



SISTEMA IOT PARA MONITORAMENTO DE PORTEIRAS UTILIZANDO LORA E LORAWAN

V.S.D.C. Goulart^{1,*}; R.G.I.Arakaki¹; E.A.G.Gasparoto²

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

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.

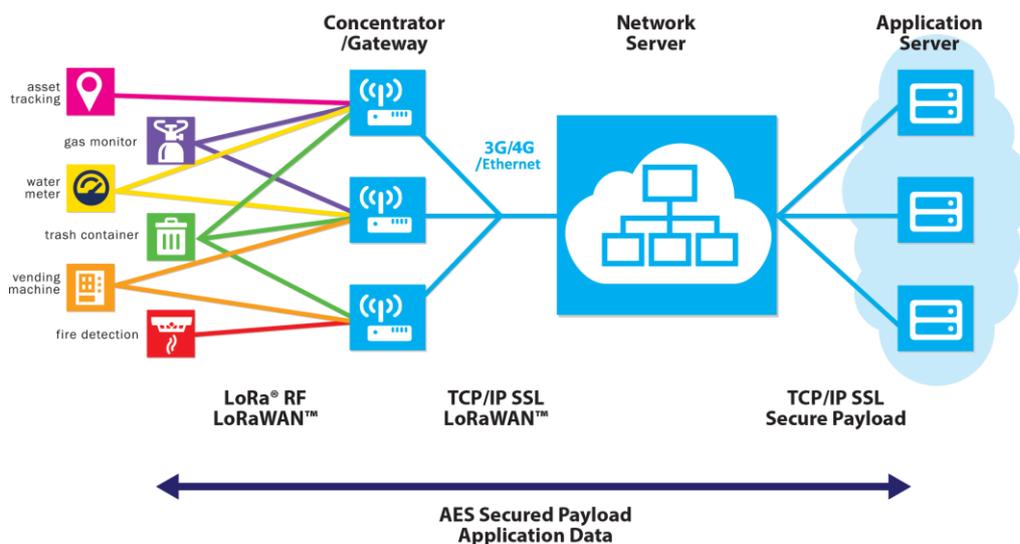


Figura 1. Topologia de comunicação de uma rede LoRaWAN.

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.

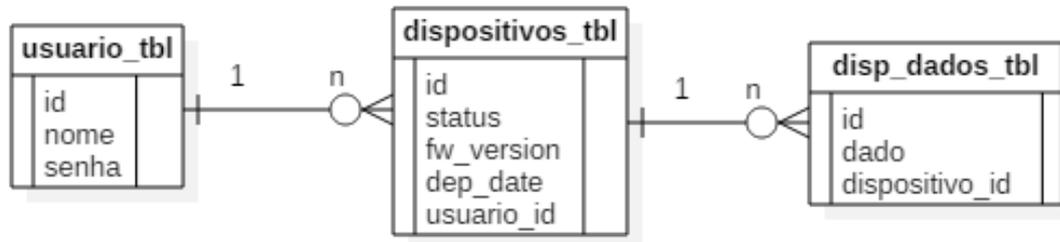


Figura 4. Modelo entidade relacionamento.

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.

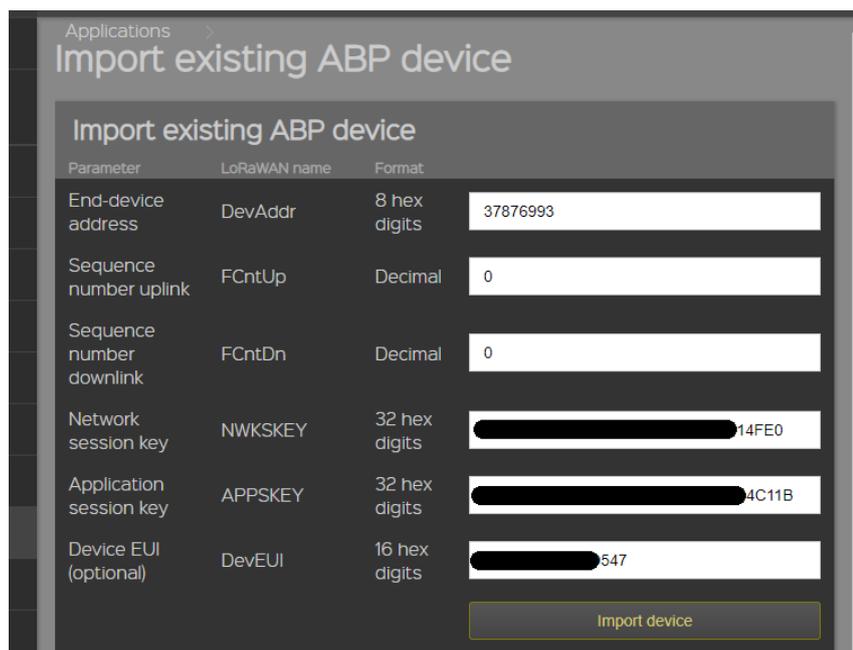
A Tabela 3 exibe os atributos da entidade disp_dados_tbl que possui informações referentes aos dados recebidos pelo dispositivo.

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

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.

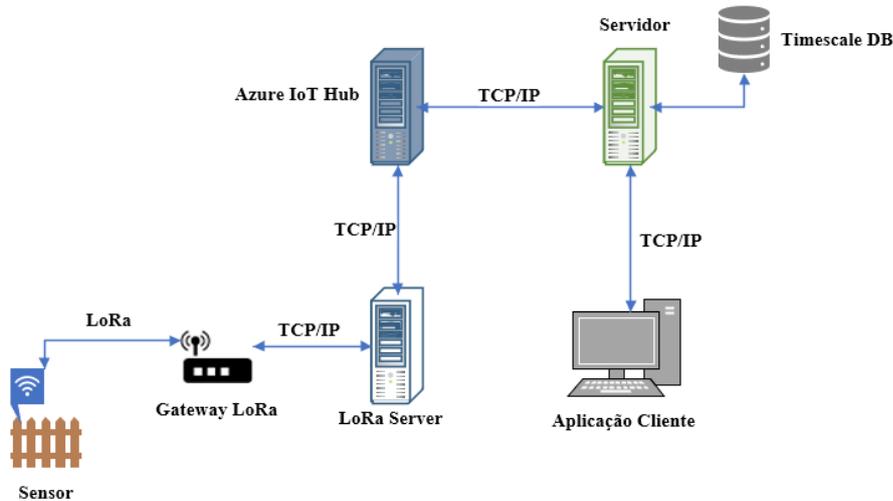


Figura 8. Esquemático representando os componentes do sistema

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.

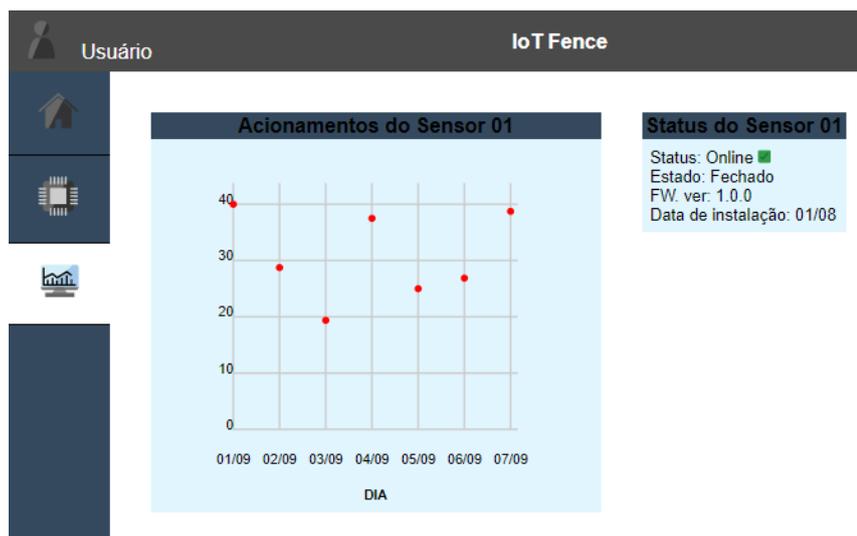


Figura 9. Interface do dashboard.

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.

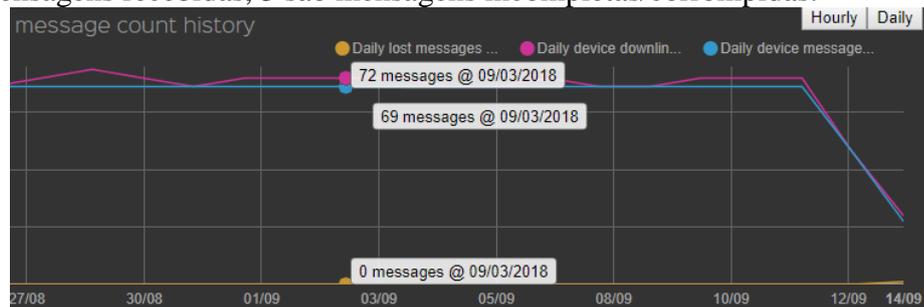


Figura 11. Dados do teste de enlace LoRa

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