

# Aplicação da tecnologia LoRaWAN como solução para transmissão de dados de sensor de nível e temperatura

Vitória J. Baratella, Caio T. B. Costa, Benedito C. da Silva, e Danilo H. Spadoti  
vitoriajacomelli@gmail.com, caio.tacito@unifei.edu.br, silvabenedito@unifei.edu.br, spadoti@unifei.edu.br

**Resumo**— Este trabalho apresenta o desenvolvimento de dispositivo de transmissão de dados, de baixo custo, utilizando um sensor Levelogger modelo 3001 Solinst. Foram coletados valores de nível e temperatura do sensor instalado no lago da UNIFEI, campus Itajubá. Para a leitura do levelogger, foi utilizada a plataforma Node-RED com a Raspberry Pi, enviando os dados para a placa de desenvolvimento ESP32. Os equipamentos foram conectados na rede LoRaWAN e integrados utilizando as ferramentas The Things Network e Node-RED. O estudo demonstra a viabilidade desta aplicação IoT utilizando tecnologia de rede LoRaWAN, com custo inferior a soluções disponíveis no mercado e com a taxa de perdas de pacote inferior a 0,64%.

**Palavras-Chave**— Internet of Things, LoraWAN, sensoria-mento

**Abstract**— This work presents the development of a low cost data transmission device, using a Levelogger model 3001 Solinst sensor. Level and temperature values were collected from the sensor installed in the UNIFEI lake, Itajubá campus. To read the levelogger, the Node-RED platform was used with the Raspberry Pi, sending the data to the ESP32 development board. The equipment was connected to the LoRaWAN network and integrated using The Things Network and Node-RED tools. The study demonstrates the feasibility of this IoT application using LoRaWAN network technology, with a lower cost than solutions available on the market and with a packet loss rate of less than 0.64%.

**Keywords**— LoraWAN, Internet of Things, sensing device

## I. INTRODUÇÃO

A transmissão de dados sem fio se faz presente no cotidiano de nossas vidas. Atualmente, diversos pesquisadores estão utilizando cada vez mais soluções em comunicação sem fio [1], como é o caso do Instituto de Recursos Naturais (IRN) da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Nesse contexto, para suprir as necessidades das pesquisas do IRN, o objetivo deste trabalho foi projetar e desenvolver um dispositivo IoT (*Internet of Things*), de baixo custo, que possibilita transmitir, em tempo real, a leitura dos dados coletados em ambientes remotos, via o protocolo de rede de comunicação LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*) e com mínima taxa de perdas de pacote. Para os testes e aferições, foi desenvolvido um protótipo e instalado no lago localizado na UNIFEI, campus Itajubá, visando, futuramente, sua aplicação em ambientes remotos.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a coleta de dados foram utilizados os componentes listados abaixo, com seus respectivos preços médios, e conectados conforme o diagrama da Fig. 1.

- Solinst Levelogger 5 modelo 3001 (R\$9.501,20);
- Heltec ESP32 LoRaWAN V2 (R\$175,00);
- Raspberry Pi 3B+ (R\$1.249,00);
- 2 Baterias de chumbo-ácido 12V 7Ah (R\$78,99);
- Conversor CC-CC LM2596 (R\$13,90);
- Painel solar 20W 14V (R\$199,99);
- Barologger Solinst modelo 3001 (R\$5.064,20);

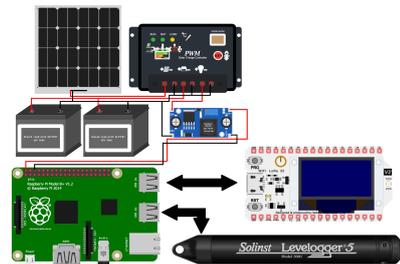


Fig. 1: Esquema elétrico do sistema desenvolvido

### A. Escolha dos materiais e métodos

A escolha da tecnologia LoRa nesta aplicação se justifica devido às suas vantagens: rádios LoRa possuem um alcance muito grande com baixo consumo de energia elétrica, grande imunidade à interferências e baixo custo, se comparado a outros rádios do mercado de mesma ordem de grandeza de alcance [2], pontos cruciais, pois o objetivo é a instalação em locais remotos. O sensor possui protocolo de comunicação serial proprietário da fabricante, que é implementado fisicamente em uma conexão USB, sendo necessário o uso da Raspberry Pi 3, dispositivo que opera em modo USB Host para comunicação com o sensor e possui acesso fácil a esse recurso. No futuro, o objetivo é utilizar um microcontrolador com USB Host para otimização. Por fim, a Heltec ESP32 integra um microcontrolador e um rádio em um mesmo módulo, sendo escolhido devido a sua facilidade de uso e montagem.

### B. Configuração do Node-RED e Raspberry Pi 3

O levelogger é capaz de coletar os dados de temperatura e pressão em intervalos regulares, armazená-los em sua memória interna, e/ou fornecer uma leitura instantânea após receber um dado comando em sua porta serial. Assim, foi escolhido o

método de leitura instantânea, no qual a Raspberry envia a sequência de caracteres 00 61 FF 3F 3E 50 e o sensor retorna imediatamente os valores atuais em formato ASCII. A sequência de caracteres foi obtida observando-se a comunicação serial entre o levellogger e seu software de configuração, por meio de um monitor serial [3]. Os nós do Node-RED foram dispostos como mostra a Fig. 2, com o objetivo de enviar a sequência de caracteres para o sensor; aguardar e capturar a resposta, e, em seguida, enviá-la por uma segunda porta serial conectada ao ESP32 Heltec, responsável por enviar os dados na rede LoRaWAN. A programação embarcada no ESP32 Heltec foi desenvolvida em C++ com a biblioteca LoRaWAN MAC IN C<sup>1</sup>. O código escrito para a pesquisa pode ser encontrado no github <sup>2</sup>.

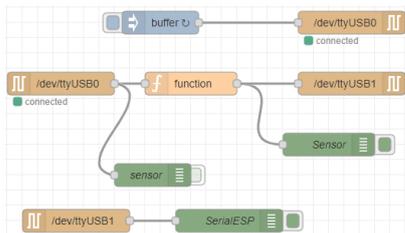


Fig. 2: Conexões Node-RED Raspberry Pi 3

### C. Instalação do dispositivo

Para coletar o nível e temperatura da água do lago, foi utilizado o Levellogger 5 modelo 3001 da Solinst, dispositivo de alta precisão, que possui em seu interior um registrador de dados (do inglês, datalogger). O protótipo foi instalado às margens do lago, e o levellogger foi inserido dentro da água até o tocar o fundo. Conectaram-se à Raspberry Pi o sensor e a placa ESP32 Heltec LoRaWAN via entrada USB. A alimentação do circuito foi feita pelas duas baterias conectadas em paralelo e um conversor CC-CC foi instalado para regular a tensão de entrada na Raspberry em 5V. Adicionalmente, um painel solar de 20W e 14V foi acoplado a um controlador de carga solar do tipo MPPI para recarregar as baterias. Para realizar a compensação das leituras registradas pelo levellogger, foi utilizado o Barologger modelo 3001 da Solinst, instalado no Laboratório de Aplicação de Internet das Coisas - LaIoT da UNIFEI. O Levellogger mede a soma da pressão exercida pelo líquido e da pressão atmosférica. Assim, para obter o valor correto da altura de água, a pressão barométrica extraída do Barologger deve ser convertida para metros coluna de água e subtraída do valor medido pelo sensor de nível.

### D. Comunicação e Integração

O protótipo final foi conectado ao gateway LoRaWAN instalado na UNIFEI, integrado a rede The Things Network (TTN) [4]. A faixa de frequência utilizada foi de 915MHz (AU\_915\_928\_FSB\_1), autenticação OTAA e os envios foram feitos a cada um minuto. Assim, os dados enviados para a nuvem TTN via LoRaWAN, foram transferidos via protocolo MQTT para um servidor linux. Por fim, este servidor utilizou a ferramenta Node-RED para formatar e transferir os dados adequadamente para o HD do servidor do LaIoT-UNIFEI.

<sup>1</sup><https://github.com/mcci-catena/arduino-lmic>

<sup>2</sup><https://github.com/caiotbc/SensorNivel/>

## III. RESULTADOS

Com os dados obtidos, gerou-se as curvas de nível e temperatura da água, apresentadas nas Figs 3 e 4, respectivamente. O período de coleta foi de 28/05/2022 às 21h25 a 30/05/2022 às 12h52. A taxa de perdas de pacote foi inferior a 0,64%.



Fig. 3: Dados de nível compensados

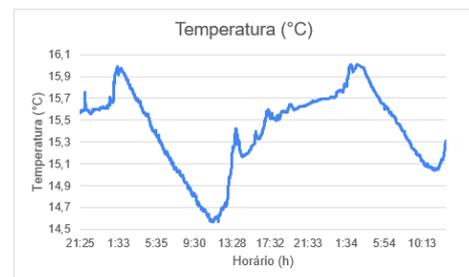


Fig. 4: Dados de temperatura coletados

O valor do protótipo totalizou em média R\$1.795,87, o que representa um valor muito inferior às soluções de transmissão de dados em tempo real propostos pela Solinst [5], [6], que variam em faixas de R\$5.000,00 a R\$11.000,00.

## IV. CONCLUSÕES

Utilizar a tecnologia de rede LoRaWAN como solução para transmissão de dados mostrou-se bastante eficiente, com a taxa de perdas de pacote inferior a 0,64%, e com custos de construção da ordem de R\$1.800 reais. Para trabalhos futuros, pretende-se aplicar o dispositivo em locais remotos com cobertura LoRaWAN e projetar um circuito utilizando um microcontrolador com USB Host, ao invés da Raspberry Pi 3, colocando-o em sleep mode nos períodos em que os dados não estão sendo coletados, a fim de diminuir o consumo de energia, tornando a solução mais compacta e eficiente.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, CAPES, ao CNPq e a toda equipe do LabTel-LaIoT UNIFEI pelo apoio dado à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- [1] S. V. G. Ionel, R.; Mischie, "Gprs based data acquisition and analysis system with mobile phone control," *Measurement*, vol. 45, pp. 1462–147, 2012.
- [2] P. Bertoleti, "Projetos com esp32 e lora," *Instituto NCB*, vol. 1, pp. 24–31, 2019.
- [3] (2022) Monitor serial genérico. [Online]. Available: <https://www.com-port-monitoring.com/pt/>
- [4] (2022) The things network. [Online]. Available: <https://www.thethingsnetwork.org/>
- [5] (2022) Levellogger interface. [Online]. Available: <https://bityli.com/YQqDnS>
- [6] (2022) Levelsender. [Online]. Available: <https://bityli.com/fQPKpD>