

## Comunicação multiponto utilizando LoRa

Euller Lucas Mendes Alves<sup>1</sup> (EG), Lucas Luan Belarmino Barbosa<sup>1</sup> (EG), Egon Luiz Muller Junior (PQ)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá

**Palavras-chave:** LoRa, comunicação multiponto, baixo consumo energético.

### Introdução

A escolha da tecnologia LoRa (Long Range) para este projeto de comunicação multiponto decorre da crescente necessidade de redes de transmissão de dados que sejam eficientes, de baixo consumo energético e com grande alcance, características fundamentais em ambientes de Internet das Coisas (IoT) e sistemas de monitoramento remoto. Com a capacidade de transmitir dados a longas distâncias — alcançando cerca de 5 km entre os módulos utilizando o hardware disponível — o LoRa se destaca por permitir a conexão de dispositivos dispersos geograficamente sem a dependência de infraestrutura complexa, como redes celulares ou Wi-Fi [1][4].

Além de seu alcance, um dos principais atrativos do LoRa é seu baixo consumo energético, o que possibilita a utilização de baterias de longa duração em dispositivos remotos. Isso assegura operação contínua em locais de difícil acesso ou com manutenção limitada, um fator crítico em aplicações que envolvem redes de sensores e dispositivos móveis [1][4].

Este projeto visa desenvolver uma rede LoRa sem depender de protocolos prontos, permitindo a criação de soluções personalizadas. A conexão à internet será realizada por meio de um único módulo, o *gateway*, que centraliza a comunicação entre os dispositivos e a rede global, otimizando o controle e o gerenciamento dos dados transmitidos [2][3].

Dessa forma, a adoção do LoRa justifica-se pela combinação de seu alcance, eficiência energética e flexibilidade, oferecendo uma solução robusta e versátil para a criação de redes de comunicação distribuídas, essenciais para uma variedade de aplicações tecnológicas [2][3].

### Metodologia

A implementação da comunicação multiponto foi realizada em três etapas principais: o estudo da tecnologia LoRa e a análise da viabilidade de sua implementação utilizando a ESP32 LoRa; a implementação da comunicação ponto a ponto; e, por fim, a implementação da comunicação multiponto, juntamente com a conexão à internet. Na primeira etapa, foi conduzido um estudo detalhado do hardware da

ESP32 LoRa e do funcionamento do LoRa, uma tecnologia de modulação desenvolvida pela SEMTECH. A segunda etapa focou na implementação da comunicação ponto a ponto para compreender seu funcionamento, que serve como base para a comunicação multiponto sem a utilização de protocolos padronizados. Por fim, a terceira etapa envolveu a implementação da comunicação multiponto e a conexão da rede a um banco de dados *Firebase*, permitindo que uma interface web utilize os dados para visualização pelo usuário.

### Resultados e discussão

Os resultados obtidos durante a implementação da comunicação multiponto utilizando a tecnologia LoRa destacaram-se pela eficiência na transmissão de dados e no alcance da comunicação. A primeira fase do projeto, focada na no estudo da viabilidade da tecnologia LoRa com a ESP32, mostrou que o hardware foi eficaz em suportar transmissões de dados a distâncias de até 5 km, de acordo com os equipamentos disponíveis para a comunicação (antenas, cabos coaxiais, etc.), mantendo a comunicação estável e confiável.

A segunda fase consistiu na implementação da comunicação ponto a ponto, topologia ilustrada na Figura 1, a qual foi um passo fundamental para validar a base da comunicação multiponto (topologia demonstrada na Figura 2). Os testes indicaram uma alta taxa de sucesso nas transmissões, sem a necessidade de protocolos prontos, o que demonstrou a flexibilidade da solução. Essa etapa foi essencial para garantir que a rede multiponto pudesse ser escalada e suportar múltiplos dispositivos conectados ao *gateway* central.



Figura 1 – Comunicação ponto a ponto.

Como resultado foi possível implementar uma rede seguindo a topologia estrela, onde os nós enviam os dados a um *gateway*, em uma operação de *broadcast*

dirigido, onde as informações são enviadas para todos os nós, porém apenas o dispositivo endereçado (a quem a mensagem é enviada, nesse caso o *gateway*) realiza a leitura do dado. Para que não haja a poluição da rede, evitando que mais de um dispositivo envie os dados ao mesmo tempo que outro, utiliza-se um método de chamada, onde o *gateway* envia uma mensagem, da mesma maneira anteriormente explicada, endereçada ao nó que deve realizar o envio de seus dados.

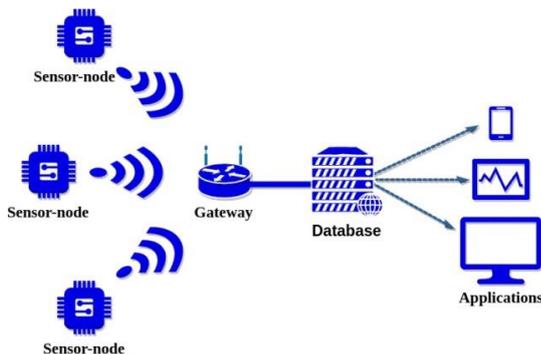


Figura 2 – Topologia da comunicação multiponto.

Na terceira etapa, implementou-se a rede comunicação multiponto de acordo com a topologia apresentada na Figura 2 e posteriormente integrou-se essa rede a um banco de dados *Firebase*, que permite que os dados transmitidos pelos dispositivos possam ser armazenados e disponibilizados em tempo real, garantindo a fluidez no gerenciamento das informações. Desse modo, permite-se que uma interface web acesse os dados de forma rápida e eficiente, facilitando o uso posterior deste sistema por desenvolvedores para a criação de aplicações web ou softwares.

A Figura 3 ilustra a interface web desenvolvida em Angular para a visualização dos dados.

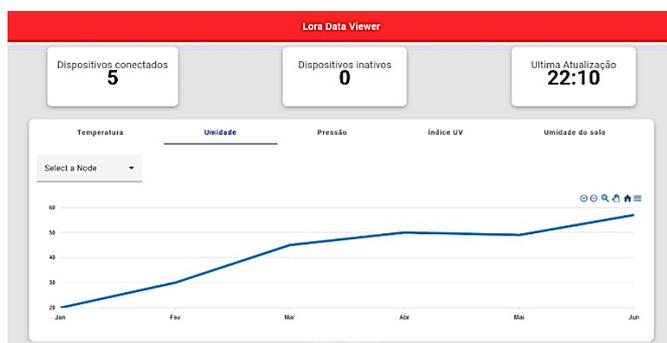


Figura 3 – Interface Web desenvolvida.

Esses resultados confirmam a robustez e a versatilidade do uso da tecnologia LoRa para comunicação multiponto, oferecendo uma solução eficiente para aplicações que exigem transmissão de

dados a longas distâncias, com gerenciamento centralizado dos dados. A simplicidade da implementação e a capacidade de conectar múltiplos dispositivos demonstram o potencial para aplicações em diversas áreas, como cidades inteligentes e monitoramento remoto.

## Conclusões

Durante o desenvolvimento desse projeto foi possível identificar uma maneira simples e eficaz de se utilizar da transmissão de dados via tecnologia LoRa, sem realizar o uso de protocolos prontos ou mais complexos. Ademais, por meio do uso do *Firebase*, observou-se a simplicidade de uma implementação de uma interface que permitisse a visualização dos dados de maneira personalizada.

Para futuras aplicações sugere-se uma adequação na segurança da transmissão dos dados e uma inserção de dinamicidade na rede, permitindo assim a retirada ou adição de nós na mesma, aumentando assim sua eficiência e robustez.

## Agradecimentos

Agradeço ao PET-TEC pelo suporte técnico essencial e pelo financiamento durante a realização deste trabalho. Sou profundamente grato aos meus colegas de pesquisa e à minha família pelo apoio constante e encorajamento. Também gostaria de expressar minha gratidão à UNIFEI pelo incentivo, que foi fundamental para o desenvolvimento deste projeto.

## Referências

- [1] SEMTECH CORPORATION. *What is LoRa?* 2024. Disponível em: <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>. Acesso em: 6 out. 2024.
- [2] VANGELISTA, Lorenzo; ZANELLA, Andrea; ZORZI, Michele. *Long-Range IoT Technologies: The Dawn of LoRa*. In: A. G. S. B. E. M. M. Zorzi (Ed.). *Machine-to-machine (M2M) Communications: Architecture, Performance and Applications*. Cambridge: Elsevier, 2014. DOI: 10.1007/978-3-319-27072-2\_7. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/300111853\\_Long-Range\\_IoT\\_Technologies\\_The\\_Dawn\\_of\\_LoRa](https://www.researchgate.net/publication/300111853_Long-Range_IoT_Technologies_The_Dawn_of_LoRa). Acesso em: 6 out. 2024.
- [3] VANGELISTA, Lorenzo; ZORZI, Michele. *Survey on LoRa Technology: Solution for Internet of Things*. *Wireless Networks*, v. 27, n. 1, p. 1-12, 2021. DOI: 10.1007/978-981-15-3914-5\_20. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/341158029\\_Survey\\_on\\_LoRa\\_Technology\\_Solution\\_for\\_Internet\\_of\\_Things](https://www.researchgate.net/publication/341158029_Survey_on_LoRa_Technology_Solution_for_Internet_of_Things). Acesso em: 6 out. 2024.

[4] YI, Jiazi; CLAUSEN, Thomas; TOWNSLEY, William Mark. *A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things*. *Sensors*, v. 16, n. 9, p. 1466, 2016. DOI: 10.3390/s16091466. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/16/9/1466>. Acesso em: 6 out. 2024.