

# **Aplicação da tecnologia LoRa em um sistema de gerenciamento e rastreamento de entregas de mercadorias**

Aluno: Gabriel Deggau Schmidt

Orientador: Miguel Alexandre Wisintainer

# Roteiro

- Introdução
- Objetivos
- Fundamentação teórica
- Trabalhos correlatos
- Requisitos
- Especificação
- Implementação
- Análise dos Resultados
- Conclusões e Sugestões

# Introdução

- Crescimento de lojas digitais.
- Falta de segurança em vias públicas, em 2018 foi registrado 22.183 ocorrências de roubos de cargas, em torno de R\$ 1,47 bilhão de prejuízo (NTC&LOGÍSTICA, 2019).
- Expansão da IoT com novas redes de comunicação.

# Objetivos

- Avaliar a eficiência e disponibilidade da rede LoRaWAN na região de Gaspar e Blumenau.
  - Desenvolver uma aplicação web para realizar o gerenciamento e rastreamento das entregas de mercadorias.
  - Desenvolver um dispositivo capaz de coletar a sua geolocalização e envia-la via rede LoRaWAN a aplicação web.

# Fundamentação Teórica

- Logística
- LoRa
- LoRaWAN

# Logística

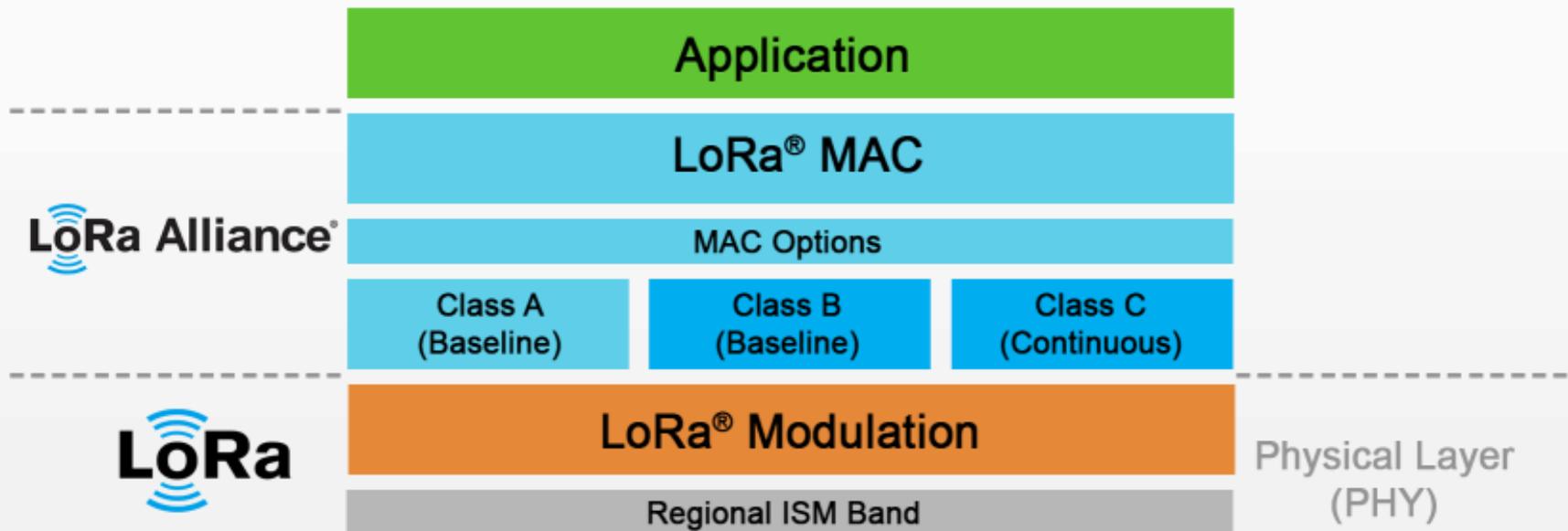
- Logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes (CLM, 2001 apud BALLOU, 2004).

# LoRa

- Pertencente a camada física, responsável por disponibilizar os links de comunicação de longo alcance.
- Opera na banda de frequência de 915 MHz no Brasil (AU915 e LA915).
- Baseada na modulação CSS.

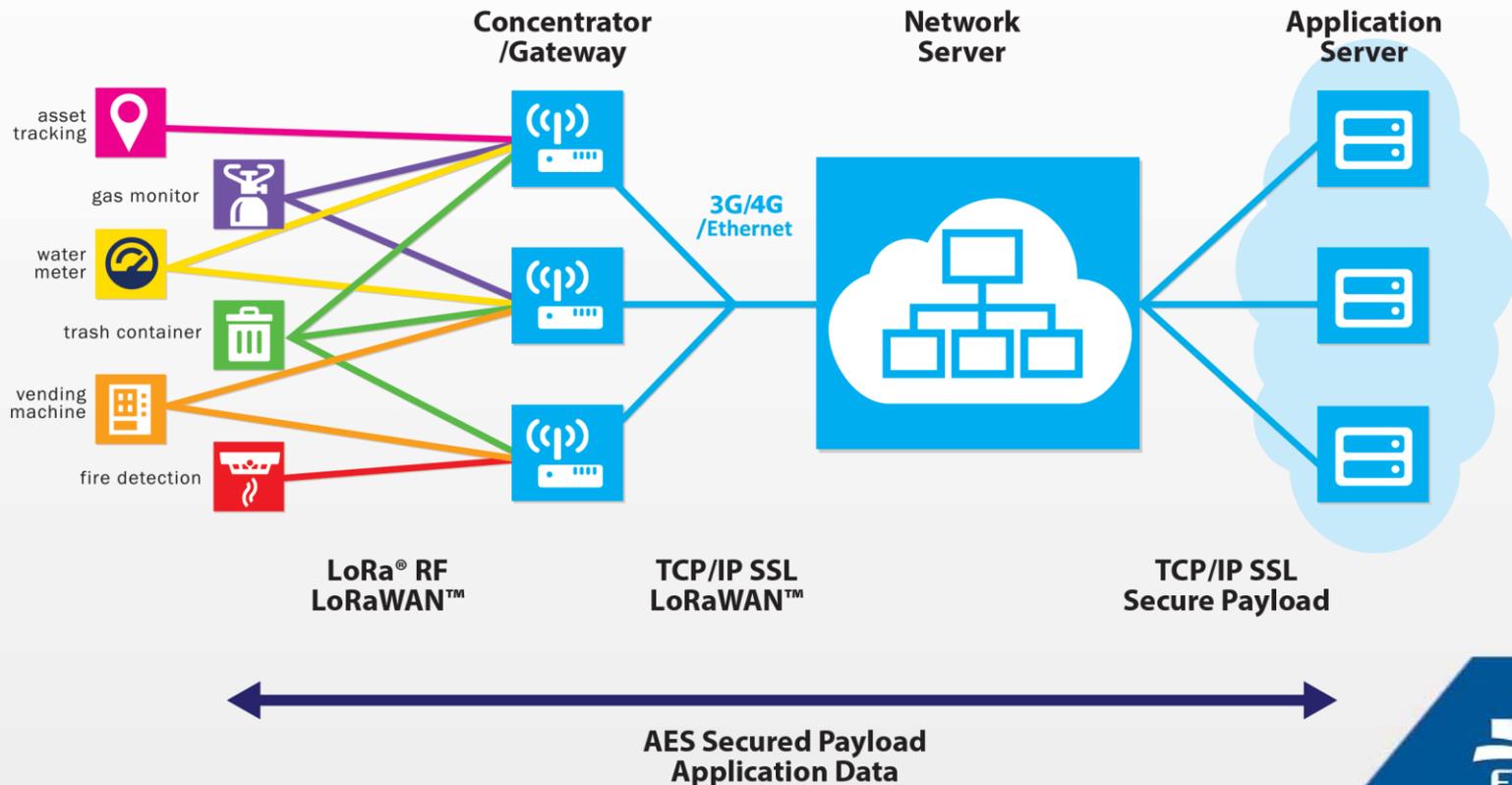
# LoRaWAN

- É quem define o protocolo de comunicação e arquitetura do sistema da rede.



# LoRaWAN

- Normalmente utilizada a topologia de redes estrela.



# LoRaWAN

- Método de ativação Over-The-Air Activation (OTAA)
- Método de ativação Activation By Personalization (ABP)

# Trabalhos Correlatos

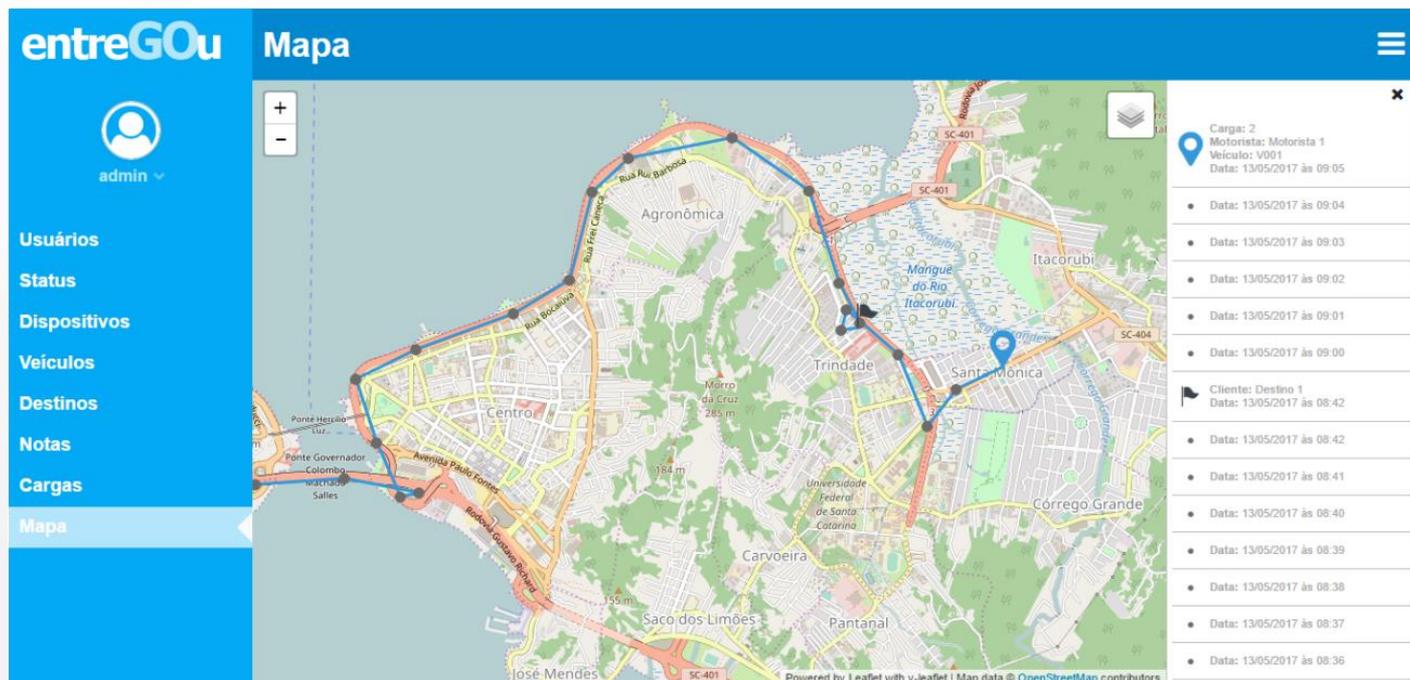
## Análise e Construção de um Geolocalizador via Wi-fi BSSID com transmissão LoRa



Símbolo	Descrição
	Posições obtidas pelo GPS Garmin
	Posições obtidas pelo GPS Módulo
	Posições obtidas via API GOOGLE
	Posições obtidas via API HERE
	Posições obtidas via API FREE

# Trabalhos Correlatos

Sistema móvel para acompanhamento de rotas e entregas de uma empresa de transporte



# Trabalhos Correlatos

Proof of Concept of an IoT-Based Public Vehicle Tracking System, Using LoRa (Long Range) and Intelligent Transportation System (ITS) Services

## Vehicle Location - For Operator



# OF VEHICLE:  DATE:  HOUR:  MAX OF LOCATIONS:

LAST LOCATIONS OF VEHICLE IN SELECTED DATE, BEFORE SELECTED HOUR, MINUTES AND SECONDS

Data #	Veh Desc.	Date	Hour	Latitude	Longitude	Altitude	Speed
1	Veh 2	2019-06-25	15:38:33	2.446426	-76.598538	1758	5.17
2	Veh 2	2019-06-25	15:38:28	2.446494	-76.598538	1758.1	4.63
3	Veh 2	2019-06-25	15:37:37	2.446868	-76.598495	1765.2	2.48
4	Veh 2	2019-06-25	15:37:32	2.446868	-76.598495	1765.2	2.48
5	Veh 2	2019-06-25	15:37:27	2.446843	-76.598556	1764.7	3.48



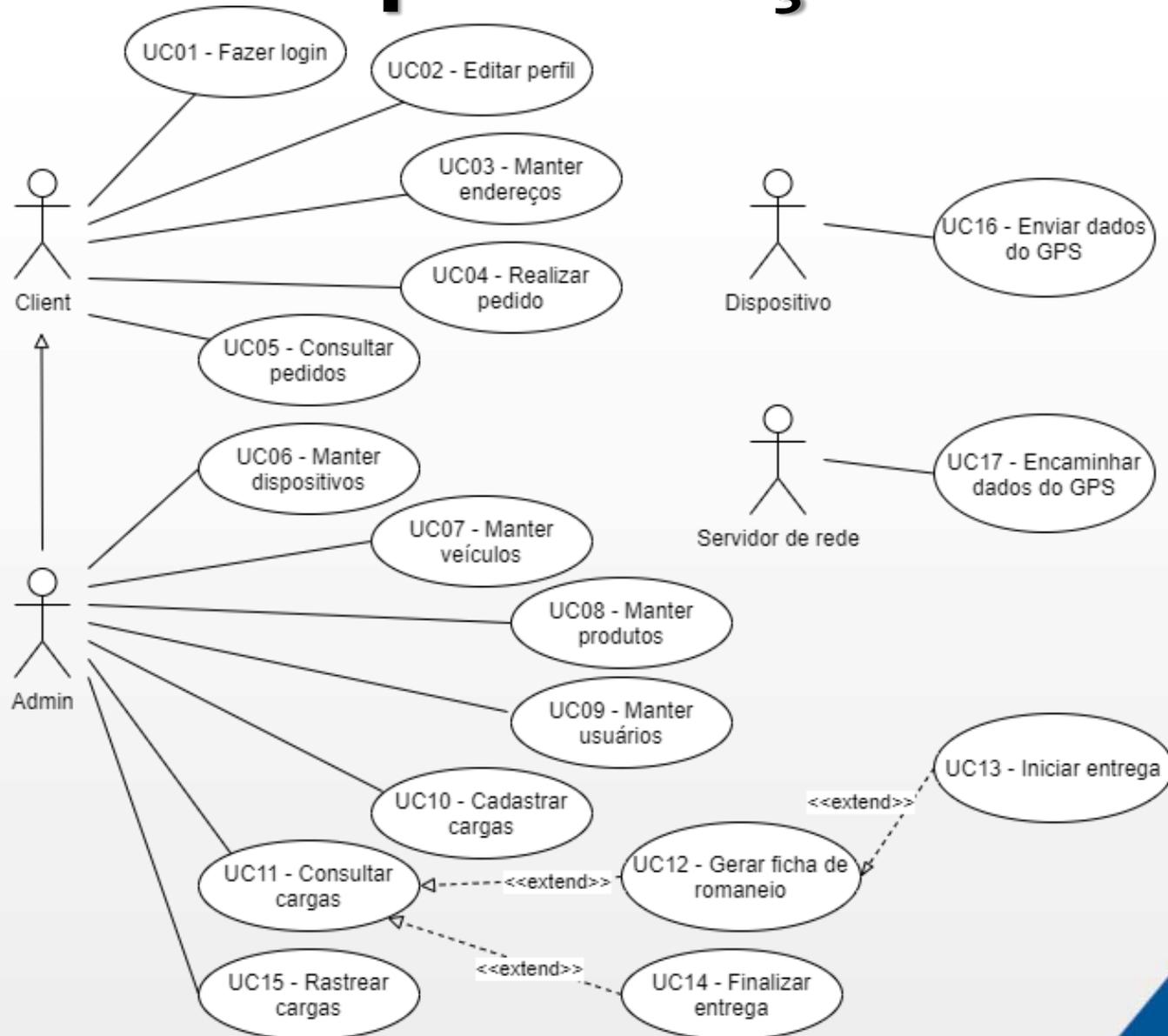
# Requisitos Funcionais

- A aplicação web deverá permitir os usuários cadastrarem seus endereços
- A aplicação web deverá obter a latitude e longitude do endereço cadastrado através de uma requisição a uma API de geocodificação
- A aplicação web deverá permitir os usuários realizarem pedidos
- A aplicação web deverá permitir os usuários administradores a montar cargas a serem entregues
- A aplicação web deverá permitir imprimir ficha de romaneio da respectiva carga
- A aplicação web deverá permitir escanear os códigos de barras contidos na ficha de romaneio ao iniciar a entrega de uma carga
- A aplicação web deverá disponibilizar uma visão de mapa com as localizações da rota percorrida por cada carga, juntamente com as localizações dos pedidos contidos na respectiva carga
- O dispositivo deverá enviar as coordenadas do veículo a cada 10 minutos caso forem válidas

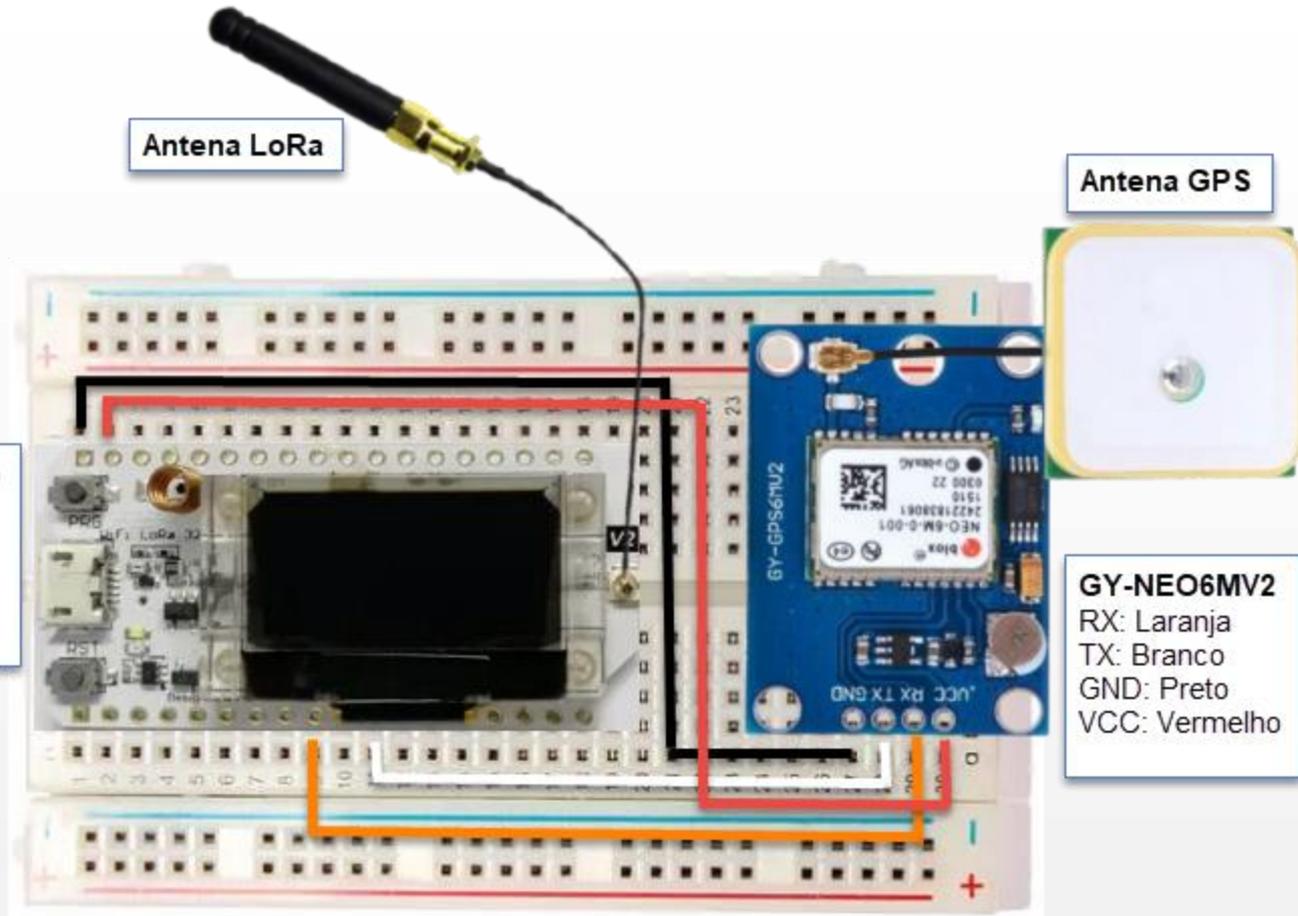
# Requisitos Não Funcionais

- O dispositivo utilizará o módulo de desenvolvimento WiFi LoRa 32 (V2) e o GPS GY-NEO6MV2
- O servidor de rede LoRaWAN que deverá ser utilizado é da empresa KORE Wireless
- O dispositivo deverá utilizar a rede LoRaWAN para envio dos dados a plataforma KORE
- A comunicação entre o servidor de rede LoRaWAN e aplicação web será através de requisições HTTP
- A aplicação web será um Web Service desenvolvido com Node.js e ReactJS
- O software do dispositivo deverá ser desenvolvido na linguagem C++ (Arduino framework)

# Especificação



# Especificação



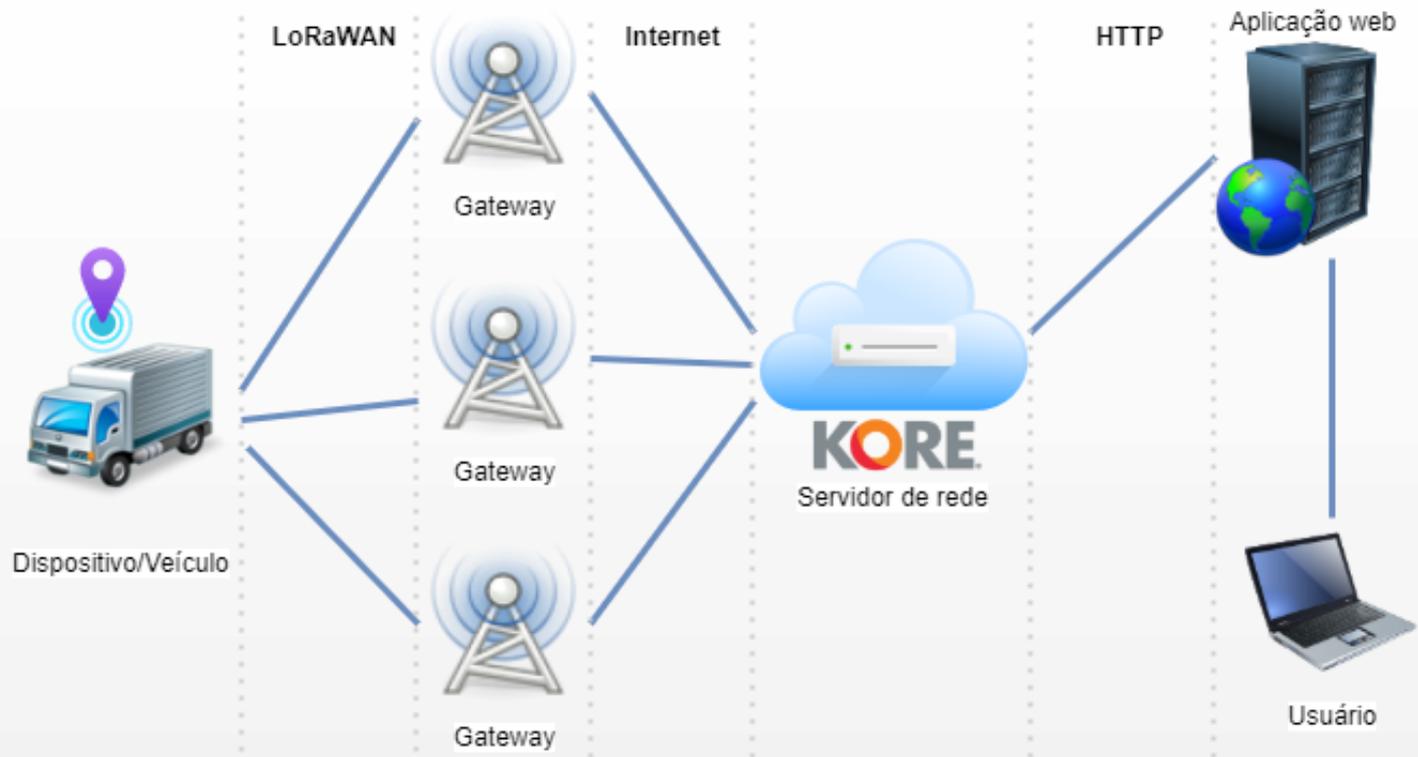
Antena LoRa

Antena GPS

**WiFi LoRa 32 (V2)**  
PIN22: Laranja  
PIN23: Branco  
GND: Preto  
3V3: Vermelho

**GY-NEO6MV2**  
RX: Laranja  
TX: Branco  
GND: Preto  
VCC: Vermelho

# Especificação



# Implementação

- Servidor de rede LoRaWAN (KORE)
- End-device
- Aplicação web

# Servidor de rede LoRaWAN (KORE)

NOME DO DISPOSITIVO *	RÓTULO ÚNICO *
<input type="text"/>	<input type="text"/>
PERFIL <sup>i</sup>	+ Perfil
Selezione <input type="text"/>	
ATIVACÃO DE SEGURANÇA <sup>i</sup>	DEVICE EUI *
<input checked="" type="checkbox"/> OTAA <input type="checkbox"/> ABP	<input type="text"/>
CRIPTOGRAFIA DE SEGURANÇA <sup>i</sup>	APPLICATION EUI * <sup>i</sup>
<input checked="" type="checkbox"/> NS <input type="checkbox"/> APP	<input type="text"/>
CLASSE DE DISPOSITIVO <sup>i</sup>	APPLICATION KEY *
<input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> C	<input type="text"/>
TAMANHO DO CONTADOR <sup>i</sup>	
<input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4	
BANDA * <sup>i</sup>	MODO ADR * <sup>i</sup>
LA915-928A <input type="text"/>	ON <input type="text"/>

Inserir geolocalização device

URL/IP DE DESTINO:

https://cargos/geolocation

AUTHORIZATION HEADER:

||

JOIN\_REQUEST UPLINK DOWNLINK DOWNLINK\_REQUEST ERROR WARNING INFO LOCATION

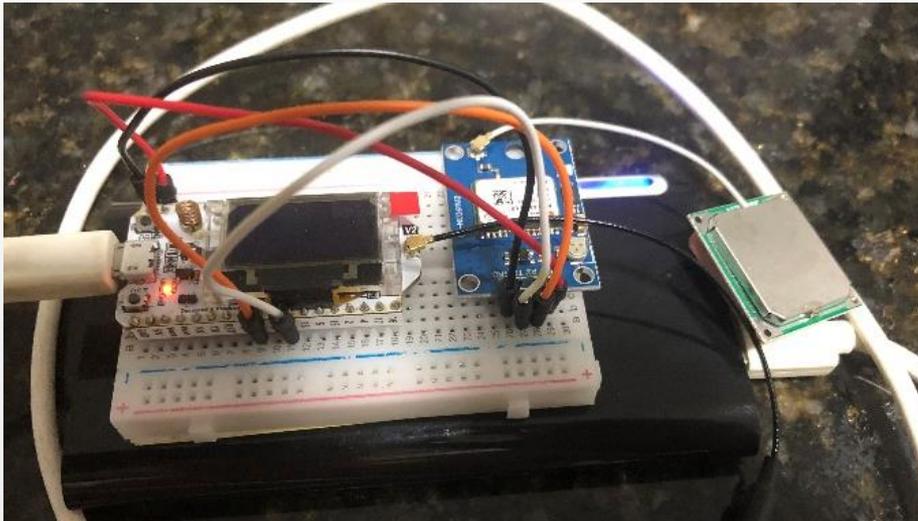
DUPLICATE LORA RADIO

Status da conexão Dados em tempo real

Status da conexão **ONLINE**

# End-device

```
static void setLatitudeLongitude() {
    for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 5000;){
        while (ss.available()){
            if (gps.encode(ss.read())){
                if(gps.location.isValid()){
                    lat = gps.location.lat() * 100000;
                    lon = gps.location.lng() * 100000;
                }else{
                    lat = 0;
                    lon = 0;
                }
            }
        }
    }
}
```



```
static void prepareTxFrame( uint8_t port ){
    appDataSize = 8; //AppDataSize max value is 64
    appData[0] = (lat >> 24) & 0xFF;
    appData[1] = (lat >> 16) & 0xFF;
    appData[2] = (lat >> 8) & 0xFF;
    appData[3] = lat & 0xFF;
    appData[4] = (lon >> 24) & 0xFF;
    appData[5] = (lon >> 16) & 0xFF;
    appData[6] = (lon >> 8) & 0xFF;
    appData[7] = lon & 0xFF;
}

void loop(){
    switch( deviceState ){
        // case DEVICE_STATE_INIT, case DEVICE_STATE_JOIN, default, ...
        case DEVICE_STATE_SEND:{
            setLatitudeLongitude();
            if(lat != 0 && lon != 0) {
                appTxDutyCycle = 300000;
                prepareTxFrame( appPort );
                LoRaWAN.send(loraWanClass);
            }else{
                appTxDutyCycle = 60000;
            }
            deviceState = DEVICE_STATE_CYCLE;
            break;
        }
    }
}
```

# Aplicação web

The screenshot displays a web application for tracking a delivery. The interface is divided into three main sections:

- Sidebar (Left):** Contains navigation options: Cargas, Catálogo, Dispositivos, Endereços, Pedidos, Produtos, Rastreamento, Usuários, and Veículos. A user profile icon and the name 'admin admin' are also visible.
- Map (Center):** Shows a map of Blumenau, SC, with a delivery route. A search bar at the top left contains the text 'Pesquisar endereço'. A callout box for a specific location provides the following information:
  - 1605968611986 - Dualshok 4**
  - 89110-605
  - Rua Anfiloquio Nunes Pires, 2017
  - Figueira, Gaspar - SC
  - Cliente: teste4 teste4
  - Celular: (47) 9 9658-7658
  - E-mail: teste4@gmail.com
  - Status: DELIVERED
  - Última att.: 21/11/2020 17:15:30
- Right Panel:** Contains details for a specific delivery:
  - Exibir rota:** Sim Não
  - Cargas:** C000017
  - Status: FINISHED
  - Motorista: Pedro Souza
  - Telephone: (47) 9 9939-9449
  - EBA-7896 - Ducato preta
  - Saída: 21/11/2020 14:14:43
  - Retorno: 21/11/2020 17:15:30
  - 1605056920092**
  - 89010-205
  - Rua Ingo Hering, 20
  - Centro, Blumenau - SC
  - Térreo
  - 1605967155427**
  - 89012-500
  - Rua Antônio da Veiga, 740
  - Victor Konder, Blumenau - SC
  - Posto
  - 160596776288**
  - 89020-300
  - Rua Araranguá, 255
  - Garcia, Blumenau - SC
  - 1605968276548**
  - 89110-900
  - Rua Coronel Aristiliano Ramos
  - 435, 435
  - Centro, Gaspar - SC
  - 1605968611986**
  - 89110-605
  - Rua Anfiloquio Nunes Pires,
  - 2017
  - Figueira, Gaspar - SC
  - 1605968611986**
- Filtros:** A dropdown menu set to 'FINISHED' and a search button labeled 'Pesquisar'.

# Análise dos Resultados

- Testes com o dispositivo em movimento no carro e estático
- Testes com o usuário

Teste	Início	Fim	Total mensagens enviadas	Entregues com sucesso	Não entregues
TM1	09:09	10:44	21	15 (71%)	6 (29%)
TM2	14:21	22:49	85	70 (82%)	15 (18%)
TM3	10:22	12:21	24	18 (75%)	6 (25%)
TM4	14:32	17:14	29	22 (76%)	7 (24%)
TE1	14:54	16:17	18	13 (72%)	5 (28%)
TE2	11:05	13:12	17	14 (82%)	3 (18%)
Total	N/A	N/A	194	152 (78%)	43 (22%)

# Conclusões e Sugestões

- Foi possível verificar a eficiência da rede LoRaWAN na região da Gaspar e Blumenau
- Atualmente é inviável rastreamento em tempo real
- Maior disponibilidade em Blumenau;
- Permiti o gerenciamento das entregas de mercadorias

# Conclusões e Sugestões

- Enviar até 8 geolocalizações por payload
- Utilizar a plataforma The Things Network;
- Aproveitar outros módulos do dispositivo para envio do payload;
- Criação de rotas inteligentes;
- Alterar o status do pedido automaticamente ao realizar a entrega;

# Demonstração