

Um sistema de rastreamento e monitoramento de veículos baseado em IoT e LoRaWAN

A vehicle tracking and monitoring system, based on IoT and LoRaWAN

RESUMO

Marcos Vinicius Rocha da Silva
msilva.2019@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Fabio Alexandre Spanhol
faspanhol@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Edson Tavares de Camargo
edson@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Álvaro Ricieri Castro e Souza
alvarosouza@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Este artigo aborda o desenvolvimento de um sistema baseado na tecnologia LoRaWAN para monitoramento de veículos, apresentando os dados de coleta de rastreamento nas plataformas ThingsBoard e TagoIO. Foi projetado um dispositivo embarcado com o Arduino, integrando um sistema de geolocalização com GPS e transmissor LoRa. Tal dispositivo foi instalado em um caminhão de coleta de lixo da cidade de Toledo-PR e registrava periodicamente a localização geográfica. Além de armazenadas localmente no dispositivo essas coordenadas geográficas foram enviadas para o servidor *The Things Network* através da rede LoRa. Tanto os dados armazenados internamente quanto os dados recebidos pelo servidor foram comparados. Foi analisada a área de cobertura da rede LoRaWAN.

PALAVRAS-CHAVE: Rastreamento de veículos. Internet das coisas. LoRaWAN.

ABSTRACT

This article discusses the development of a system based on LoRaWAN technology for vehicle monitoring, presenting tracking collection data on the ThingsBoard and TagoIO platforms. A device embedded with the Arduino was designed, integrating a geolocation system with GPS and LoRa transmitter. This device was installed in a garbage collection truck in the city of Toledo-PR and periodically recorded the geographical location. In addition to being stored locally on the device, these geographic coordinates were sent to The Things Network server via the LoRaWAN network. Both the data stored internally and the data received by the server were compared. The coverage area of the LoRaWAN network was analyzed.

KEYWORDS: Vehicle tracking. Internet of things. LoRaWAN.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Recentemente o termo Internet das Coisas (IoT) vem gerando crescente interesse no âmbito da pesquisa e aplicação. IoT essencialmente é um paradigma que compreende objetos comuns que nos rodeiam, mas todos conectados à computação em nuvem por meio da Internet (GALEALE *et al.*, 2016).

São inúmeras as aplicações que podem adotar IoT, como é o caso de cidades inteligentes, onde tem-se inúmeros dispositivos conectados na rede, continuamente coletando dados de sensores e enviando informações de controle para atuadores.

No contexto de cidades inteligentes, o rastreamento de frota de veículos é uma aplicação de IoT na qual os ativos da frota podem ser rastreados em tempo real. Tal solução fornece a capacidade de detectar instantaneamente infrações, como desvios de rota, violações de velocidade e permite a análise *off-line* de padrões de tráfego e comportamento do motorista, no qual, podem auxiliar na tomada de decisão responsiva (RAMLI *et al.*, 2019).

Os dispositivos IoT de rastreamento instalados nos veículos monitorados precisam comunicar-se continuamente com a Internet e assim enviar os dados de geolocalização dos mesmos. Uma solução viável para este problema é utilizar uma rede sem fio de baixa e longo alcance (LPWAN):

Dentre as tecnologias LPWAN, a tecnologia *Long Range* (LoRa) está se consolidando como uma das principais formas de se enviar dados em sistemas de Internet das Coisas (IoT), devido a sua capacidade de envio de dados a longas distâncias e baixo gasto energético. LoRa define a camada física que fornece o enlace de comunicação de rádio enquanto LoRaWAN estabelece o protocolo de comunicação das camadas superiores (como acesso ao meio e segurança) e a arquitetura do sistema (ZYRIANOFF, 2019, p. 43-56).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema baseado na tecnologia LoRaWAN para monitoramento de veículos no município de Toledo, Paraná. Através de um portal Web os dados de monitoramento são disponibilizados em tempo real para os gestores municipais tornando possível a localização instantânea de veículo dentro da área de abrangência de rede, confrontar a rota atual com a rota programada bem como consultar o histórico de trajetos efetuados.

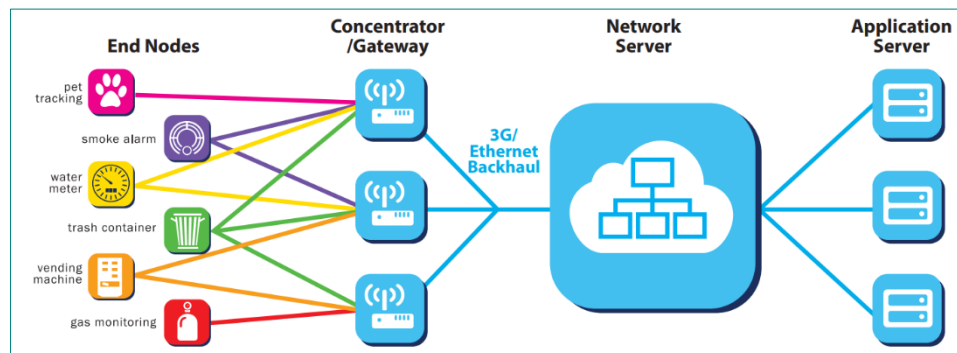
MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho de pesquisa, foram utilizadas diversas tecnologias/componentes para montar uma estrutura de uma rede LoRaWAN:

- a) **End Device** ou **Node**: (sensores e atuadores) um objeto com um dispositivo de comunicação de baixa potência incorporado, neste experimento foi utilizado o Arduino Uno; shield GPS Ublox Neo-6M; shield IOT e módulo LoRaWAN Radioenge;
- b) **Gateway**: antenas que recebem transmissões dos *End Devices* e enviam dados de volta aos *End Devices*, utilizado o Raspberry Pi 3 Model B; IoT LoRa Gateway HAT for Raspberry Pi;

- c) **Network Server:** (servidor de rede) servidores que roteiam mensagens dos End Devices para certa aplicação e vice-versa, utilizado o *The Things Network* e *ChirpStack* (antigo Loraserver);
- d) **Application Server:** (servidor de aplicação) um *software* executando em um servidor, utilizado o ThingsBoard e TagoIO.

Figura 1 – Arquitetura de Rede



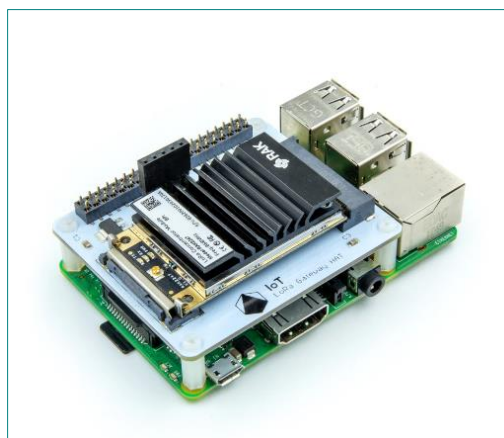
Fonte: Lora Alliance (2015).

A UTFPR campus Toledo, já possuía um *gateway* em funcionamento implantado no contexto do trabalho de Rossato e Camargo (2019). Tal solução baseia-se no *The Things Network* (TTN), uma nuvem de servidores formada por servidores conectando *gateways* LoRaWAN ao redor do planeta. O grande diferencial da TTN é seu estabelecimento como uma rede aberta (*open-source*) e colaborativa (*crowd-sourced*), onde qualquer usuário pode contribuir instalando em um *gateway* em sua residência.” (NETO, 2018).

Uma alternativa de servidor de rede é o projeto *ChirpStack* (anteriormente nomeado de Loraserver) desenvolvido por Orne Brocaar. É uma solução de código aberto pronta para o uso, oferecendo APIs de integração e uma interface Web intuitiva para gerenciar os dispositivos.

Durante a pesquisa foram testados os dois servidores de rede instalando-os em um Raspberry Pi 3 Model B com o transmissor *IoT LoRa Gateway HAT for Raspberry Pi*, mostrado na Figura 2.

Figura 2 – IoT LoRa Gateway HAT for Raspberry Pi



Fonte: Pi Supply (2020).

Os servidores de rede funcionam como uma espécie de ponte que unifica todos os dados recebidos através dos Gateway e o enviam para o servidor de aplicação. A comunicação entre os servidores é realizada através de integração das plataformas, sendo necessário que o usuário a configure.

A integração com servidor de aplicações torna-se mais simples com o TTN em relação ao ChirpStack, pois o mesmo possui uma seção específica para integração com outras ferramentas de coleta e visualização de dados. Já considerando o ChirpStack é necessário criar um roteamento que formate os dados recebidos na plataforma por meio da API (Interface de Programação de Aplicativos) do servidor para a aplicação de coleta de dados. Neste cenário o restante dos testes foi realizado apenas com o TTN, utilizando o *gateway* instalado na UTFPR campus Toledo.

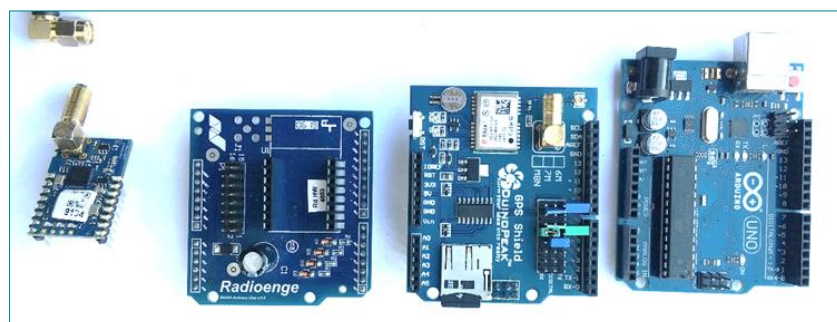
Existem diversas soluções que podem ser empregados para o armazenamento de dados dos servidores de rede. Segundo dados da pesquisa publicado no *IoT Analytics*, “atualmente existem oficialmente 620 empresas de plataforma IoT no mercado” (LUETH, 2019).

Foram utilizados o ThingsBoard e TagoIO, que são plataformas IoT para coleta, processamento, visualização e gerenciamento de dados, além de provisionar e gerenciar dispositivos. A UTFPR-Toledo possui uma versão do ThingsBoard instalada em seus servidores como ambiente de testes de pesquisa, por isso o mesmo foi escolhido para esse estudo. O TagoIO oferece integração facilitada com o TTN e foi selecionado também por possuir um plano gratuito para programadores e estudantes.

Durante esta pesquisa foi constatado que a versão do ThingsBoard utilizado no campus é a *Community Edition*, entretanto, apenas o *ThingsBoard Professional Edition* suporta o recurso Integrações com outras plataformas, como o TTN. Para contornar esta situação, foi necessário utilizar um servidor externo que pudesse converter a carga e enviar para o ThingsBoard e assim realizar os testes.

Para realizar o rastreamento de veículo utilizou-se um Arduino Uno com *shield* GPS Ublox Neo-6M, *shield* IOT e módulo LoRaWAN Radioenge. Esses dispositivos podem ser vistos na Figura 3. O Arduino foi programado através da sua própria IDE (Ambiente Integrado de Desenvolvimento) utilizando a linguagem de programação C++ e as bibliotecas externas *TinyGPS++* e *Time*.

Figura 3 – Arduino + GPS + Transmissor LoRaWAN



Fonte: Autoria Própria (2020).

O *firmware* foi projetado para receber uma localização geográfica a cada 10 segundos, salvar a localização no cartão de memória disponível no próprio

dispositivo e enviar a localização para o *gateway*. Dessa forma foi possível comparar os dados armazenados no cartão de memória e recebido pelo *gateway*.

Após a configuração, instalou-se o dispositivo em um caminhão de coleta de lixo do Município de Toledo, Paraná, a fim de realizar os testes iniciais de rastreo.

Neste cenário, o dispositivo já estava enviando os dados para o *gateway* integrado ao TagIO, restando apenas desenvolver interface de visualização dos dados na plataforma. Dentro do TagIO, foi criada uma *dashboard* para a visualização em tempo real do rastreamento do caminhão do lixo.

RESULTADOS

Após a coleta do lixo, foram analisados os dados recebidos no cartão de memória e os dados recebidos pelo *gateway*. Na Tabela 1 é possível observar uma parte dos registros gerados pelo dispositivo durante a coleta do lixo.

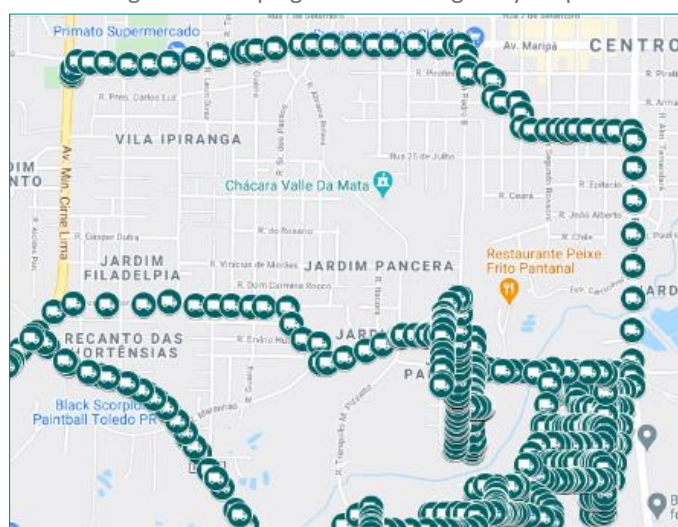
Tabela 1 – Dados armazenado no cartão SD do dispositivo

latitude	longitude	altitude	data	hora	satélites
-24.747573	-53.743591	1620.7	02/01/20	15:37:02	8
-24.747573	-53.743591	1620.4	02/01/20	15:37:12	8
-24.747575	-53.743591	1620.4	02/01/20	15:37:22	8
-24.747575	-53.743591	1622.0	02/01/20	15:37:32	8

Fonte: Autoria Própria (2020).

A tabela com todos os pontos registrados pelo dispositivo no cartão foi importada no Google My Maps, para que o mesmo seja melhor observado através de um mapa com os pontos de localização gerados, visto na Figura 4.

Figura 4 – Mapa gerado no Google My Maps



Fonte: Autoria Própria (2020).

Os sistemas utilizados para realizar a visualização foram o TagoIO e ThingsBoard, ambas são soluções pagas, mas que disponibilizam recursos gratuitos. Entretanto, o TagoIO possui recursos limitados em sua versão não paga, sendo necessário a aquisição de um plano de assinatura para projetos maiores, isto é, que utilizem um número maior de dispositivos e demandem mais armazenamento.

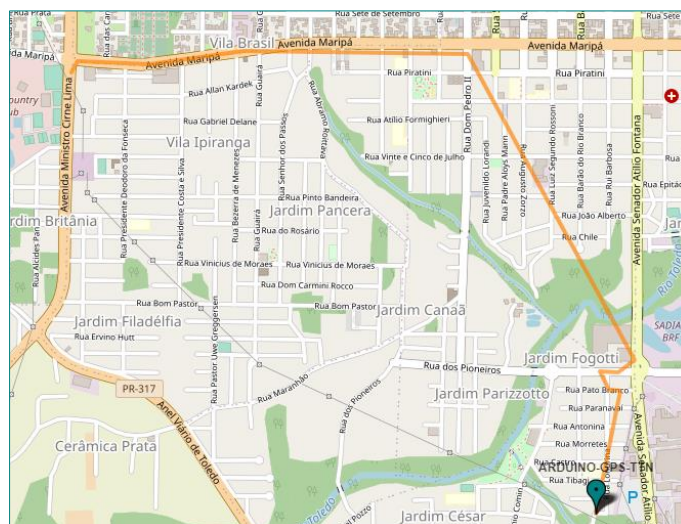
Nas *dashboards* do ThingsBoard e TagoIO foi adicionado um mapa que mostrasse a localização do veículo em tempo real e que pudesse ser consultado posteriormente. Os mapas presentes nas respectivas interfaces podem ser vistos nas Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Rota armazenada pelo TagoIO



Fonte: Autoria Própria (2020).

Figura 6 – Rota armazenada pelo ThingsBoard



Fonte: Autoria Própria (2020).

Como a rota realizada pelo caminhão de coleta de lixo foi um pouco distante do alcance da cobertura do *gateway* instalado no campus da UTFPR-Toledo, majoritariamente, os dados enviados pelo dispositivo não foram recebidos pelo *gateway*.

O objetivo principal do plano de trabalho foi desenvolver uma interface para visualização do sistema de monitoramento de rota dos veículos que realizam a coleta seletiva do lixo urbano no município de Toledo/PR. Para que se alcançasse o objetivo principal foi necessário entender o contexto de operação de uma LoRaWAN e como são adquiridos os dados dos sensores remotos.

CONCLUSÃO

Apesar das soluções de visualização de dados serem pagas, que disponibilizam recursos gratuitos. Neste cenário, o TagoIO mostrou-se mais fácil de configurar, eliminando a necessidade de um servidor externo para intermediação dos dados enviados.

Assim, espera-se que o desenvolvimento deste projeto, bem como seus resultados sejam de grande valia para avançar esta área de pesquisa, auxiliando em projetos futuros de rastreamento e monitoramento de veículos utilizando redes de LoRaWAN.

Finalmente, ressalta-se que o projeto foi parcialmente impactado em seu cronograma pela suspensão das atividades presenciais no início de março de 2020 devido às medidas de isolamento social instituídas para tentar reduzir o avanço da pandemia da COVID-19 causada pelo vírus SARS-COV-2.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela Fundação Araucária (FA), Programa de Iniciação Tecnológica 2019/2020 - UTFPR/PIBITI, Chamada Pública nº 03/2019.

REFERÊNCIAS

GALEALE, Gustavo Perri. et al. **Internet das Coisas Aplicada a Negócios – Um Estudo Bibliométrico**. JISTEM, Brasil Vol. 13, No. 3, Set/dez., 2016. p. 423-438.

LORA Alliance. **A technical overview of LoRa and LoRaWAN**. LoRa Alliance. CA - USD, 2015.

LUETH, Knud Lasse. **IoT Platform Companies Landscape 2019/2020: 620 IoT Platforms globally**. IoT Analytics, 2019.

NETO, Eronides Da Silva. **The Things Network: uma rede para IoT colaborativa.**
Embarcados: Publicado: 24/05/2018. Disponível em:
<https://www.embarcados.com.br/the-things-network-rede-iot>. Acessado em:
12/07/2019. Acesso em: 27 jul. 2020

PI Supply. **IoT LoRa Gateway HAT for Raspberry Pi (868MHz/915MHz).**
Disponível em: <https://uk.pi-supply.com/products/iot-lora-gateway-hat-for-raspberry-pi>. Acesso em: 22 ago. 2020.

RAMLI, Norhafizah. et al. **An open source LoRa based vehicle tracking system.**
Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI). Vol. 7, No. 2,
June 2019, p. 221-228; ISSN: 2089-3272, DOI: 10.11591/ijeel.v7i2.1174

ROSSATO, J., CAMARGO, E. **Implantação e Avaliação de uma Rede LoRaWAN na UTFPR - Campus Toledo.** Trabalho de Conclusão de Curso, Tec. Sistemas para Internet: UTFPR, Toledo, Brasil, 2019.

ZYRIANOFF, Ivan; HEIDEKER, Alexandre; SILVA, Dener Ottolini; KLEINSCHMIDT, João Henrique; KAMIENSKI, Carlos Alberto. **Impacto de LoRaWAN no Desempenho de Plataformas de IoT baseadas em Nuvem e Névoa Computacional.** In: WORKSHOP EM CLOUDS E APLICAÇÕES (WCGA), 17. , 2019, Gramado. Anais do XVII Workshop em Clouds e Aplicações. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, sep. 2019. p. 43-56. DOI: <https://doi.org/10.5753/wcga.2019.7593>.