

MONITORAMENTO DE LONGA DISTÂNCIA UTILIZANDO ESP32 LORA

Jean de Assis Torres*¹, Denys Cezar Cabral¹ e Carlos Roberto da Silveira Junior²

¹Instituto Federal de Goiás (IFG) - Campus Goiânia - Especialização em Telecomunicações: Prédios Inteligentes

² Docente, Instituto Federal de Goiás (IFG) - Campus Goiânia

Resumo - Diante do crescimento de aplicações Internet das Coisas (IoT) em zonas rurais, um dos grandes desafios é a comunicação por longas distâncias, sem alcance da internet. É necessário que haja dispositivos de comunicação que permita a interligação entre tecnologias, trocando informações, comandos de controle e dados. Diante disso, essa proposta apresenta uma forma de comunicação, onde foram avaliados aspectos referente a cobertura de sinal dessa solução, latência e transporte de dados entre dois pontos remotos, à longa distância. Por fim é apresentada uma tabela com as informações da temperatura e da umidade do ar no local escolhido para realização dos testes, bem com um figura que mostrar o mapa da localização da zona rural onde foi feito os testes.

Palavras-Chave - agricultura de precisão, cobertura, Esp32, IoT, longa distância, LoRa

LONG DISTANCE MONITORING USING ESP32 LORA

Abstract - Given the growth of Internet of Things (IoT) applications in rural areas, one of the biggest challenges is communication over long distances, without the reach of the internet. There must be communication devices that allow interconnection between technologies, exchanging information, control commands and data. Therefore, this proposal learns a form of communication, where aspects relating to the signal coverage of this solution, latency and data transport between two remote points, over a long distance, were evaluated. Finally, a table is presented with information on temperature and air humidity in the location chosen to carry out the tests, as well as a figure showing the location map of the rural area where the tests were carried out.

Keywords - coverage, Esp32, IoT, long distance, LoRa, precision agriculture

I. INTRODUÇÃO

A agricultura de precisão tem se destacado recentemente como uma abordagem essencial para otimizar o manejo eficiente e sustentável no setor agrícola. Trata de uma abordagem

de controle e gerenciamento de culturas que utiliza tecnologia de ponta para maximizar a eficiência e a produtividade agrícola. Ela envolve o uso de dados e informações específicas sobre as características do solo, clima, crescimento das plantas e outros fatores relevantes para tomar decisões mais assertivas e direcionadas. E, com o avanço da tecnologia, esse processo tem se tornado cada vez mais acessível.

O termo agricultura de precisão surgiu nas primeiras décadas do século XX, mas só se tornou plenamente viável na década de 1980, com o uso de microcomputadores, sensores e softwares de processamento. O uso de sensores remotos, como imagens de satélite, drones e sensores terrestres, tornou-se uma parte importante da agricultura de precisão. Esses sensores podem fornecer informações detalhadas sobre as condições da cultura, incluindo umidade do solo, vigor da planta, estresse hídrico, níveis de nutrientes e presença de pragas ou doenças. A capacidade de aplicar insumos agrícolas com flexibilidade de acordo com as necessidades específicas do campo é um avanço importante na agricultura de precisão. Os agricultores podem ajustar as taxas de aplicação de fertilizantes, sementes e pesticidas com base nas condições locais do solo e da cultura, maximizando a eficiência e reduzindo o desperdício [1].

Uma das soluções fundamentais nesse contexto é a rede integrada de monitoramento de longa distância, que emprega tecnologias avançadas para coletar, processar e analisar dados em tempo real, possibilitando decisões mais assertivas por parte dos agricultores. Com base nos dados coletados, os responsáveis podem identificar variações nas condições do solo e nas necessidades das plantas em diferentes partes do campo. Isso lhes permite adaptar suas práticas agrícolas de forma mais precisa, aplicando insumos apenas onde e quando são necessários, evitando desperdícios e minimizando o impacto ambiental.

O uso de sensores ambientais, permite gerenciar todos os ciclos de uma cultura, controlar a capacidade de realizar a aplicação precisa de insumos, como fertilizantes e defensivos agrícolas, além de controlar o uso dos recursos hídricos em grandes produções, onde o consumo de água é significativo.

Um aspecto adicional é que, por meio do uso de tecnologias como o IOT, é possível dividir a área agrícola em diferentes zonas de manejo, levando em consideração suas característi-

*jeandeassistorres@gmail.com

cas específicas. Isso proporciona uma otimização do uso de recursos, garantindo sua aplicação apenas quando necessário, de forma eficiente e eficaz. Com essa abordagem, os insumos podem ser aplicados somente nas áreas que realmente necessitam, evitando desperdícios e reduzindo o impacto ambiental.

Devido ao grande avanço tecnológico, é possível encontrar módulos e sensores que facilitam a implementação de soluções para aumentar a produtividade e melhorar a forma como os agricultores e seus funcionários operam. O microcontrolador ESP32 Lora pode ser utilizado para desenvolver aplicações de agricultura de precisão, permitindo a montagem de um monitoramento de longa distância com uma variedade de componentes e técnicas.

Além disso, a conectividade do ESP32 Lora permite a integração com outros dispositivos e sistemas de gerenciamento de dados, como softwares de análise e plataformas de agricultura de precisão. Isso facilita a visualização e interpretação dos dados coletados, fornecendo aos agricultores *insights* valiosos sobre o desempenho da lavoura, histórico de produção e tendências ao longo do tempo.

Neste artigo, será apresentada uma demonstração prática da implementação de uma Monitoramento de Longa Distância aplicada à agricultura de precisão, utilizando o ESP32 Lora. O objetivo é permitir que qualquer pessoa possa seguir todo o processo descrito e montar essa rede. Além do ESP32 Lora, serão utilizados sensores de temperatura e umidade para simular um processo de irrigação automatizado, baseado nas necessidades do solo, as quais são aferidas pelos sensores.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Em áreas agrícolas extensas, é fundamental ter um monitoramento que possa cobrir grandes distâncias. A tecnologia de comunicação de longa distância, como o ESP32 Lora (*Long Range*), que permite a transmissão de dados em longas distâncias com baixo consumo de energia. Essa tecnologia oferece alcance de comunicação estendido, penetrabilidade em ambientes urbanos e rurais e capacidade de transmitir dados em condições adversas [2].

O monitoramento agrícola consiste em vários dispositivos de coleta de dados distribuídos estrategicamente em uma área agrícola. Esses dispositivos são conectados por meio de uma rede de comunicação que permite a transmissão de dados em tempo real para um centro de processamento e análise. A integração de dados provenientes de diferentes pontos da rede possibilita uma visão abrangente das condições agrícolas, permitindo a identificação de padrões e a tomada de decisões baseadas em dados [3].

O monitoramento agrícola oferece diversas aplicações. Por exemplo, o monitoramento da umidade do solo em diferentes áreas da plantação pode auxiliar na otimização do uso de água e fertilizantes, reduzindo os custos e minimizando os impactos ambientais. O monitoramento da temperatura e umidade do ar pode auxiliar no controle de doenças e pragas, permitindo a aplicação de medidas preventivas em tempo hábil. Além disso, o monitoramento em tempo real de variáveis agrícolas possibilita a tomada de decisões baseadas em dados atualizados, contribuindo para uma gestão eficiente da produção [4].

III. METODOLOGIA

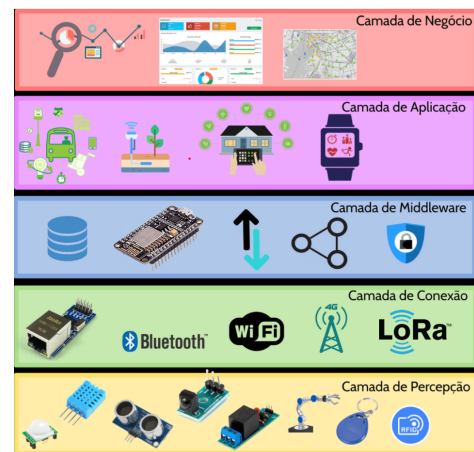
Visando um monitoramento de longa distância, utilizando a tecnologia ESP32 Lora, propõe-se a metodologia para a implementação dessa monitoramento com as seguintes etapas: planejamento da infraestrutura, configuração dos módulos ESP32 Lora, leitura dos dados do sensor de umidade e temperatura e integração da rede e validação dos resultados, conforme apresentando na Figura 1.

A. Arquitetura IoT

A evolução da Internet das Coisas (IoT) está intrinsecamente ligada à concepção de novas aplicações e estruturas de negócios. Em pesquisas recentes, duas referências notáveis, [5, 6], delinearão a arquitetura da IoT em cinco camadas distintas.

A Figura 1 oferece uma representação visual destas camadas.

Figura 1: Arquitetura IoT. Adaptado de [7]



B. Planejamento da infraestrutura

Nesta etapa, foram identificadas as necessidades específicas do monitoramento de longa distância, considerando fatores como tamanho da área de cultivo, tipos de culturas, características ambientais e requisitos de monitoramento.

Foi realizado um levantamento para determinar a localização dos dispositivos sensoriais e a disposição dos módulos ESP32 Lora, levando em consideração a cobertura de longa distância e a conectividade adequada entre os pontos da rede.

Na tabela 3, é apresentada a lista de equipamentos que foram utilizados neste projeto e o custo de cada item.

Tabela 1: Custo dos itens para execução do projeto

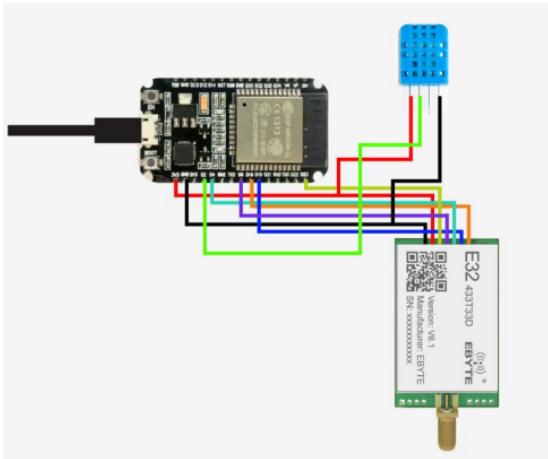
Qt.Item	Descrição	Preço Unit.	Total
2	Placa ESP 32	R\$ 47,70	R\$ 95,40
2	E32 433T30D Lora	R\$ 179,95	R\$ 359,90
2	Placa Protoboard	R\$ 22,50	R\$ 45,00
1	Sensor DTH11	R\$ 20,00	R\$ 20,00
1	Cabo USB Micro 30cm	R\$ 16,00	R\$ 16,00
1	Cabo Jumper Macho X Macho	R\$ 13,55	R\$ 13,55
2	Baterias de 9 v	R\$ 20,42	R\$ 40,84

O valor total investido neste projeto foi de R\$ 590,69 (qui-

nhentos e noventa reais e sessenta e nove centavos).

Nas figuras 2 e 3, são demonstradas, esquematicamente, das ligações dos componentes para realizar a montagem do sistema transmissor. As ligações que foram realizadas são as seguintes:

Figura 2: Esquemático do módulo transmissor.

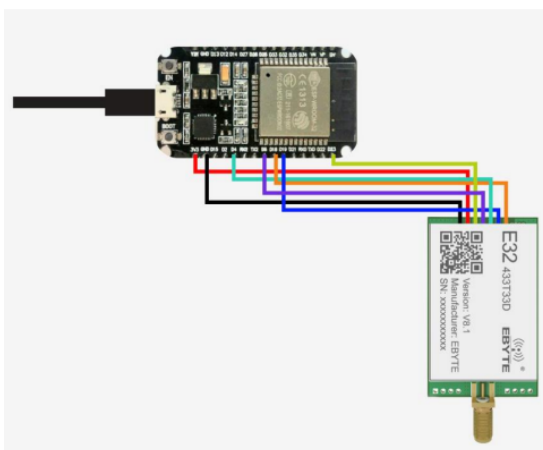


Na tabela 2, são referenciadas cada ligação realizada tanto do módulo Transmissor, quanto no módulo receptor, além do sensor DHT11.

Tabela 2: Configuração de montagem do módulo transmissor, receptor e do sensor DHT11

Transmissor	Receptor	Sensor DHT11
M0 - GPIO 18	M0 - GPIO 18	DATA - GPIO 2
M1 - GPIO 19	M1 - GPIO 19	VCC - 3.3V
TX - GPIO 5	TX - GPIO 5	GND - GND
RX - GPIO 4	RX - GPIO 4	-
AUX - GPIO 23	AUX - GPIO 23	-
VCC - 3.3V	VCC - 3.3V	-
GND - GND	GND - GND	-

Figura 3: Esquemático do módulo receptor.



C. Sensor de Temperatura e Umidade DHT11

Os sensores foram projetados e desenvolvidos para coletar os dados relevantes para a agricultura de precisão, como umidade, temperatura, entre outros. Foi selecionado o hardware adequado para cada tipo de sensor, considerando sua precisão e compatibilidade com os módulos ESP32 Lora. Os dispositivos foram testados e calibrados, para garantir a confiabilidade e precisão das medições.

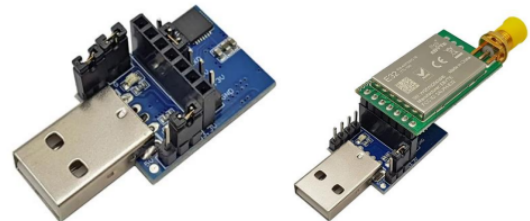
De início, foi preciso realizar a configuração do módulo E32 433T30D Lora, para que o módulo transmissor e receptor fossem capazes de comunicarem entre si. Para isso, foi necessário colocar eles para operarem nas mesmas taxas de transmissão e no mesmo ADDRESS.

D. Configuração dos módulos ESP32 Lora

Os módulos E32 433T30D Lora foram configurados para estabelecer comunicação sem fio entre os dispositivos sensoriais e a estação central. Foram definidos os parâmetros de comunicação, como taxa de transmissão e frequência.

Na Figura 5, é apresentada a interface de configuração criada pela EBYTE, para realização de configurações dos módulos. Para que fosse possível realizar a configuração, se fez necessários a utilização de um conversor USB para TTL E15-USB-T2 conforme a Figura 4. Nesse conversor, foi realizada a ligação do módulo E32 433T30D, para a inserção das informações de configuração.

Figura 4: Esquemático do módulo receptor.



Para tanto, foi realizada a conexão da antena no módulo E32 433T30D, e em seguida a conexão ao conversor USB. Após, o conversor USB foi inserido no computador e realizada a abertura do sistema de configuração da EBYTE. Seguidamente, foi selecionada a porta com que o dispositivo estava conectado, para a alteração do idioma do sistema, de acordo com a preferência.

É imprescindível clicar no botão Open, para que seja estabelecida a comunicação. Quanto a obtenção das configurações já existentes no módulo, basta clicar em GetParam. Por fim, caso seja necessária alterar alguma informação, basta selecioi-

nar as que estão disponíveis.

Figura 5: Sistema de configuração do módulo



Foram realizadas as seguintes calibrações nos módulos: UartRate de 115200bps, Adress 0, Channel 23, Power 30db. Esse dados foram calibrados para que o módulo pudesse realizar a comunicação com os obstáculos de vegetação e ondulação do terreno. Para salvar as informações, basta clicar em SetParam. Após, clique em ClosePort, para encerrar a configuração. Lembrando que, essa configuração foi feita no módulo receptor e transmissor.

E. Integração da rede

Nesta etapa, o sensor foi integrado à rede, estabelecendo uma topologia adequada para a transmissão de dados. Foram realizados testes para verificar a conectividade entre o dispositivo e a estação central, bem como a capacidade da rede de lidar com a transmissão de dados em longas distâncias. Foram também, implementados protocolos de roteamento eficientes, a fim de garantir o encaminhamento correto dos dados.

A Figura 6, apresenta a arquitetura de funcionamento do sistema proposto.

Figura 6: Arquitetura do Sistema

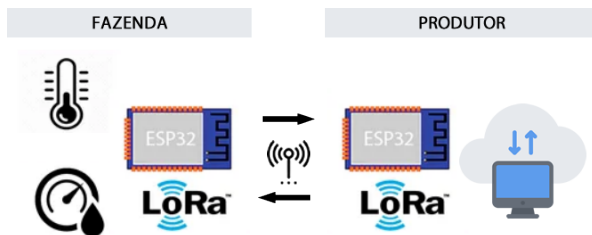
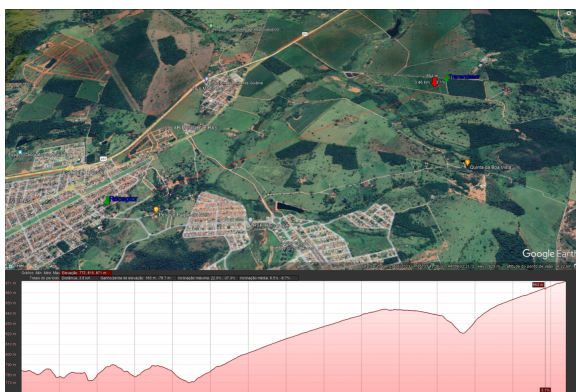


Figura 7: Teste de comunicação em zona rural



F. Validação dos resultados

Na Figura 7, é apresentada a localização da zona rural de Senador Canedo, Goiás, onde foi conduzido o teste de transmissão e recepção do sinal emitido pelos dispositivos. A distância em linha reta percorrida foi de aproximadamente 3,6 km. Poderia ser realizados outros teste considerando outros cenários que tivesse mais obstáculos com relevos que puderem interferir no funcionamento das transmissão dos dados.

Foram testados vários pontos na área, até encontrar o ponto mais distante no qual os dispositivos conseguiram estabelecer comunicação. Após esse teste, procedeu-se a coleta de dados do sensor DTH11.

Foi realizada uma análise da precisão e confiabilidade das medições obtidas pelos dispositivos sensores, bem como a verificação da capacidade da rede de transmitir e processar esses dados de maneira eficaz. Os resultados foram comparados com métodos tradicionais de monitoramento, destacando as vantagens da abordagem proposta.

Dados enviados pelo transmissor que realiza a aferição de umidade e temperatura e envia para o receptor:

Tabela 3: Dados enviados pelo transmissor

E32 433T30D - Transmissor
Enviado informações.....
Umidade: 37 Temperatura: 26.50 °C
Enviado informações....
Umidade: 37 Temperatura: 26.10 °C
Enviado informações....
Umidade: 37 Temperatura: 26.10 °C

Dados recebido pelo transmissor e enviado para o receptor através da comunicação LoRa:

Tabela 4: Dados recebido pelo receptor

E32 433T30D - Receptor
Enviado informações.....
Umidade: 37 Temperatura: 26.50 °C
Enviado informações....
Umidade: 37 Temperatura: 26.10 °C
Enviado informações....
Umidade: 37 Temperatura: 26.10 °C

IV. CONCLUSÃO

Conforme o desenvolvimento e testes do projeto, foi possível observar características referentes a tecnologia utilizada e sua aplicabilidade em uma zona rural remota.

A solução apresentou de forma eficiente no sensoriamento e medição de variáveis importantes que possam interferir na tomada de decisão no processo de plantio e colheitas em áreas agrícolas.

Inicialmente, nos testes do canal de comunicação, foram utilizados apenas dois pontos de acesso, onde se faz a leitura de umidade e temperatura do ambiente e os envia por meio de uma rede de longo alcance com lora. Assim, o receptor obtém os dados, faz o processamento e exibe no computador o retorno.

De forma experimental, foram feitos testes de comunicações e tráfego de dados em zona urbana, indicando comunica-

ção eficiente e sem perda de dados. Os dispositivos projetados apresentaram resultados satisfatórios e podem ter melhorias conforme as necessidades da aplicação.

Como sugestões de melhorias para implementações futuras, pode-se citar a utilização de uma rede com maior quantidade de dispositivos lora. Dessa forma, possibilitará um alcance maior dos dados em uma rede distribuída mesh. Será também implementado um Servidor Web para visualização dos dados através da Internet, e inserção de placas solares para alimentação da rede remota em pontos estratégicos distribuídos. O sistema desenvolvido foi fabricado como protótipo, e portanto existe a necessidade de construção de uma caixa de proteção.

REFERÊNCIAS

- [1] LAMPARELLI, R.A.C.; ROCHA, J.V.; BORGHI, "E. Geoprocessamento e agricultura de precisão:fundamentos e aplicações". Guaíba, RS: Agropecuária, 2001. 118p. il.
- [2] Wang, H., Zhang, Y., Yang, Y., & Zhou, X. (2020), "LoRa-based smart agriculture monitoring system design and implementation", In *2020 IEEE 3rd International Conference on Electronics and Communication Engineering (ICECE)*, (pp. 443-447). IEEE.
- [3] Gago, J., Ciruelos, A., & Moya, J. M. (2018), "Integration of wireless sensor networks in agricultural crops for the monitoring of water status and temperature in a precision-irrigation context", *Sensors*, 18(10), 3526.
- [4] Li, Y., Tan, Y., Li, M., Li, H., Liu, J., & Wang, L. (2021), "An Intelligent Agricultural IoT System Based on LoRa for Precision Farming", *IEEE Internet of Things Journal*, 9(6), 5597-5607.
- [5] [Khan et al. 2012] Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., and Khan, S. (2012), "Future internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges", In *2012 10th International Conference on Frontiers of Information Technology*, pages 257–260.
- [6] [Al-Fuqaha et al. 2015] Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., and Ayyash, M. (2015), "Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications", *IEEE Communications Surveys Tutorials*, 17(4):2347–2376.
- [7] [Andrade et al. 2018] Andrade, L., Lira, C., Mello, B., Andrade, A., Coutinho, A., Greve, F., and Prazeres, C. (2018), "Soft-iot platform in fog of things. In Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web", WebMedia '18, pages 23–27, New York, NY, USA. ACM.