

# Análise do funcionamento de dispositivos LoRa e LoraWAN na cidade de Caxias do Sul/RS

Acácio Chinato<sup>1</sup>, Ricardo Garcia<sup>1</sup>, Joel da Silva<sup>1</sup>, Eduardo Carvalho<sup>1</sup>,  
Marcelo de Lima<sup>1</sup>, Joao Vitor de Lima<sup>1</sup>, Samuel F. Ferrigo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário UNIFTEC  
Caxias do Sul – RS – Brasil

{acacio.oliveira,010207,joel\_387,eduardo.dias,marcelo\_de\_lima,  
joao.lima,samuelferrigo}@acad.ftec.com.br

**Resumo.** *O LoRa é uma das tecnologias que oferece comunicação a longas distâncias com baixo consumo de energia para dispositivos IoT. Neste trabalho foram testados o alcance da transmissão e sua integração com a rede LoraWAN existente na cidade de Caxias do Sul/RS. Como resultados obtidos, chegou-se à distância máxima de 240 metros e foi possível conectar-se à rede LoraWAN somente através de um gateway alternativo.*

## 1. Introdução

A Internet das Coisas (IoT) trouxe novas possibilidades de uso da computação. Algumas das possibilidades são o uso na medicina, nas aplicações militares, na automação residencial e nas cidades inteligentes [Avelar et al. 2010] [Ferrigo et al. 2017]. Neste último caso, diversos são os desafios: controle do transporte público, consumo de água e energia, segurança pública são alguns deles [Tomas 2014].

Com a proliferação dispositivos IoT em cidades, a necessidade de uma nova forma de comunicação de longa distância com baixo consumo de energia [Augustin et al. 2016] é necessária. Uma das tecnologias que oferece isso é a LoRa. Comparado a outras tecnologias similares, como o SigFox, uma das vantagens que essa tecnologia oferece é a possibilidade de comunicação dos dispositivos LoRa com aplicações conectadas à Internet, através do protocolo LoraWAN [Alliance 2015].

No presente trabalho foi buscado entender e testar os recursos desta nova tecnologia, como o alcance do sinal e o seu funcionamento na rede LoraWAN instalada na cidade de Caxias do Sul/RS. Para realização desses testes foram criados os ambientes descritos na Seção 3.

## 2. As tecnologias LoRa e LoraWAN

Acrônimo para "Long Range", o LoRa é um sistema de comunicação sem fio desenvolvido pela *Lora Alliance*. Utiliza diversas bandas de rádio que permitem a comunicação a longas distâncias com consumo mínimo de energia [Alliance 2015], promovendo uma maior vida útil para bateria dos dispositivos. No Brasil, por regulamentação da ANATEL, a banda autorizada para uso do LoRa é a faixa compreendida entre 915 a 928 MHz [Alliance 2015]. O cabeçalho do pacote de cada transmissão pode variar de 2-255 bytes, e a taxa de transferência pode alcançar até 50Kbps quando aplicado *channel aggregation*,

técnica onde são utilizadas várias portadoras para aumentar o throughput. A técnica de modulação utilizada é proprietária da *Samtech* e é no conceito *Chirp Spread Spectrum* (CSS), que permite a transmissão de dados com relação sinal/ruído extremamente baixa [Alliance 2015].

Dispositivos LoRa podem comunicar-se somente com outros dispositivos LoRa. Para a comunicação com outros dispositivos, especialmente com dispositivos que utilizam a pilha TCP/IP, a *Lora Alliance* desenvolveu uma tecnologia chamada LoraWAN, que permite essa integração [Alliance 2015].

Uma rede LoraWAN típica é formada por uma topologia estrela, na qual incluem três diferentes tipos de dispositivos: *end nodes* (ou *end devices*), *gateways* e *network servers*, conforme Figura 1. *End nodes* possuem aplicações diversas que enviam os dados coletados para *gateways* utilizando LoRa. *Gateways* encaminham os pacotes recebidos dos dispositivos para um servidor de rede através de interfaces que utilizam TCP/IP, tipicamente Ethernet ou tecnologias GSM. Conseqüentemente, *gateways* são somente *relays* bidirecionais, ou conversores de protocolo. Como toda a comunicação ocorre de maneira criptografada, os *network servers* são os responsáveis pela decodificação dos pacotes recebidos. Também são os responsáveis por gerar os pacotes que devem ser enviados de volta para os dispositivos [Augustin et al. 2016].

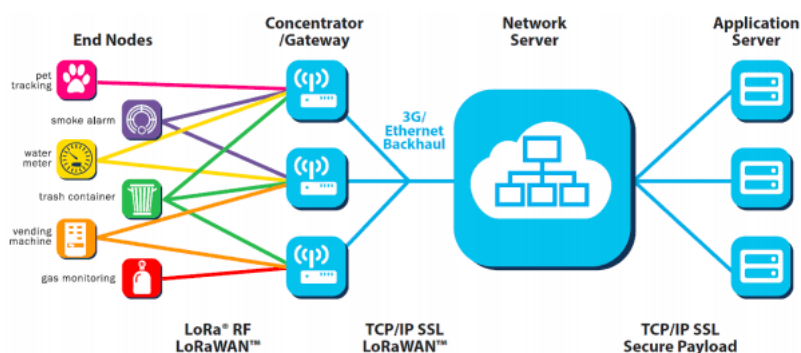


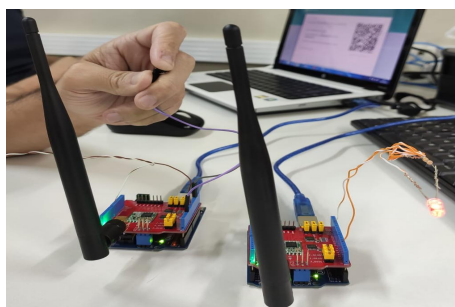
Figura 1. Estrutura de uma rede LoraWAN. Disponível em: <https://www.thethingsnetwork.org>

Na topologia LoraWAN, os dispositivos podem ser divididos em três classes: A, B e C [Alliance 2015]. Os dispositivos da classe A podem agendar uma transmissão *uplink* baseado em suas necessidades, com um pequeno *jitter*. Essa classe de dispositivos permite comunicações bi-direcionais, onde cada envio de transmissão é acompanhado por duas pequenas janelas de recebimentos (*downlink*). Por consequência, esses dispositivos possuem o menor consumo de energia, porém fornecem menos flexibilidade em transmissões *downlink*. Os dispositivos classe B possuem mais janelas de comunicação abertas em tempos agendados. Já os dispositivos classe C possuem janelas de recebimento quase que contínuas, porém consomem mais energia.

### 3. Cenário

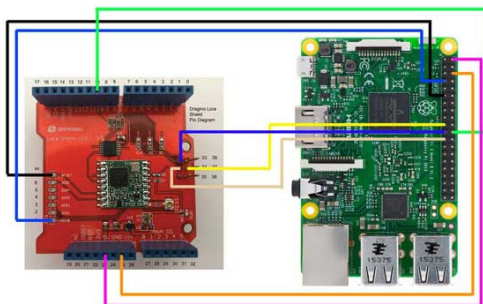
Para avaliação do LoRa e do LoraWAN, montaram-se dois ambientes: um ambiente para avaliação da distância de comunicação da tecnologia LoRa e outro ambiente para avaliação da conectividade ao LoraWAN.

Conforme Figura 2, o ambiente de avaliação da distância de comunicação LoRa é composto por dois dispositivos, um realizando a função de cliente, e outro realizando a função de servidor. O dispositivo cliente possui um interruptor responsável por ligar e desligar um LED instalado no servidor. Ambos dispositivos utilizavam a biblioteca RF95<sup>1</sup> e foram executados em placas Arduino UNO<sup>2</sup> ligadas a *shields* Dragino<sup>3</sup> responsáveis por realizar a comunicação LoRa.



**Figura 2. Ambiente de avaliação do LoRa, com dispositivos LoRa ativando e desativando um LED.**

O ambiente de avaliação da conectividade ao LoraWAN é composto por um *end node* e os *gateways* LoraWAN disponíveis na cidade de Caxias do Sul/RS<sup>4</sup>. O *end node* é formado pelo conjunto Arduino mais Dragino, porém executando a biblioteca LMIC<sup>5</sup>. Montou-se também um *gateway* alternativo, conforme demonstrado na Figura 3, de forma a comparar o desempenho entre este e os demais *gateways* disponíveis na rede. Esse *gateway* é formado por um RaspberryPI 3 B+<sup>6</sup> ligado a um *shield* Dragino. No Raspberry foi executado o software `single_chan_pkt_fwd`<sup>7</sup>, responsável pela execução do *gateway*.



**Figura 3. Esquema de ligação do shield Dragino em Raspberry utilizado como gateway LoraWAN. Retirado de <http://www.embarcados.com.br>.**

#### 4. Avaliação e resultados

No teste de avaliação da distância de comunicação da tecnologia LoRa, o dispositivo servidor foi mantido em uma das salas do Centro Universitário UniFTEC, enquanto que

<sup>1</sup><https://github.com/adafruit/RadioHead>

<sup>2</sup><https://www.arduino.cc>

<sup>3</sup><https://www.dragino.com>

<sup>4</sup><https://www.thethingsnetwork.org/community/caxias-do-sul/>

<sup>5</sup><https://github.com/matthijskooijman/arduino-lmic>

<sup>6</sup><https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus>

<sup>7</sup>[https://github.com/tftelkamp/single\\_chan\\_pkt\\_fwd](https://github.com/tftelkamp/single_chan_pkt_fwd)

o dispositivo cliente movimentou-se pelas redondezas. Neste teste atingiu-se a distância máxima de 240 metros, obtendo cerca 10% da distância máxima estimada pela *LoRa Alliance* em cidades. Verificou-se que esse baixo alcance deve-se, entre outros fatores, ao ganho de potência fornecida pela antena padrão da *shield* Dragino e aos obstáculos (paredes) existentes entre o cliente e o servidor.

Já no teste de avaliação da conectividade ao LoraWAN, não conseguiu-se conectar a nenhuma das antenas públicas disponibilizadas no perímetro urbano de Caxias do Sul/RS. Todavia, houve êxito na conectividade entre o dispositivo e o *gateway* alternativo montado. De maneira análoga ao teste anterior, o *gateway* foi mantido na mesma sala, enquanto que o dispositivo foi movimentado pelas redondezas. Além da conectividade alcançada, atingiu-se a distância máxima de comunicação de 90 metros.

Entre as possíveis causas de não conectividade aos *gateways* LoraWAN disponíveis, pode-se destacar possível uso de frequências fora da faixa 915-928 MHz nos *gateways*, visto que a informação fornecida pela rede LoraWAN<sup>8</sup> não permite verificar em qual faixa de frequência cada *gateway* está operando. Quanto à menor distância de comunicação se comparado ao teste efetuado sobre a rede LoRa "pura", verifica-se que o principal problema está relacionado à aplicação `single_chan_pkt_fwd`, que permite a comunicação em apenas um dos canais disponíveis na range 915-928MHz.

## 5. Conclusão

Nos ambientes avaliados, verificou-se que a distância de comunicação LoRa atingiu apenas 10% da distância máxima estimada em documentação e de que foi possível conectar-se apenas ao *gateway* alternativo, não conseguindo conectar-se aos demais *gateways* existentes na cidade de Caxias do Sul/RS. Esses problemas devem-se especialmente pelo fato de ser uma tecnologia nova e com pouca documentação, especialmente ao que diz respeito à frequência de operação dos próprios *gateways*. Esses resultados demonstram que, apesar do grande potencial na área em que se propõe a atuar, são necessários mais testes, implementações e pesquisas para que se possa extrair todo o potencial dessa tecnologia.

## Referências

- Alliance, L. (2015). Lorawan specification v1.1. Disponível em: <https://loralliance.org/resource-hub/lorawanr-specification-v11>. Acesso em 20.nov.2019.
- Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., and Townsley, W. (2016). A study of lora: Long range & low power networks for the internet of things. *Sensors*, 16(9):1466.
- Avelar, E., Avelar, L. M., Silva, D. D. P., and Dias, K. L. (2010). Arquitetura de comunicação para cidades inteligentes: Uma proposta heterogénea, extensível e de baixo custo. *Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife*.
- Ferrigo, S. F., da Costa, C. A., and da Rosa Righi, R. (2017). Um middleware para gerenciamento de sensores de saúde corporais em dispositivos móveis. In *9º Simposio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva (SBCUP 2017)*, volume 9. SBC.
- Tomas, G. H. R. P. (2014). Uma arquitetura para cidades inteligentes baseada na internet das coisas. Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco.

---

<sup>8</sup><https://www.thingsnetwork.org>