

Coleta de dados meteorológicos usando comunicação LoRa e análise com IA

Ademir Goulart | ademir.goulart@ifsc.edu.br

Ester Hasse | ester.hasse@ifsc.edu.br

Paulo Roberto Cordova | paulo.cordova@ifsc.edu.br

Cristiano Mesquita Garcia | cristiano.garcia@ifsc.edu.br

Luís Fernando Weber | luis.fw@aluno.ifsc.edu.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de desenvolvimento de um sistema de monitoramento ambiental remoto, utilizando a tecnologia LoRa (Long Range) para coleta e transmissão de dados meteorológicos, aliada à aplicação de técnicas de Inteligência Artificial (IA) para análise preditiva das condições climáticas. O objetivo geral é coletar dados de uma estação meteorológica via comunicação LoRa e realizar sua análise com algoritmos de IA, visando identificar padrões e prever mudanças no clima local. A pesquisa, de natureza aplicada, busca desenvolver uma solução tecnológica de baixo custo, baixo consumo energético e alta escalabilidade. A metodologia foi dividida em seis fases: estudo teórico das tecnologias envolvidas, implementação da infraestrutura de comunicação, desenvolvimento do sistema de armazenamento e visualização, treinamento dos modelos de IA, testes em ambiente real e documentação dos resultados. O projeto tem potencial de impacto social e científico, por oferecer uma alternativa acessível de monitoramento meteorológico para regiões com infraestrutura limitada, contribuindo para aplicações em agricultura, defesa civil e gestão urbana. Os resultados esperados incluem um protótipo funcional de estação meteorológica baseada em LoRa e um modelo preditivo com precisão acima de 85%, reforçando a integração entre IoT e IA como ferramenta de inovação tecnológica.

Palavras-chave: coleta de dados; LoRa; IoT; inteligência artificial; previsão meteorológica.

1 INTRODUÇÃO

Segundo ASSAD, E. e ASSAD, M. (2024), o monitoramento contínuo das condições climáticas é fundamental, pois fornece informações essenciais que orientam a tomada de decisões em diversos setores, permitindo a implementação de estratégias de adaptação e mitigação mais eficazes diante das mudanças no clima, como o aumento das temperaturas, alterações nos padrões de chuva e eventos climáticos extremos. No entanto, as estações convencionais ainda apresentam desafios significativos quanto ao alto custo de implantação, manutenção complexa e baixa escalabilidade, especialmente em regiões rurais e remotas. Esses fatores limitam a coleta contínua de dados ambientais, dificultando o desenvolvimento de modelos preditivos e a formulação de políticas de mitigação mais precisas.

Diante desse cenário, surgem as tecnologias de comunicação voltadas à Internet das Coisas (IoT), que possibilitam a criação de redes distribuídas e de baixo custo para coleta de

dados ambientais. Entre essas tecnologias, o LoRa (Long Range) destaca-se, pois, de acordo com Augustin, Yi, Clausen e Townsley (2016), essa tecnologia permite combinar grande alcance, baixo consumo energético e simplicidade de implementação, sendo amplamente utilizado em sistemas de sensoriamento remoto e monitoramento ambiental.

Além disso, a utilização da Inteligência Artificial (IA) para prever situações climáticas se tornará um caminho promissor para o avanço do monitoramento meteorológico inteligente. Conforme o artigo publicado em novembro na revista Science, o grau de acerto das previsões do tempo para 10 dias fornecidos pelo GraphCast, o modelo do Google DeepMind, é 90% mais preciso do que métodos convencionais por se tratar de uma IA (LAM *et al.*, 2023). Isso evidencia que essa ferramenta é a mais adequada para modelar padrões climáticos complexos.

Assim, o presente trabalho, desenvolvido no âmbito do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus Caçador, propõe o desenvolvimento de um sistema de coleta e análise de dados meteorológicos baseado em comunicação LoRa e análise com IA. O projeto busca validar a viabilidade dessa integração em um ambiente real, demonstrando que é possível obter previsões locais precisas com infraestrutura de baixo custo e alta autonomia energética. Além de contribuir para o avanço tecnológico na área, a pesquisa atende a demandas externas da Secretaria Municipal de Agricultura e da Defesa Civil, fortalecendo a relação entre ensino, pesquisa e extensão.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de coleta e análise de dados meteorológicos utilizando a tecnologia de comunicação LoRa e técnicas de Inteligência Artificial, com o propósito de validar uma solução eficiente, de baixo custo e energeticamente autônoma para o monitoramento ambiental remoto.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Estudar a comunicação LoRa e o protocolo LoRaWAN, compreendendo suas limitações, parâmetros de configuração e potencial de aplicação em ambientes rurais e urbanos.
- b) Analisar as características e o funcionamento de estações meteorológicas, incluindo sensores de temperatura, umidade, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento, pluviosidade e radiação solar.
- c) Desenvolver e configurar o sistema de sensoriamento, integrando os módulos LoRa, o gateway e a alimentação por energia solar, para garantir autonomia e estabilidade da comunicação.
- d) Projetar e implementar a infraestrutura de software, composta por um banco de dados estruturado e API de comunicação.
- e) Aplicar algoritmos de Inteligência Artificial para a análise preditiva das condições meteorológicas.

- f) Validar o sistema desenvolvido em ambiente real, realizando testes de campo e avaliando métricas de desempenho, como alcance de comunicação, consumo energético e precisão das previsões.

3 METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem aplicada e experimental, dividida em seis fases principais, que integram as etapas de estudo, desenvolvimento, teste e validação do sistema proposto.

Inicialmente, será realizada uma revisão bibliográfica sistemática sobre as tecnologias LoRa/LoRaWAN, sensores meteorológicos e técnicas de Inteligência Artificial voltadas à análise de séries temporais. Em seguida, ocorrerá o desenvolvimento da infraestrutura de comunicação, com a integração de sensores a módulos LoRa e configuração do gateway responsável pela transmissão dos dados.

Na sequência, será implementada a infraestrutura de software, composta por um banco de dados relacional, uma API de comunicação e uma interface de visualização em tempo real, permitindo o acompanhamento das medições coletadas. Posteriormente, os dados serão utilizados para o treinamento de modelos de aprendizado profundo, especialmente redes neurais recorrentes (RNNs) e arquiteturas LSTM, voltadas à previsão de variáveis meteorológicas locais.

A fase de validação ocorrerá em ambiente real, com a instalação dos dispositivos em áreas disponibilizadas pela Secretaria Municipal de Agricultura e pela Defesa Civil, avaliando métricas como alcance de comunicação, autonomia energética e precisão das previsões. Por fim, os resultados obtidos serão documentados e divulgados em relatórios técnicos, artigos científicos e ações de extensão, garantindo a disseminação do conhecimento e o impacto social do projeto.

4 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

O projeto “Coleta de dados meteorológicos usando comunicação LoRa e análise com IA” representa uma iniciativa inovadora no contexto do monitoramento ambiental inteligente, unindo os avanços das tecnologias LoRa, IoT e Inteligência Artificial em uma solução de baixo custo e alta eficiência energética. A proposta demonstra que é possível desenvolver um sistema completo de coleta, transmissão e análise de dados meteorológicos sem depender de infraestrutura de comunicação convencional, viabilizando o monitoramento em regiões até então desassistidas por soluções comerciais.

Do ponto de vista científico, o projeto contribui para o avanço do conhecimento na integração entre redes de sensores e algoritmos de aprendizado profundo, aplicados à previsão meteorológica de alta granularidade temporal e espacial. A utilização de modelos como LSTM (Long Short-Term Memory) permite não apenas antecipar padrões climáticos, mas também aprimorar a compreensão dos fenômenos locais, criando uma base sólida para aplicações futuras em agricultura de precisão, gestão de riscos ambientais e defesa civil.

Em termos práticos, a solução proposta se destaca pela viabilidade técnica e econômica, uma vez que utiliza componentes acessíveis, energia solar e comunicação de longo alcance. A adoção desse sistema por instituições públicas pode ampliar o acesso a dados meteorológicos em tempo real, contribuindo para decisões mais assertivas em setores estratégicos. Além disso, o projeto reforça o papel do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) como centro de pesquisa e inovação, promovendo a formação de estudantes em um ambiente interdisciplinar que conecta ensino, pesquisa e extensão.

Como perspectivas futuras, pretende-se expandir a rede de sensores para cobrir diferentes microclimas da região de Caçador, aprimorar os modelos de IA com técnicas de aprendizado contínuo e disponibilizar uma plataforma online para visualização e compartilhamento público dos dados coletados. Assim, o projeto consolida-se como um passo importante rumo a um ecossistema de monitoramento ambiental autônomo, sustentável e inteligente, alinhado aos desafios da transformação digital e à promoção do desenvolvimento regional.

REFERÊNCIAS

ASSAD, Eduardo D.; ASSAD, Maria L. R. C. L.. Mudanças do clima e agropecuária: impactos, mitigação e adaptação. Desafios e oportunidades. **Scielo**, 38(112), 271-292, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.202438112.015>. Acesso em: 23 out. 2025.

AUGUSTIN, Aloys; YI, Jiazi; CLAUSEN, Thomas; TOWNSLEY, William M.. A Study of LoRa: Long Range & Low Power Networks for the Internet of Things. **MDPI**, 2016. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/16/9/1466>. Acesso em: 23 out. 2025.

LAM, Remi; et al. Learning skillful medium-range global weather forecasting. **Science**, 2023. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adi2336>. Acesso em: 23 out. 2025.