

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA LORAWAN COMO SOLUÇÃO PARA TRANSMISSÃO DE DADOS DE SENSOR DE NÍVEL E TEMPERATURA

Vitória Jacomelli Baratella¹ (IC), Danilo Henrique Spadoti¹ (PQ)

¹Universidade Federal de Itajubá

Palavras-chave: Internet of Things. LoraWAN. Sensoriamento.

Introdução

A transmissão de dados sem fio se faz presente no cotidiano de nossas vidas. Atualmente, muitos pesquisadores estão utilizando soluções em comunicação sem fio (IONEL; VASIU; MISCHIE, 2012), 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, e posteriormente, em piscina de residência a 500m do gateway. Por fim, para possível aplicação do projeto em ambientes remotos, o protótipo foi testado e conseguiu-se realizar a transmissão de dados a uma distância máxima de 4.1km do gateway.

Metodologia

a. 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. Salienta-se que, tendo em vista a demanda do IRN, o Levelogger e o Barologger foram requisitos prévios do projeto, não sendo possível substituí-los por outro tipo de sensor.

- Solinst Levelogger 5 modelo 3001 (R\$9.501,20);
- Heltec ESP32 LoRaWAN V2 (R\$175,00);
- Raspberry Pi Zero (R\$51,62);
- Baterias de chumbo-ácido 12V 7Ah (R\$78,99);
- Conversor CC-CC LM2596 (R\$13,90);
- Painel solar 10W 17.4V (R\$129,90);
- Barologger Solinst modelo 3001 (R\$5.064,20).

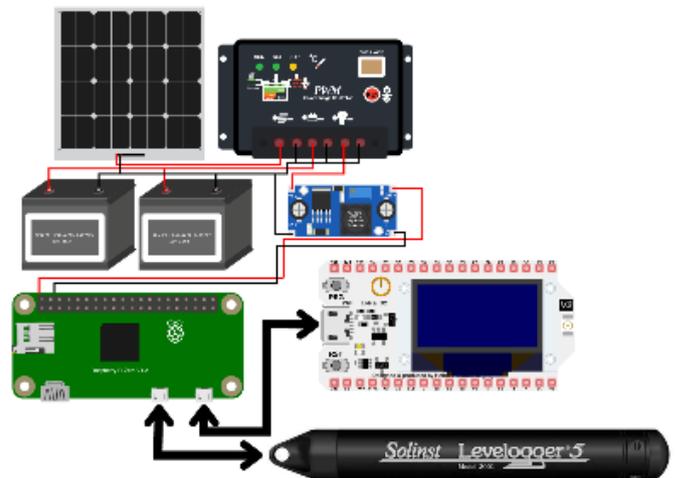


Figura 1 – Esquema elétrico do sistema desenvolvido

b. Escolha dos materiais e métodos

LPWAN (Low Power Wide Area Network) é uma classe de padrões de comunicação IoT sem fio e soluções com necessidade de alcançar grandes áreas de cobertura, baixas taxas de transmissão de dados, tamanhos de pacote de dados pequeno e operação de longa duração da bateria (FARRELL, 2018). Um dos protocolos de comunicação LPWAN é o LoRaWAN, que foi escolhido para ser utilizado já que rádios LoRa possuem as vantagens dessa classe de padrões de comunicação, além de possuir alta resistência a interferências e baixo custo, se comparado a outros rádios do mercado que alcançam distâncias de mesma grandeza (BERTOLETI, 2019), 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 Zero, dispositivo que opera em modo USB Host, para comunicação com o sensor e possui acesso fácil a esse recurso. 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.

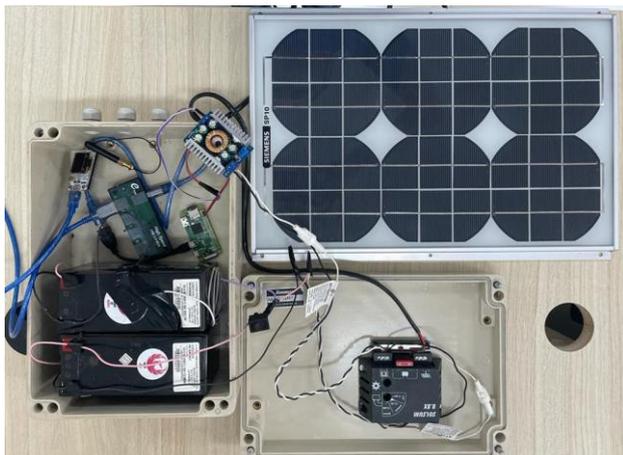


Figura 2. Protótipo montado

c. Configuração do Node-RED e Raspberry Pi Zero

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 levelogger e seu software de configuração, por meio de um monitor serial [4]. 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. O código escrito para a pesquisa pode ser encontrado no github.

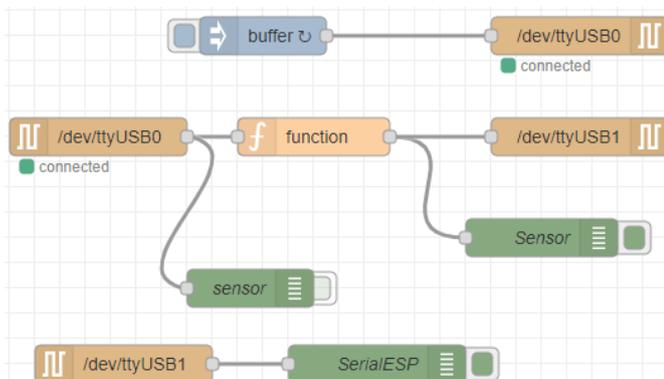


Figura 3. Conexões Node-RED Raspberry Pi Zero

d. Instalação do dispositivo

Para coletar o nível e temperatura da água tanto do lago como da piscina de residência, foi utilizado o Levelogger 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 da piscina, e o levelogger 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 10W e 17.4V foi acoplado a um controlador de carga solar do tipo MPPI para recarregar as baterias. Para realizar a compensação das leituras registradas pelo levelogger, foi utilizado o Barologger modelo 3001 da Solinst, instalado no Laboratório de Aplicação de Internet das Coisas - LaIoT da UNIFEI. O Levelogger mede a soma da pressão exercida pelo líquido e da pressão atmosférica. Assim, para obter o valor correto do nível da água, a pressão barométrica extraída do Barologger deve ser convertida para metros coluna de água e subtraída do valor medido pelo sensor de nível.

e. Comunicação e Integração

O protótipo final foi conectado ao gateway LoRaWAN instalado na UNIFEI, integrado a rede The Things Network (TTN) [5]. 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.

Resultados e discussão

Com os dados obtidos da primeira medição no lago da UNIFEI, gerou-se as curvas de temperatura e nível da água, apresentadas nas Figs 4 e 5, respectivamente, e com os dados obtidos da segunda medição em piscina de residência, gerou-se as curvas de temperatura e nível da água, apresentadas nas Figs 6 e 7, respectivamente. O período de coleta da primeira medição foi de 28/05/2022 às 21h25 a 30/05/2022 às 12h52, com taxa de perda de pacote inferior a 0,64% e a segunda foi coletada de 15/09/2022 às 19h57 a 19/09/2022 às 9h59, com taxa de perda de pacote inferior a 2,37%.

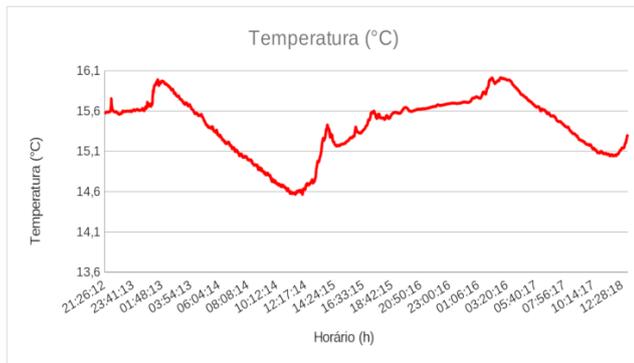


Figura 4. Temperatura do lago

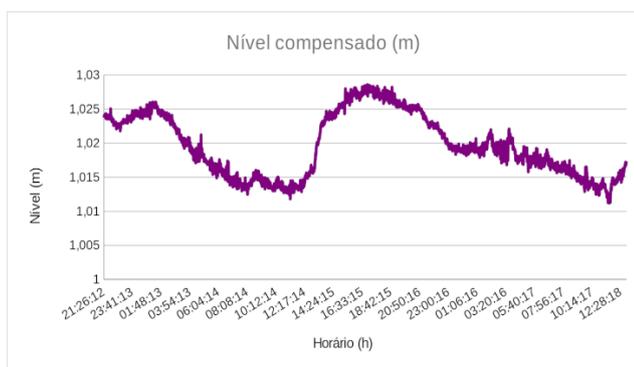


Figura 5. Nível compensado do lago

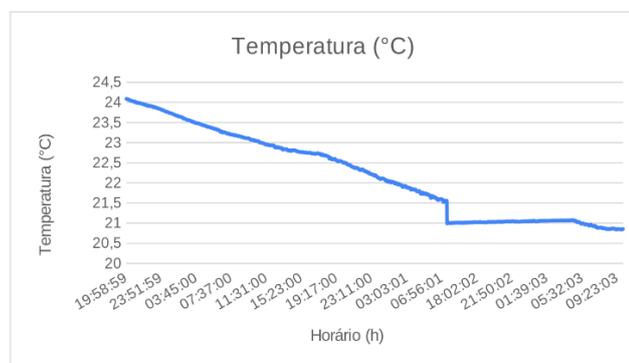


Figura 6. Temperatura da piscina

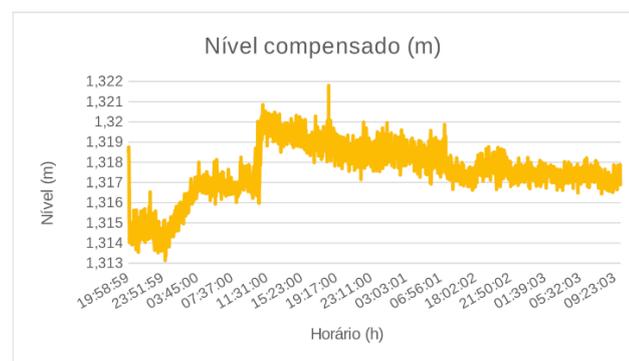


Figura 7. Nível compensado da piscina

O valor do protótipo totalizou em média R\$528,40, o que representa um valor muito inferior as soluções de transmissão de dados em tempo real propostas pela Solinst, que variam em faixas de R\$5.000,00 a R\$11.000,00 [6] [7]. Para comprovar a possibilidade de utilização em áreas remotas, a comunicação foi testada a 4.1km do gateway localizado no bloco I da UNIFEI, e apresentou eficiência na transmissão de dados.

Conclusões

Utilizar a tecnologia de rede LoRaWAN como solução para transmissão de dados mostrou-se bastante eficiente, com taxa de perda de dados de 0,64% nos testes no lago da UNIFEI e 2,37% nos testes em piscina de residência, com custo médio de construção de R\$520,00 reais.

Para trabalhos futuros, planeja-se projetar uma placa de circuito impresso que visa substituir a ESP32 LoRaWAN por apenas um microcontrolador e o módulo LoRa, implementando o sleep mode quando não está ocorrendo a aquisição de dados. Dessa forma, é possível retirar as baterias para alimentação e a placa solar, alimentando o circuito com bateria de 20000mAh, tornando assim, a solução mais compacta e mais duradoura.

Agradecimento

A autora agradece à FAPEMIG, CAPES, ao CNPq e a toda equipe do LabTel-LaIoT UNIFEI pelo apoio dado à pesquisa.

Referências

- [1] IONEL, R.; VASIU, G.; MISCHIE, S. GPRS based data acquisition and analysis system with mobile phone control. **Measurement**, v. 45, n. 6, p. 1462–1470, jul. 2012.
- [2] FARRELL, M. Amnesia. **Antipodes**, v. 32, n. 1-2, p. 1-4, 2018.
- [3] PEDRO BERTOLETI; INSTITUTO NEWTON C. BRAGA. **Projetos Com Esp32 E Lora**. [s.l.] EDITORA NCB, 2019. p. 24-31.
- [4] **Serial Port Monitor | FREE Serial Port Monitor [para Windows]**. Disponível em: <<https://www.com-port-monitoring.com/pt/>>. Acesso em: 22 de maio de 2022.
- [5] **The Things Network**. Disponível em: <<https://www.thethingsnetwork.org/>>. Acesso em: 05 de jun. de 2022.
- [6] **Levellogger 5 App Interface**. Disponível em: <<https://www.solinst.com/products/dataloggers-and-telemetry/3001-levellogger-series/solinst-levellogger-app/>>. Acesso em: 28 set. 2022. Acesso em: 10 de maio de 2022.
- [7] **Solinst LevelSender**. Disponível em: <<https://www.solinst.com/products/dataloggers-and-telemetry/solinst-telemetry-systems/9500-levelsender/levelsender.php>>. Acesso em: 10 de maio de 2022.