

## **LoRaWAN: Implementação do protocolo em um veículo de superfície não-tripulado para monitoramento ambiental aquático**

**Felipe Avila Silva<sup>1</sup>; José Eduardo das Neves da Fonseca<sup>2</sup>; Leonardo Contreira Pereira<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – fasilva@inf.ufpel.edu.br*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – fonseca.jose@inf.ufpel.edu.br*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – leonardo.contreira@ufpel.edu.br*

### **1. INTRODUÇÃO**

Com a evolução da globalização da informação, e o avanço do desenvolvimento tecnológico, tornou-se realidade a possibilidade de coleta e transmissão de dados em tempo real de parâmetros necessários à operação de portos, dentre eles os que definem a qualidade da água. Para esta finalidade, o uso de veículos de superfície não tripulados (*Unmanned Surface Vehicle - USV*) promove uma grande abrangência espacial na amostragem, com rapidez, baixa poluição, e maior segurança aos operadores. Porém, estes veículos devem possuir capacidade de transmissão dos dados obtidos, com baixo consumo de energia.

O grupo de rede LPWAN (*Low Power Wide Area Network*) define a transmissão de pequenos pacote de dados por relativamente longas distâncias, à vista disso, é protocolada a rede LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*), que é inversamente proporcional ao protocolo Wi-Fi (IEEE 802.11) na questão de alcance. Consequentemente, a transmissão dos pacotes de dados pode atingir distâncias de até 15 km em campo aberto com segurança.

Com isso, os dispositivos do tipo IoT (*Internet of Things*), devem acoplar sensores para o monitoramento em tempo real destes ambientes, ocasionalmente em lugares remotos longe das cidades. Assim, torna-se viável implementar a rede LoRaWAN, que abrigue um ou mais dispositivos IoT, preferencialmente com alimentação de baterias e fonte de energia renovável.

Desta forma, a fim de reduzir os custos de manejo de uma embarcação tripulada, e consequentemente, poder navegar em lugares de difícil acesso, foi proposto e prototipado um sistema de transmissão de dados em tempo real para o USV, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa HidroSens da UFPel (FONSECA et. al., 2022). As informações podem ser armazenadas em um cartão SD ou transmitidas para a plataforma Web TagolO, que disponibiliza gráficos para melhor monitoramento dos dados em tempo real.

### **2. METODOLOGIA**

Para a comunicação entre o veículo de superfície não tripulado e a estação de controle, o fluxo de dados é realizado através do protocolo de rede LoRaWAN em frequências de 915 Mhz, muito utilizado na Austrália e regulamentado para o uso no Brasil (ANATEL, 2017). Dessa maneira, a implementação deve ser desenvolvida em etapas, denominado por dispositivos finais, *gateway*, servidor de rede e por fim, a aplicação.

Para o dispositivo final, foi definido o microcontrolador ESP32 LoRa equipado com módulo GPS, RTC Clock, SD Card, sensor de temperatura e

umidade. O microcontrolador é responsável por realizar leituras dos sensores de interesse, obter o horário de leitura e armazenar no cartão micro SD. Logo em seguida, vincula os dados de interesse com a localização de medição do módulo GPS. A transmissão é enviada periodicamente, com intervalos de 1 minuto, mas só são validadas as informações no mapa, quando a leitura de posição de GPS for encontrada. A fim de economizar o banco de baterias, foi utilizado o recurso deep sleep, que adormece o microcontrolador em seu tempo ocioso.

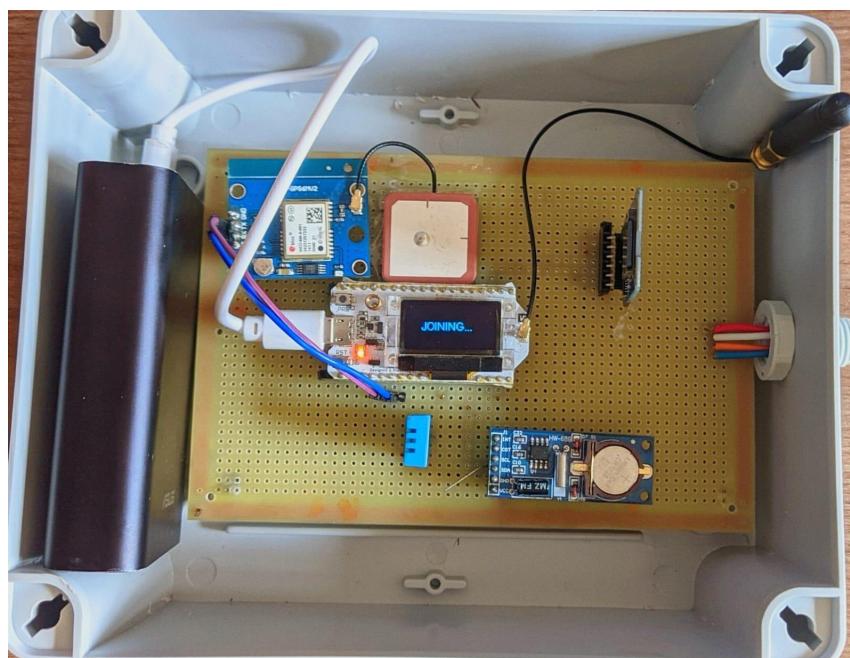


Figura 1: Dispositivo final prototipado.

O gateway utilizado foi o Sentrius™ RG191 que supre as necessidades para o projeto em questão, por fornecer uma grande cobertura de sinal. E tem a principal característica de interpretar 2 protocolos diferentes, ou seja, recebe sinal LoRa do dispositivo final, e envia em formato IPv4 ao Servidor de Rede *The Things Network*.

Na *The Things Network*, são tratadas variáveis em ponto flutuante com JavaScript em nuvem, realizado gerenciamento dos dispositivos finais e de gateways. A Aplicação final escolhida foi a TagoIO, na qual solicita requisições API (Application Programming Interface) ao Servidor de Rede para obter as variáveis de interesse para inserir em gráficos disponíveis na plataforma.

O microcontrolador foi inserido em uma caixa estanque com isolamento IP65, com a antena exposta ao ambiente. Para o gateway receber o sinal, o mesmo foi fixado em uma janela do 3º andar do prédio do Campus Porto da UFPel, o qual possui poucas interferências de edificações ao seu redor e se situa ao lado do canal São Gonçalo (Figura 2).



Figura 2: Posicionamento do dispositivo final e do *gateway*.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com auxílio de uma lancha tripulada, foi realizada uma trajetória de 6,8 Km a partir do campus, em direção à barragem-eclusa localizada no canal São Gonçalo, em Pelotas, (Figura 3). Para testar a eficiência e alcance da transmissão, foram mapeados 26 pontos da posição de GPS, assim como a intensidade do sinal em RSSI (Received Signal Strength Indication) de cada ponto.

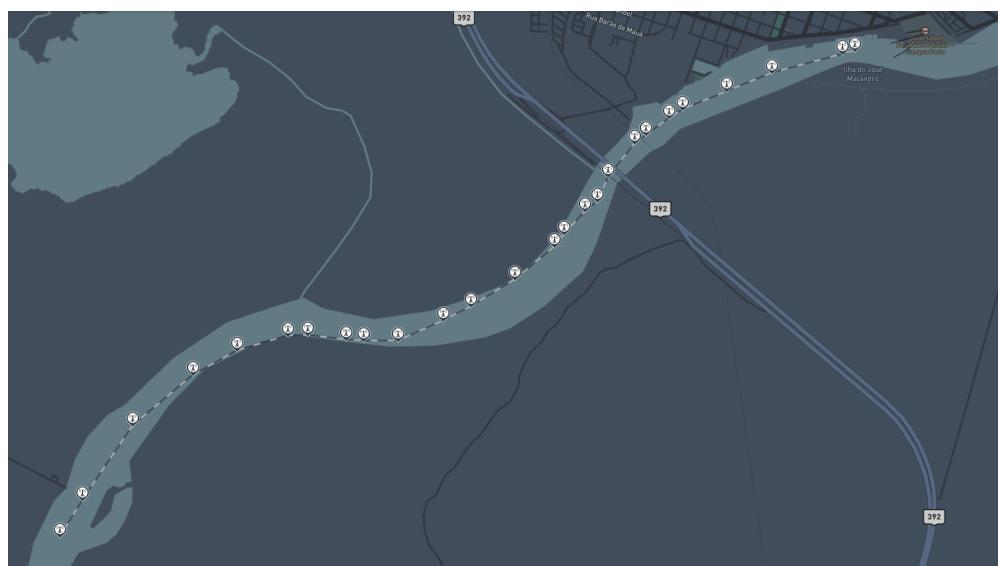


Figura 3: Trajetória realizada no canal São Gonçalo - Pelotas/RS.

Analizando o gráfico abaixo, das 12:28 às 12:45, temos o registro de 8 pontos, que respectivamente antecedem a ponte Léo Guedes, no cruzamento do canal com a BR 392 (Ver Figura 3). O recebimento do sinal foi de média intensidade até esse ponto, mas ainda sem perdas. Das 12:48 às 13:00, o sinal

se manteve instável pela influência direta da ponte em direção ao gateway. E que após as 13:02, o sinal se manteve ruim devido à existência de obstáculos diretos, como a ponte e vegetação.

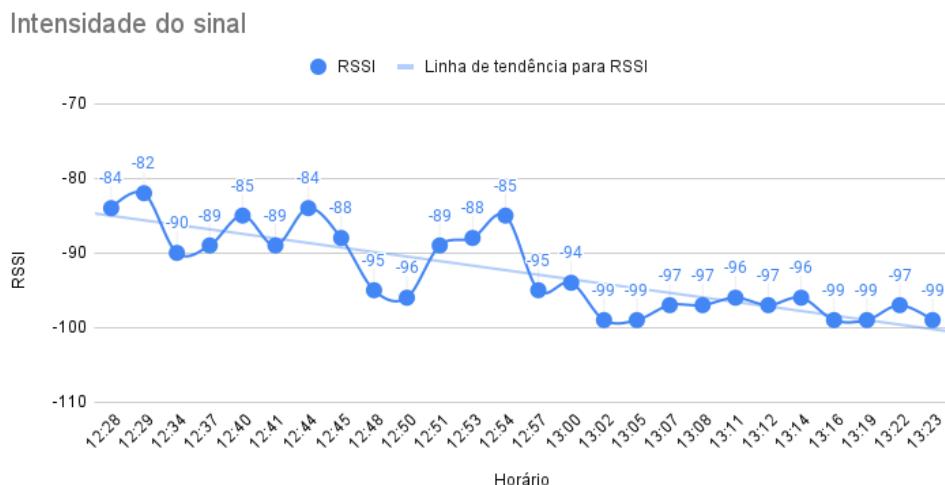


Figura 4: Gráfico da intensidade do sinal LoRaWAN.

#### 4. CONCLUSÕES

O resultado dos testes foi satisfatório, considerando que foram realizados em um ambiente não ideal. Apesar disso, mostrou-se que o sinal se propaga por longas distâncias, e que viabiliza a implementação do protocolo LoRaWAN em um USV, pois a cobertura de sinal cobre parte do porto e hidrovia ao redor do Campus Anglo, da Universidade Federal de Pelotas.

Melhorias ainda podem ser efetuadas, com o uso de antenas mais potentes para melhorar a cobertura do sinal. Além disso, pode-se transferir o gateway para lugares mais altos e seguros contra tempos adversos, para evitar a obstrução do sinal por objetos sólidos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOLETI, P.B. **Projetos com ESP32 e LoRa**. São Paulo: Clube de Autores, 2019.

HELTEC. **ESP32\_LoRaWAN**. GitHub, 24 ago. 2018. Acessado em 09 ago. 2021. Online. Disponível em: [https://github.com/HeiTecAutomation/ESP32\\_LoRaWAN](https://github.com/HeiTecAutomation/ESP32_LoRaWAN)

THE THINGS NETWORK. **Servidor de Rede**. 2015. Acessado em 09 ago. 2021. Online. Disponível em: <https://www.thethingsnetwork.org>

TagoIO. **Servidor de Aplicação**. Acessado em 09 ago. 2021. Online. Disponível em: <https://tago.io>

Fonseca, J.E.N.F. **Desenvolvimento de veículo de superfície não-tripulado (USV) para monitoramento ambiental aquático**. CIC/SIEEPE UFPel, 2022.