



Universidade de Pernambuco (UPE)  
Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)  
Instituto de Ciências Biológicas (ICB)

## Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas

### *Proposta de Dissertação de Mestrado*

Área: Telemática

Linha de Pesquisa: Sensores / biossensores e tratamento de sinais

Título Provisório: Sistema de Monitoração de Gases Poluentes com Geolocalização GNSS e *Cloud Computing*

Orientador: Marcílio André Félix Feitosa

### **Descrição:**

O presente projeto visa expandir e aprimorar um sistema de monitoramento de qualidade do ar originalmente desenvolvido, que realiza a medição da concentração de CO<sub>2</sub> em tempo real, utilizando um sensor MQ135, com geolocalização via GNSS e transmissão dos dados para a nuvem por meio da plataforma *ThingSpeak*. As principais inovações deste projeto serão a implementação de algoritmos de Inteligência Artificial (IA) e incorporação de novos sensores, com o objetivo de proporcionar uma estimativa precisa da concentração de alguns gases poluentes em áreas não monitoradas, permitindo uma análise espacial mais robusta e dinâmica da qualidade do ar nas áreas urbanas. O sistema embarcado deve ser atualizado e é o responsável por integrar os sensores e módulos de comunicação. Além disso, a comunicação com a nuvem será aprimorada por meio de novos módulos de comunicação ou *LoRaWAN*, dependendo das condições de conectividade. O sistema embarcado será projetado para operar de forma autônoma, com maior eficiência energética e capacidade de armazenar dados localmente em casos de falhas de conectividade. Os dados coletados, como a concentração de CO<sub>2</sub> e as coordenadas geográficas, serão transmitidos para a nuvem utilizando protocolos de comunicação eficientes. A plataforma *ThingSpeak*<sup>®</sup> continuará sendo utilizada para o armazenamento e visualização dos dados em tempo real, mas será complementada com um processamento mais avançado. A IA será integrada à plataforma para análise preditiva dos dados coletados, utilizando ferramentas como o *MATLAB*<sup>®</sup> para a implementação de algoritmos de interpolação espacial. Dessa forma, será possível gerar estimativas da qualidade do ar em áreas onde os sensores não realizaram medições diretas. A principal inovação do projeto será a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial para interpolação dos dados coletados. Modelos de aprendizado supervisionado, como redes neurais profundas (*Deep Learning*), serão treinados para prever a concentração dos gases poluentes em locais não monitorados com base nos dados geoespaciais coletados. Algoritmos de Regressão Espacial, como Redes Neurais Convolucionais (*CNNs*), serão utilizados para estimar a distribuição dos gases com alta acuracidade, utilizando dados temporais e espaciais como variáveis de entrada. O uso de IA permitirá a criação de modelos preditivos que não apenas geram estimativas em tempo real, mas também se ajustam dinamicamente com a incorporação de novos dados, melhorando constantemente a acuracidade das previsões. Além da interpolação de dados, a IA será aplicada para identificar padrões temporais e espaciais na qualidade do ar, permitindo a previsão de eventos críticos, como picos de poluição em determinadas áreas ou horários do dia. Sistemas de alerta automatizados serão configurados para notificar os gestores urbanos sobre condições de poluição extremas, oferecendo informações essenciais para a tomada de decisões rápidas, como desvio de rotas de transporte ou implementação de medidas corretivas. O modelo de IA também poderá ser adaptado para integrar dados meteorológicos e de



Universidade de Pernambuco (UPE)  
Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)  
Instituto de Ciências Biológicas (ICB)

tráfego, proporcionando uma análise ainda mais precisa e preditiva da qualidade do ar. Este projeto se posiciona como uma plataforma escalável, que pode ser expandida para outras cidades ou adaptada para diferentes tipos de transporte público.

**Do Candidato:** Formação em Engenharia Elétrica, Eletrônica, Telecomunicações, Controle e Automação ou Computação.

## Referências Bibliográficas:

[1] WWF Brasil. Quais são os principais gases de efeito estufa?. Disponível em: <https://tinyurl.com/gases-efeitos-estufa>. Acesso em: 17 nov. 2024.

[2] G1. Apenas 13 estados do país têm estações automáticas de qualidade do ar, mostra estudo. Disponível em: <https://tinyurl.com/Equipamentos-ar-no-Brasil>. Acesso em: 17 nov. 2024.

[3] FRASIER, Antonea et al. Standard Testing Protocols for CO2 Sensors and CO2-based Demand Control Ventilation Systems. 6th International High Performance Buildings Conference at Purdue. mai. 2021. Disponível em: <https://tinyurl.com/padroo-calibracao-CO2>. Acesso em: 29 out. 2024.

[4] CPRH. Rede de Monitoramento de Qualidade do Ar. Disponível em: <https://tinyurl.com/Equipamentos-ar-em-Pernambuco>. Acesso em: 17 nov. 2024.

[5] CO2Meter. CO2 Sensor Calibration: What You Need to Know. Disponível em: <https://tinyurl.com/metodo-alternativo-calibracao>. Acesso em: 28 out. 2024.

[6] Ai-Thinker. Board-A9G development board information . Disponível em: <https://tinyurl.com/A9g-info-oficial-ingles>. Acesso em: 4 nov. 2024.

[7] Ai-Thinker. A9G User Manual. Disponível em: <https://tinyurl.com/a9g-user-manual>. Acesso em: 2 out. 2024.

[8] Instructables. A9G GPS GPRS Module Tutorial. Disponível em: <https://tinyurl.com/comandos-AT-A9G>. Acesso em: 30 out. 2024.

[9] MathWorks. Learn More About ThingSpeak. Disponível em: <https://tinyurl.com/ThinkSpeak-intro>. Acesso em: 18 nov. 2024.

[10] Winsen. Intelligent Infrared Carbon Dioxide Module (Model: MH-Z14A). Disponível em: <https://tinyurl.com/MHZ14A-datasheet> . Acesso em: 21 nov. 2024.

[11] NOAA. Global CO2 Data Trends. Disponível em: <https://tinyurl.com/CO2-atual-NOAA>. Acesso em: 4 nov. 2024.

[12] UsinaInfo. Sensor de CO2 MH-Z14A. Disponível em: <https://tinyurl.com/MHZ14A-usinainfo> . Acesso em: 21 nov. 2024.