICA PARA  
ENFRENTAR AS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS NO MEU TERRITÓRIO



**30/03 A 02/04  
2026**



SOETEDJO, Aryunto; HENDRIARANTI, Evy. Development of an IoT-based SCADA system for monitoring of plant leaf temperature and air and soil parameters. *Applied Sciences*, 2023.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). *Precision agriculture for smallholder farmers*. Singapore, 2021.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu reconhecimento à FAPEAL pelo fomento indispensável à realização da IV SNCT e pela viabilização da publicação destes Anais. O agradecimento estende-se ao IFAL Campus Arapiraca pelo suporte institucional e infraestrutura disponibilizada, incluindo laboratórios como o Espaço 4.0 e equipamentos; à PRPPI pela concessão de bolsas e suporte através dos editais PIBIC e PIBITI; bem como ao CNPq e ao MCTI, cujos editais nacionais proporcionam as bases fundamentais para o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação, elevando o impacto da produção acadêmica.

## INFORMAÇÕES ADICIONAIS

### RELATÓRIO COM RESULTADOS PARCIAIS EM FORMATO DE ARTIGO

Início da Execução do Projeto: 01/09/2025

Entrega do Relatório: 06/03/2026

Data de apresentação na IV SNCT: 31/04/2026