

## INVESTIGANDO O USO DA TECNOLOGIA LORA EM ELEMENTOS DA INTERNET DAS COISAS

Gabriel Arruda Andrella (PIBIC/CNPq/FA/Uem),  
Linnyer Beatrys Ruiz Aylon (Orientador), lbruiz@uem.br

Grupo Manna de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia de Computação  
Invisível

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Informática  
**Ciência da Computação / Sistemas de Computação**

**Palavras-chave:** Internet das Coisas, LORA, Redes de Sensores sem Fio

### Resumo:

O paradigma da Internet das Coisas (Internet of Things (IoT)) irá conectar objetos inteligentes à internet. Estes objetos são instrumentados com sensores, processadores, memória, fonte de energia e unidade de comunicação sem fio permitindo que eles coletem dados, executem algoritmos e comuniquem-se habilitando uma rede capaz de trocar diferentes informações e enviá-las pela internet. Para alguns ambientes, requisitos das aplicações envolvem comunicação de longo alcance, baixo consumo de energia, características peculiares à tecnologia LoRa com potencial interessantes para uso em Internet das Coisas. Este trabalho de iniciação científica lida com o desafio de avaliar como a tecnologia LoRa pode ser usado em aplicações IoT. Como prova do conceito foi desenvolvido um sistema que inclui um protótipo de ônibus inteligente equipado com LoRa e um aplicativo, que provê aos usuários, informações sobre o tempo de chegada do ônibus até a próxima parada e sobre a lotação, isto é, o número de passageiros dentro do veículo. Os resultados deste estudo mostram que a tecnologia LoRa tem um potencial interessante para IoT, em particular, quando se trata de aplicações onde a conectividade entre objetos inteligentes requer o baixo consumo de energia e comunicação a grandes distâncias.

### Introdução

A Internet das Coisas (Internet of Things (IoT)) é um paradigma que pode ser visto como uma rede de redes que busca estabelecer a conexão de objetos à internet (BEEVI,2016).

A comunicação entre os diferentes elementos da IoT faz uso, de preferência, de redes sem fio. Os protocolos mais comuns são: Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, LoRaWan entre outros. A coleta dos dados é realizada por meio do uso de sensores que coletam dados do ambiente. Os dispositivos presentes na IoT podem ser classificados em: dispositivos de borda, gateways e plataformas na nuvem. Os dispositivos de borda são responsáveis pelo sensoriamento e atuação no meio.

Normalmente são dispositivos de baixo custo e com limitações de energia e hardware. O *Gateway* é utilizado para traduzir mensagens entre equipamentos que utilizam diferentes tipos de protocolo para se comunicar. As plataformas na nuvem são formadas por servidores com grande poder computacional e capacidade de armazenamento, dessa maneira é utilizada para armazenar os dados dos sensores.

Com o crescimento contínuo da Internet das Coisas (IoT), o surgimento de aplicações que necessitam de requisitos com baixa taxa de transferência, longo alcance e baixo consumo de energia, crescem na mesma medida. As redes Machine to Machine (M2M) não suprem todas essas necessidades, sendo necessário a introdução de redes de baixa potência.

Os objetos inteligentes têm como características limitações em termos de processamento e energia. As redes LoRa (*Long Range*) têm como objetivo atender esse desafio, sendo um tipo de rede de baixo alcance e baixa potência, conhecidas como LPWAN (*Low Power Wide Area Network*).

LoRa (*Long Range*) é uma definição para redes de longo alcance e de baixa potência, focada em dispositivos presentes no cotidiano das pessoas e que seguem o paradigma da Internet das Coisas. O LoRa é uma camada física que pretende atender aos requisitos de baixo consumo e energia dos objetos inteligentes, além de ser utilizada para implementar o protocolo LoRaWAN. A técnica de modulação do sinal de rádio utilizada pelo LoRa é o espelhamento espectral [Semtech Corporation, 2015]. Neste tipo de técnica, o sinal original é espelhado no campo da frequência, melhorando e aumentando a força do sinal e as interferências externas.

A tecnologia LoRaWAN opera em faixas de frequência não licenciadas, no Brasil essa frequência é de 915MHz. A grande vantagem de utilizar uma faixa não licenciada é a redução dos custos de implantação, permitindo que qualquer um possa utilizar. No entanto, a rede pode sofrer interferência de outros sinais. Para reduzir a taxa de dados perdidos, a rede LoRaWAN trabalha com a técnica de modulação *Chirp Spread Spectrum (CSS)*, que codifica o dado a ser enviado e o divide em pedaços que serão transmitidos separadamente. O protocolo LoRaWAN define as taxas de velocidade de dados, comunicação bidirecional e localização dos nós da rede. O LoRaWAN define a arquitetura de sistema e parâmetros de comunicação utilizando a camada física do LoRa.

O foco deste trabalho é desenvolver um sistema com prova de conceito da utilização do LoRa em aplicações IoT. O sistema foi desenvolvido a partir de um protótipo de um ônibus inteligente com a capacidade de estimar a quantidade de passageiros de uma linha de transporte público e estimar o tempo de chegada do ônibus na próxima parada, onde todas essas informações estariam presentes em um aplicativo para smartfone.

## Materiais e métodos

Para o estudo sobre a tecnologia LoRa foi escolhida a aplicação do Ônibus Inteligente. O projeto conta com uma camada de *hardware* formada pelos dispositivos ESP32 LoRa, Raspberry PI Model 3, sensores infravermelhos e um módulo GPS, além de contar com um aplicativo para celular. O objetivo desta aplicação é informar os usuários do aplicativo o número de passageiros nos ônibus e o tempo que um determinado ônibus chegará na próxima parada. Os dados para

estimar o tempo de viagem do ônibus vão trafegar por uma rede LoRa até alcançar um *Gateway* que manda a informação para a nuvem. Os desafios da pesquisa estão relacionados com a intensidade e qualidade do sinal da rede LoRa no ambiente urbano e ao grande número de mensagens entre o *Gateway* e a plataforma na nuvem.

## Resultados e Discussão

Uma rede LoRa em uma área ideal, quase plana, pode alcançar um raio de até 10 km, porém interferências do meio urbano como construções, outros tipos de sinais e alterações geográficas, limitam esse alcance. O cenário utilizado para os experimentos para a avaliação da tecnologia LoRa foi o campus de Maringá da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Um dispositivo LoRa ficou em um ponto fixo enquanto outro dispositivo estava em movimento, assim foi possível simular o trajeto de um ônibus em locomoção.

Os testes de transferência de dados e alcance da rede foram satisfatórios em distâncias de até 2000 m, em distâncias maiores se mostrou instável provavelmente por conta das interferências dos edifícios. Para melhorar a intensidade do sinal, como o dispositivo ESP32 utilizado no projeto é de baixo custo, o aumento destes dispositivos na rede, com a sua instalação em locais altos, melhora a intensidade do sinal e diminui a perda de dados.

## Conclusões

A tecnologia LoRa é utilizada para implementar redes LoRaWAN, que comercialmente tem se tornado uma opção cada vez mais comum. Uma rede de baixa potência se mostra ideal para ser utilizada em aplicações de IoT. A união do IoT com a tecnologia LoRa na aplicação do ônibus inteligente se mostrou um grande custo benefício por conta do seu baixo custo financeiro e seu grande poder de comunicação.

## Agradecimentos

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil pelo apoio a este trabalho e ao Departamento de Informática da UEM

## Referências

- BEEVI, M. J. A fair survey on internet of things (iot). In: IEEE. Emerging Trends in Engineering, Technology and Science (ICETETS), International Conference on. [S.l.], 2016. p. 1–6.
- Semtech Corporation (2015). Lora modulation basics. Application Note AN1200