



# SISTEMA IOT PARA MONITORAMENTO DE PORTEIRAS UTILIZANDO LORA E LORAWAN

V.S.D.C. Goulart<sup>1,\*</sup>; R.G.I.Arakaki<sup>1</sup>; E.A.G.Gasparoto<sup>2</sup>

1 Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos - Professor Jessen Vidal  
Av. Cesare Mansueto Giulio Lattes, 1350 - Eugênio de Melo, São José dos Campos/SP,  
CEP.: 12247-014, Brasil.

Telefone: (12) 3905-2423

2 Treevia

Praça Chuí, 35, Max Office – Sala 9 – Vila Ema, São José dos Campos/SP,

CEP.:12243-380, Brasil.

Telefone: (12)3921-2319

\*[victor\\_gou2@hotmail.com](mailto:victor_gou2@hotmail.com)

**RESUMO:** Diante da grande expansão da Internet das Coisas e da evolução das tecnologias de telecomunicação, oportunidades de melhorias na segurança, principalmente em locais onde a conexão de dados é limitada ou inexistente, começam a se mostrar como algo viável. Existem problemas em áreas rurais que naturalmente são mais afastadas de locais urbanos, como por exemplo, a falta de monitoramento em tempo real que compromete a segurança. Este trabalho apresenta uma solução desenvolvida para monitorar o estado de porteiros a fim de garantir ao proprietário um entendimento da entrada e saída de pessoas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Internet das Coisas, telecomunicação, segurança, monitoramento.

**ABSTRACT:** With the great expansion of the Internet of Things and the evolution of telecommunication technologies, opportunities for security improvements, especially in places where data connection is limited or non-existent, are starting to show as viable. There are problems in rural areas that are naturally further from urban sites, such as the lack of real-time monitoring that compromises safety. This paper presents a solution developed to monitor the state of gates in order to grant the owner an understanding of the entrance and exit of people.

**KEYWORDS:** Internet of Things, telecommunication, security, monitoring.

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2017, segundo estudo realizado pelo Grupo Tracker, mais de 12 veículos agrícolas eram roubados ou furtados por dia, totalizando um total de 4500 veículos [1].

Outro dado relacionado à furto em áreas rurais é o furto de madeira. Dados de uma empresa do setor florestal mostram que apesar de a quantidade ter diminuído entre 2015 e 2016, esse valor ainda é alto [2].

Pensando nisso, idealizou-se um sistema IoT capaz de monitorar as porteiros de uma fazenda notificando o proprietário possibilitando, por exemplo, uma tomada de decisão mais precisa de onde investir recursos na segurança de sua propriedade.

A Internet das Coisas (IoT) refere-se à aplicação da tecnologia com o objetivo de conectar coisas (sensores, vestíveis, eletrodomésticos, árvores, etc) à internet, com o objetivo de facilitar o acesso a informações e para automação de processos [3].

A expectativa é de que o número de dispositivos aumente de 10 bilhões em 2015 para 34 bilhões até 2020, quando a população no planeta será de quase 8 bilhões totalizando uma média superior a quatro dispositivos por pessoa, de acordo com a consultoria BI Intelligence [4].

O objetivo deste artigo é apresentar uma solução desenvolvida utilizando comunicação sem fio LoRa e protocolo de comunicação LoRaWAN que visa monitorar o estado (aberto/fechado) de porteiros em uma fazenda disponibilizando este dado em uma aplicação web.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentadas as principais tecnologias utilizadas e como foram integradas no projeto.

### 2.1. Tecnologias Utilizadas

Nesta seção serão introduzidas as tecnologias utilizadas durante o desenvolvimento do projeto.

#### 2.1.1. LoRa

LoRa é uma tecnologia de comunicação sem fio de longo alcance e baixo consumo de energia criada pela empresa Semtech [5].

Devido ao baixo consumo de energia, esta tecnologia está sendo integrada em dispositivos IoT como iluminação pública, dispositivos vestíveis, utensílios domésticos, entre outros.

#### 2.1.2. LoRaWAN

LoRaWAN é um protocolo de comunicação construído com base na tecnologia LoRa, desenvolvido pela LoRa Alliance [6].

Foi pensado para padronizar e facilitar a criação de redes IoT públicas ou privadas, contando com comunicação bidirecional e segura. A Figura 1 mostra como é estruturada uma aplicação utilizando o protocolo LoRaWAN.

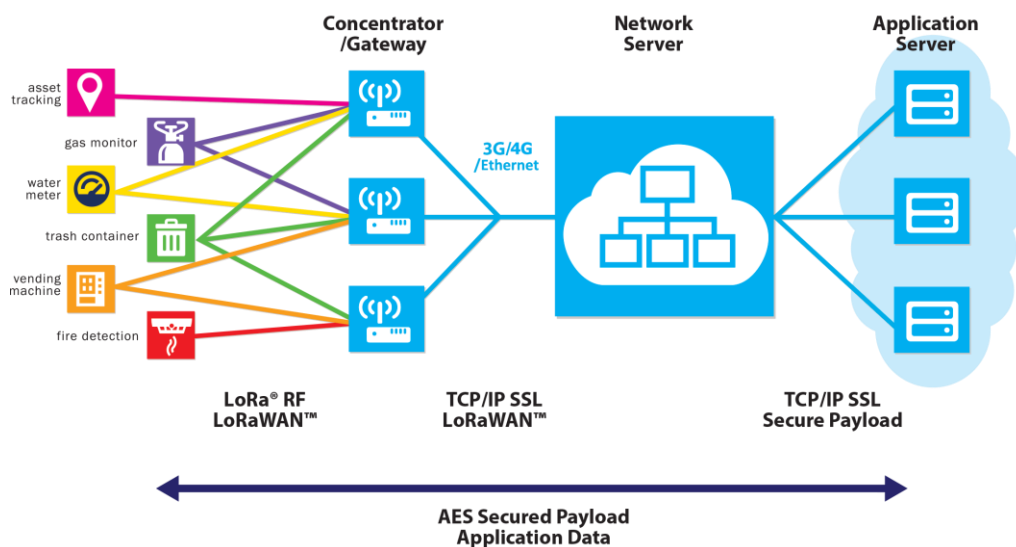


Figura 1. Topologia de comunicação de uma rede LoRaWAN.

#### 2.1.3. Azure IoT Hub

IoT Hub é um serviço da Microsoft utilizado para gerenciar ativos de IoT. Por se tratar de uma plataforma em nuvem compatível com vários protocolos de comunicação e SDKs de software livre, esse serviço se torna bastante flexível facilitando a criação de aplicações IoT escaláveis [7].

#### 2.1.4. Protocol Buffers

Protocol Buffers (ou Protobuf) é um mecanismo de serialização criado pela Google que suporta diversas linguagens e plataformas de programação, possibilitando que aplicações se comuniquem sem a necessidade de criar um mecanismo próprio para o projeto. Uma vez definido como os dados serão estruturados, o Protobuf gera automaticamente códigos fonte para a linguagem escolhida.

Outra vantagem de se usar o Protobuf é que, se a estrutura de dados for alterada, uma aplicação com a versão antiga não precisará ser atualizada com a nova versão para continuar funcionando [8].

A Figura 2 mostra um exemplo de estrutura de dados em Protobuf.

```
message Person {  
  required string name = 1;  
  required int32 id = 2;  
  optional string email = 3;  
}
```

Fonte: [8]

**Figura 2.** Exemplo de estrutura de dados em Protobuf.

#### 2.1.5. Timescale DB

TimescaleDB é um banco de dados de serie temporal open-source construído com base no PostgreSQL otimizado para ingestão de dados rápida e queries complexas, possuindo uma fácil integração com aplicações onde se usa banco de dados relacional, mas possuindo uma escalabilidade parecida com a de bancos NoSQL [9].

A Figura 3 mostra um exemplo de consulta no Timescale DB.

```
SELECT firmware_version,  
       sum(DISTINCT sensor_id) AS sensor_cnt,  
       sum(error_count) AS total_errors  
FROM measurements  
JOIN sensors  
  ON measurements.sensor_id = sensors.id  
WHERE measurements.time >  
       now() - interval '7 days'  
GROUP BY sensors.firmware_version  
ORDER BY total_errors DESC;
```

Fonte: [9]

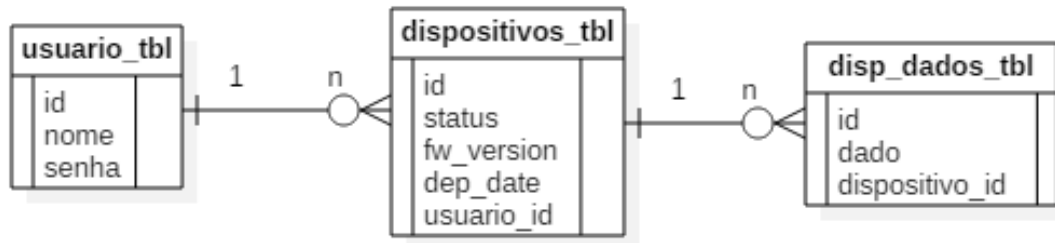
**Figura 3.** Exemplo de consulta no Timescale DB.

## 2.2. Desenvolvimento

Nesta seção serão apresentadas as etapas do desenvolvimento do projeto.

### 2.2.1. Arquitetura de Dados

Para a aplicação, foram criadas as tabelas no banco de dados seguindo o modelo exibido na Figura 4, onde cada usuário pode cadastrar vários dispositivos e cada dispositivo pode armazenar vários dados.



**Figura 4.** Modelo entidade relacionamento.

### 2.2.2. Detalhamento das Tabelas

A Tabela 1 exibe os atributos da entidade usuario\_tbl que possui informações referentes ao login do usuário na aplicação.

Dado	Tipo	Descrição
id	INT	Identificador, Chave primaria
nome	VARCHAR(50)	Nome do Usuário
senha	VARCHAR(20)	Senha do Usuário

**Tabela 1.** Entidade usuario\_tbl.

A Tabela 2 exibe os atributos da entidade dispositivos\_tbl que possui informações referentes aos dispositivos cadastrados pelo usuário na aplicação.

Dado	Tipo	Descrição
id	INT	Identificador, Chave primaria
status	BOOLEAN	Dispositivo Online/Offline
fw_version	VARCHAR(20)	Versão do Firmware do dispositivo
dep_date	TIMESTAMP	Data de instalação do dispositivo
usuario_id	INT	Chave estrangeira referente ao usuário

**Tabela 2.** Entidade dispositivos\_tbl.

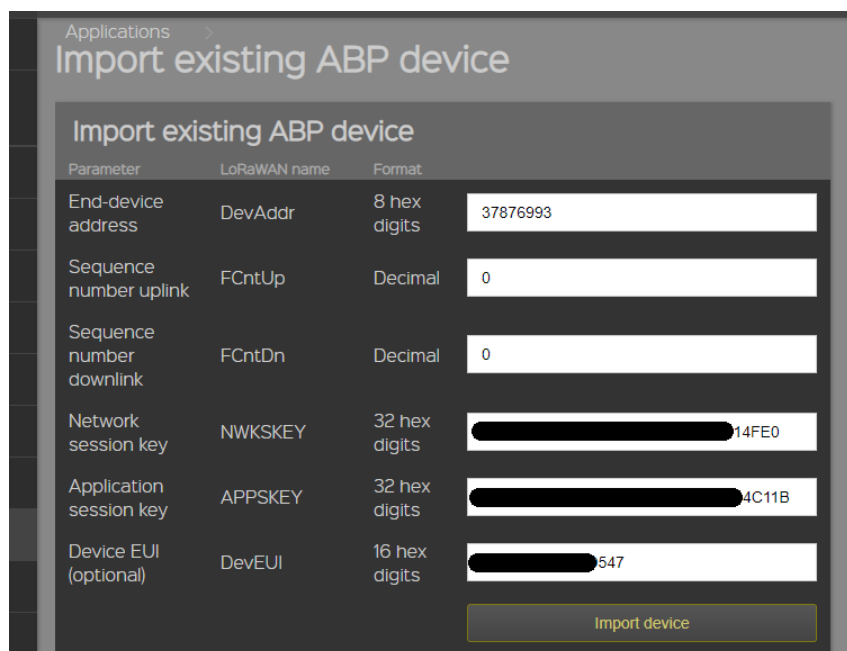
A Tabela 3 exibe os atributos da entidade disp\_dados\_tbl que possui informações referentes aos dados recebidos pelo dispositivo.

Dado	Tipo	Descrição
id	INT	Identificador, Chave primaria
dado	VARCHAR(50)	Dado recebido pelo sensor
dispositivo_id	INT	Chave estrangeira referente ao dispositivo

**Tabela 3.** Entidade disp\_dados\_tbl.

### 2.2.3. Configuração do LoRa Server

Para que o dispositivo se comunicasse com a aplicação, foi necessário cadastrá-lo no LoRa Server como mostra a Figura 5.



Parameter	LoRaWAN name	Format	Value
End-device address	DevAddr	8 hex digits	37876993
Sequence number uplink	FCntUp	Decimal	0
Sequence number downlink	FCntDn	Decimal	0
Network session key	NWKSKEY	32 hex digits	14FE0
Application session key	APPSKEY	32 hex digits	4C11B
Device EUI (optional)	DevEUI	16 hex digits	547

Import device

**Figura 5.** Tela de cadastro do dispositivo no LoRa Server.

Após o cadastro do dispositivo, foi registrada uma saída para o Azure IoT Hub como mostra a Figura 6.

Copy the value of the Primary key from the Shared access keys list to the form below.

- Use the [iothub-explorer](#) or the [Device Explorer](#) to add devices to your IoT hub. You need to import your all devices from your application manually. Use must use your Device EUI (without dashes!) as the device name.
- We haven't found any simple, straight-forward way to read the data. Follow the [Get started with Azure IoT Hub for Node.js](#) guide to collect your data with Node.js.
- The full JSON objects will be deliver as the body of each message.

Setup parameters

IoT Hub Name

Primary key

Figura 6. Configuração da saída para o IoT Hub.

#### 2.2.4. Dados do LoRa Server

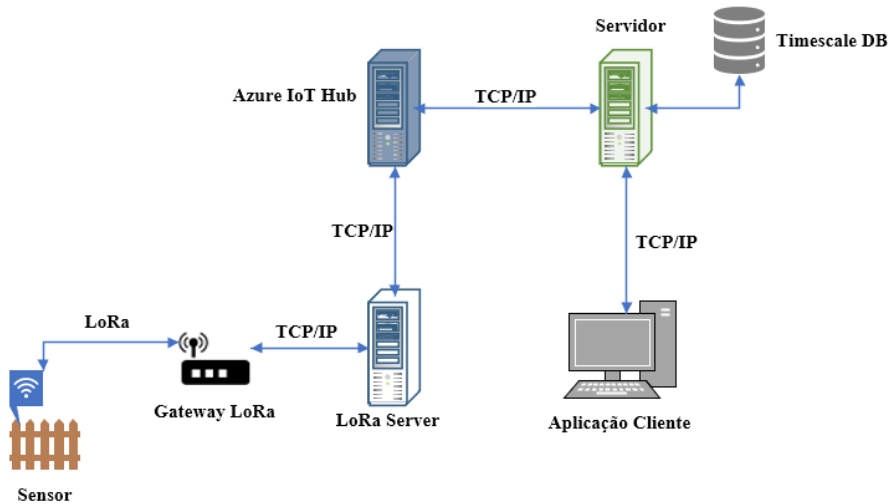
Quando o dispositivo é acionado, uma mensagem é enviada para o LoRa Server, que descriptografa os dados e envia ao Azure IoT Hub. Esse dado é recebido pela aplicação em um arquivo JSON como mostra a Figura 7.

```
1 {  
2   "cmd": "rx",  
3   "EUI": "TIEE2QLVXKGVUW9F",  
4   "ts": "2018-07-03T15:55:15.6690049-03:00",  
5   "ack": false,  
6   "seqno": 1,  
7   "fcnt": 1,  
8   "port": 100,  
9   "bat": 205,  
10  "data": "5465737465",  
11  "freq": 922000000,  
12  "dr": "SF9 BW125 4/5",  
13  "rssi": -101,  
14  "toa": 335,  
15  "snr": 12.2  
16 }
```

Figura 7. Dado recebido em arquivo JSON.

#### 2.2.5. Arquitetura Física

Para um melhor entendimento do funcionamento do sistema e de como as diferentes partes se integram, um esquemático apresentando uma visão de alto nível foi feito como mostra a Figura 9.

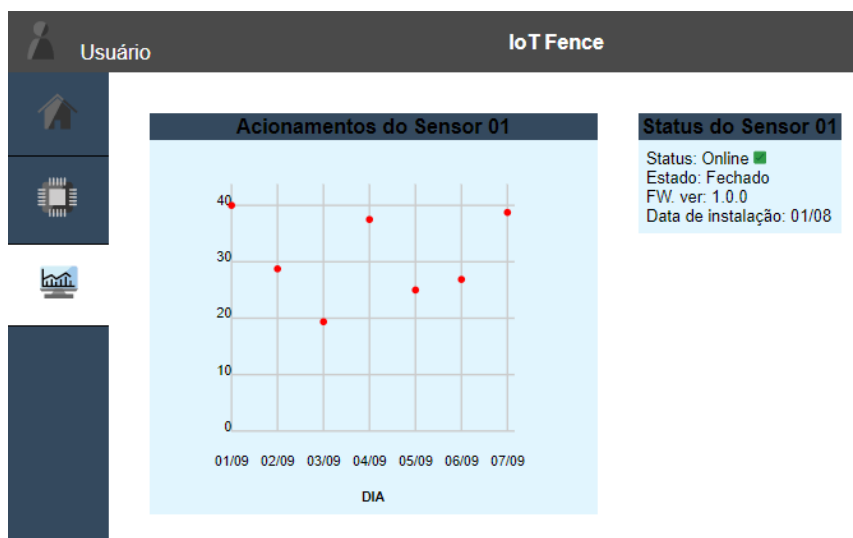


**Figura 8.** Esquemático representando os componentes do sistema

O fluxo do dado ocorre da seguinte forma: o Sensor envia o dado para o Gateway LoRa, que direciona a mensagem para o LoRa Server. O LoRa Server avalia a mensagem e, se for válida, formata o dado em um arquivo JSON e o envia para o Azure IoT Hub. No Servidor, um serviço é executado toda vez que uma mensagem é recebida pelo Azure IoT Hub, lendo o dado recebido e o armazenando no Timescale DB. Quando a Aplicação Cliente solicitar o dado do Sensor, o Servidor realiza uma consulta no Timescale DB e retorna os dados.

### 2.2.6. Dashboard

Para entregar os dados para o usuário, foi criado um dashboard onde é apresentado um gráfico com número de acionamentos diários por dispositivo e informações de status (online/offline), estado (aberto/fechado), versão do firmware rodando no sensor e a data de instalação do sensor como mostra a Figura 9.



**Figura 9.** Interface do dashboard.

### 2.3. Testes

Durante o desenvolvimento, vários testes com relação ao enlace de comunicação LoRa foram realizados e com ótimos resultados, possibilitando comunicação entre o dispositivo e o gateway de pouco mais de 800m em ambiente urbano como mostra a Figura 10.





Figura 10. Teste de enlace LoRa em ambiente urbano.

O teste foi realizado da seguinte forma: Iniciando próximo ao gateway, o sensor envia uma mensagem e aguarda a confirmação de recebimento. Recebida a confirmação, afasta-se alguns metros e o sensor envia outra mensagem.

Como pode ser observado na Figura 11, durante o teste, 72 mensagens foram recebidas, 69 foram validadas e nenhuma foi perdida.

O protocolo LoRaWAN checa cada mensagem para garantir que o dado não está corrompido. Por isso, durante cada envio, o sensor aguarda a confirmação do servidor. No caso de o sensor não receber este dado, uma nova mensagem é enviada e o ciclo se repete por outras 2 vezes.

Das 72 mensagens recebidas, 3 são mensagens incompletas/corrompidas.

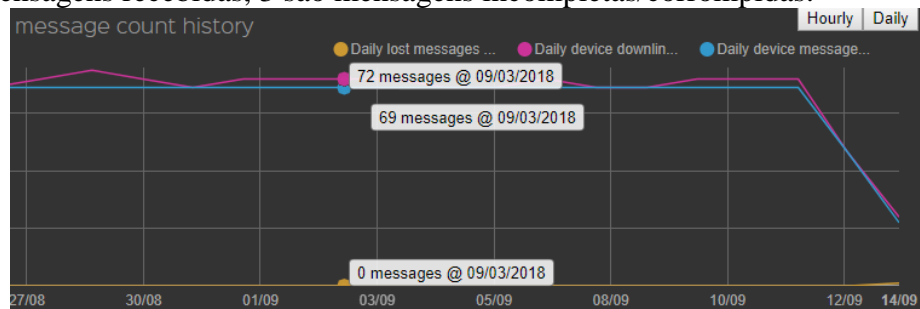


Figura 11. Dados do teste de enlace LoRa

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que o ambiente urbano apresenta um cenário com maior dificuldade para comunicação sem fio devido a ruídos e obstruções causadas por prédios, em um ambiente rural onde estes problemas são reduzidos, é esperado um resultado ainda melhor em questão de distância.

O sensor apresentou um bom funcionamento, conseguindo detectar a abertura e fechamento de portas, sem nenhum acionamento não intencional (falso positivo) e um baixo consumo de energia de aproximadamente  $16\mu\text{W}$  em modo espera, o que indica que o funcionamento com bateria é possível e com uma expectativa de duração de anos sem a necessidade de troca.

### 4. CONCLUSÃO

A tecnologia LoRa e o protocolo LoRaWAN mostram-se excelentes alternativas para comunicação de dados sem fio, tornando possível a criação de uma rede escalável de dispositivos de baixo custo e baixo consumo energético.

Um outro aspecto positivo observado durante o desenvolvimento deste projeto, foi a facilidade de integrar um dispositivo utilizando o Azure IoT Hub e a serialização de dados utilizando o Protobuf, que tornou o fluxo do desenvolvimento bastante simples, eliminando possíveis problema decorrente da necessidade de se estruturar um mecanismo de comunicação não padronizado.





A aplicação desenvolvida mostra apenas os acionamentos diários e algumas informações sobre o estado de funcionamento do dispositivo, mas indica que a arquitetura pensada funciona, e uma aplicação mais complexa pode facilmente ser desenvolvida.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] GLOBO RURAL. Mais de 12 veículos agrícolas são roubados ou furtados por dia no Estado de São Paulo. Disponível em <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/noticia/2017/11/mais-de-12-veiculos-agricolas-sao-roubados-ou-furtados-por-dia-no-estado-de-sao-paulo.html>. Acesso em 15/10/2018.
- [2] FIBRIA. Furto de Madeira. Disponível em <http://www.fibria.com.br/r2016/pt/furto-de-madeira.html>. Acesso em: 15/10/2018.
- [3] ALECRIM, Emerson. A Internet das Coisas — ou Internet of Things (IoT). Disponível em <https://www.infowester.com/iot.php>. Acesso em: 10/10/2018.
- [4] BNDES. IoT – Internet das coisas: estimando impactos na economia. Disponível em <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/internet-coisas-iot>. Acesso em: 10/10/2018.
- [5] LORA. What is LoRa®?. Disponível em <https://www.semtech.com/technology/lora/what-is-lora>. Acesso em: 10/10/2018.
- [6] LORAWAN. What is the LoRaWAN™ Specification?. Disponível em <https://loralliance.org/about-lorawan>. Acesso em: 10/10/2018.
- [7] IOT. Hub IoT do Azure. Disponível em <https://azure.microsoft.com/pt-br/services/iot-hub/>. Acesso em 11/10/2018.
- [8] PROTOCOL. What are protocol buffers? Disponível em <https://developers.google.com/protocol-buffers/>. Acesso em 11/10/2018.
- [9] TIMESCALE. Timescale DB Overview. Disponível em <https://docs.timescale.com/v0.9/introduction>. Acesso em: 11/10/2018.
- [10] RESIOT. Schema-Lora. Disponível em <https://www.resiot.io/en/what-is-lorawan/attachment/schema-lora/> Acesso em 11/10/2018