

ITAQUI DATAMAP: DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA ABERTA PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL NA REGIÃO PORTUÁRIA ITAQUI BACANGA

ITAQUI DATAMAP: DEVELOPMENT OF AN OPEN PLATFORM FOR ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE ITAQUI BACANGA PORT REGION

DOI: <https://doi.org/10.29327/2739169.1.1-4>

Recebido: 15/05/2025

Aceito para publicação: 16/09/2025

Ítalo Gabriel Pereira Diniz

Estudante do Ensino Médio Profissionalizante
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
<https://orcid.org/0009-0000-6280-4408>
São Luís – Maranhão, Brasil
italogabriel.sla.04@gmail.com

João Francisco Diniz Araújo

Estudante do Ensino Médio Profissionalizante
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
<https://orcid.org/0009-0004-6373-704X>
São Luís – Maranhão, Brasil
joaofrancisco27d@gmail.com

Sarah Djane Silva Fonseca

Estudante do Ensino Médio Profissionalizante
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
<https://orcid.org/0009-0008-0868-0967>
São Luís – Maranhão, Brasil
85sarahsilva@gmail.com

Thayla Raquel Pereira Cantanhede

Estudante do Ensino Médio Profissionalizante
Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
<https://orcid.org/0009-0003-0622-4945>
São Luís – Maranhão, Brasil
thayminpereira@gmail.com

Raimundo Alves de Araújo Neto

Especialista em Análise e Projeto de Sistemas
Universidade Federal do Maranhão
<https://orcid.org/0009-0003-9598-6203>
São Luís – Maranhão, Brasil
raimundo.neto@prof.edu.ma.gov.br

Eric Rommel Ferro da Fonseca Bezerra

Especialização em Geografia física e das populações

Faculdade Anísio Teixeira

<https://orcid.org/0009-0009-2094-3675>

São Luís – Maranhão, Brasil

ericferro2003@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento da plataforma ITAQUI DATAMAP, uma solução tecnológica voltada para o monitoramento ambiental na região portuária Itaqui-Bacanga, em São Luís (MA). A ferramenta foi concebida com o objetivo de facilitar a visualização e análise de dados sobre qualidade do ar e emissões de poluentes atmosféricos, utilizando fontes abertas como a API do OpenWeatherMap. Por meio de mapas interativos, gráficos e tabelas, o sistema permite acompanhar variações diárias de diversos poluentes, fornecendo subsídios para futuras análises ambientais e ações de mitigação. Embora a coleta e análise de dados empíricos ainda não tenham sido realizadas no momento desta publicação, a arquitetura do sistema está preparada para receber, processar e exibir dados em tempo real. A proposta representa uma iniciativa de base tecnológica com potencial de aplicação em políticas públicas, educação ambiental e estratégias de descarbonização locais.

Palavras-chave: Monitoramento ambiental; Poluição atmosférica; Qualidade do ar; Dados abertos.

ABSTRACT

This article presents the development of the ITAQUI DATAMAP platform, a technological solution aimed at environmental monitoring in the Itaqui-Bacanga port region, in São Luís (MA). The tool was designed to facilitate the visualization and analysis of data on air quality and atmospheric pollutant emissions, using open sources such as the OpenWeatherMap API. Through interactive maps, graphs and tables, the system allows monitoring daily variations of various pollutants, providing support for future environmental analyses and mitigation actions. Although the collection and analysis of empirical data have not yet been carried out at the time of this publication, the system architecture is prepared to receive, process and display data in real time. The proposal represents a technology-based initiative with potential for application in public policies, environmental education and local decarbonization strategies.

Keywords: Environmental monitoring; Air pollution; Air quality; Open data.

1. INTRODUÇÃO

A crescente urbanização e industrialização das áreas portuárias impõem desafios significativos à qualidade do ar e à saúde pública, sobretudo em regiões densamente povoadas e com intensa atividade logística. A região Itaqui-Bacanga, situada em São Luís (MA),

representa um desses contextos críticos, onde a circulação constante de veículos pesados e a operação de terminais portuários coexistem com áreas residenciais vulneráveis. A ausência de sistemas locais de monitoramento ambiental dificulta a tomada de decisões baseadas em evidências, comprometendo ações de prevenção e mitigação.

Neste cenário, propõe-se o desenvolvimento da plataforma ITAQUI DATAMAP, um sistema digital de acesso aberto para monitoramento ambiental em tempo real.

A plataforma visa suprir a carência de instrumentos locais de vigilância da qualidade do ar, proporcionando suporte à gestão pública e à conscientização da população. Além disso, a proposta busca integrar ferramentas tecnológicas acessíveis que permitam ao cidadão comum acompanhar, de forma didática e transparente, os indicadores de poluição da sua localidade. Este artigo descreve a concepção, estrutura e funcionalidades do sistema, destacando seu potencial para uso em estudos futuros e integração com redes de monitoramento.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento da plataforma ITAQUI DATAMAP seguiu uma abordagem incremental, baseada em tecnologias livres e abertas. O processo metodológico foi dividido em três etapas principais: levantamento conceitual, modelagem técnica e desenvolvimento funcional.

2.1 Levantamento e especificação funcional

Foi realizado um mapeamento das necessidades locais e dos requisitos técnicos para um sistema de monitoramento ambiental de fácil acesso. A partir disso, definiram-se as variáveis ambientais prioritárias (PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, O₃, SO₂ e CO) e os parâmetros de visualização e filtragem desejados. O projeto considerou também boas práticas de usabilidade para o público geral, com ênfase na clareza das informações e acessibilidade da navegação.

2.2 Estrutura e integração de dados

A fonte primária de dados utilizada é a API do OpenWeatherMap, que fornece informações atmosféricas em tempo real baseadas em modelagens e medições remotas. Os dados são coletados diariamente, com foco na região geográfica da Itaqui-Bacanga, e armazenados para posterior visualização e exportação. O sistema realiza a formatação automatizada dos dados, com rotinas que incluem normalização, checagem de integridade e atualização de metadados.

Embora os dados utilizados pelo ITAQUI DATAMAP sejam reais e atualizados

em tempo quase real, eles são baseados em modelos combinados de satélites, sensores remotos e estações meteorológicas próximas. A precisão local na região Itaquí-Bacanga depende da densidade das estações ao redor e dos algoritmos de interpolação utilizados pelas plataformas como OpenWeatherMap.

Portanto, os dados representam uma estimativa confiável, mas não substituem medições físicas específicas na área estudada.

A plataforma encontra-se hospedada online no servidor institucional da escola (<https://iemaitaquibacanga.com/itaquidatamap>)¹ A interface foi desenvolvida utilizando HTML, CSS e JavaScript, com integração da biblioteca Leaflet.js para visualização geográfica e Chart.js para gráficos interativos, tecnologias abertas desenvolvidas nas disciplinas curriculares do curso Informática para Internet, em eletivas e em projetos de aprendizagem durante os anos letivos. O sistema permite ao usuário consultar os valores diários dos poluentes, bem como visualizar sua variação ao longo do tempo por meio de gráficos lineares. A arquitetura está preparada para futuras expansões.

Imagem 1. Interface da plataforma ITAQUI DATAMAP com mapa interativo e indicadores de poluentes

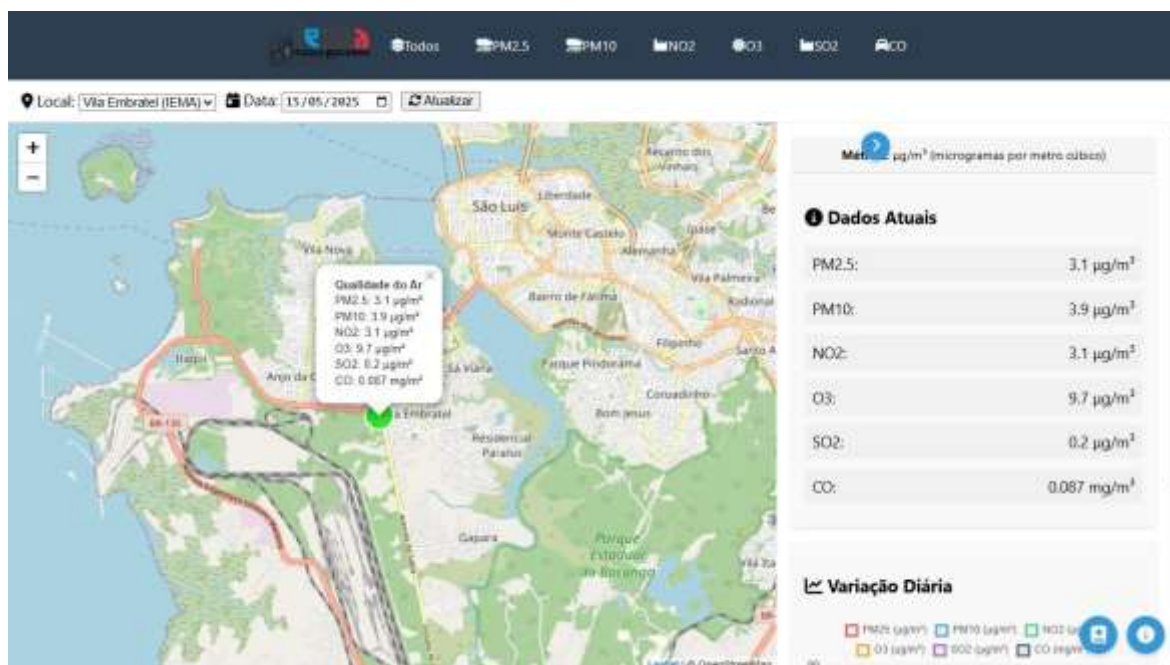


Imagem 2 . Tela de gráficos diários de poluentes



Imagem 3 – Filtro por data e poluente



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A poluição atmosférica é reconhecida como um dos principais problemas ambientais urbanos, sendo composta por partículas e gases que, em concentrações elevadas, podem provocar efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente. Os poluentes mais comumente monitorados incluem material particulado (PM_{2.5} e PM₁₀), dióxido de nitrogênio (NO₂), monóxido de carbono (CO), ozônio troposférico (O₃) e dióxido de enxofre (SO₂). A exposição prolongada a esses contaminantes está associada a doenças respiratórias, cardiovasculares e ao aumento da mortalidade prematura.(Santos; Oliveira, 2025).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece limites recomendados para a concentração desses poluentes, com base em estudos epidemiológicos. Entretanto, a capacidade de monitoramento em tempo real ainda é limitada em muitas regiões brasileiras, especialmente em áreas periféricas e portuárias. O uso de dados abertos, por meio de APIs públicas como a do *OpenWeatherMap*, surge como uma alternativa viável para suprir parte dessa lacuna.

As tecnologias de informação geográfica e visualização interativa têm avançado significativamente, permitindo o desenvolvimento de plataformas que integram dados ambientais e geoespaciais (She, 2019). Nesse contexto, soluções como o ITBDATAMAP podem contribuir para o fortalecimento da governança ambiental local e regional, ao mesmo tempo em que fomentam a pesquisa aplicada, a educação ambiental e a gestão participativa baseada em dados confiáveis e acessíveis.

A interface oferece filtros por poluente, período e tipo de gráfico, além de visualização interativa no mapa. As condições meteorológicas, como presença de sol, nebulosidade ou chuva, também são integradas em mapa interativo do clima da mesma região integrado na mesma plataforma para futura análise cruzada. Adicionalmente, a plataforma apresenta recursos de destaque automático para os dias com maiores registros de poluição, permitindo alertas visuais ao usuário e servindo como ferramenta de apoio à comunicação de riscos ambientais.

Embora ainda não tenham sido realizados estudos empíricos com os dados coletados, a plataforma já opera com dados diários reais fornecidos por serviços meteorológicos internacionais. Para fins ilustrativos e validação da interface, foram inseridos

dados de médias mensais e picos diários para os mês de março de 2025. Essa observação visa apenas demonstrar a capacidade da plataforma em identificar variações e tendências de poluentes em diferentes condições atmosféricas.

Tabela 1. Qualidade do Ar em Março/2005 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Poluente	Média Mensal	Pico Diário	Data do Pico	Observações (Clima)
PM2.5	28	56	21/03/2025	Dia seco, céu limpo, sem precipitação.
PM10	45	82	13/03/2025	Vento moderado, parcialmente nublado.
NO ₂	24	49	18/03/2025	Ensolarado, baixa umidade.
O ₃	32	65	10/03/2025	Céu aberto com alta incidência solar.
SO ₂	12	25	26/03/2025	Nublado e abafado, sem chuva.
CO	0.6	1.3	15/03/2025	Céu encoberto e sem vento.

Para etapas futuras, está prevista a incorporação de novos mapas/módulos na plataforma, incluindo a visualização específica de gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O), com apresentação em mapas temáticos, gráficos e séries temporais históricas. Pretende-se ainda desenvolver ferramentas de exportação em formatos CSV, e geração de relatórios automatizados. Tais aprimoramentos visam ampliar o escopo da plataforma para qualidade do ar local, fortalecendo sua aplicabilidade em estudos climáticos, elaboração de inventários de emissões e apoio à formulação de políticas públicas voltadas à descarbonização (Ferreira, 2025).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A plataforma ITAQUI DATAMAP constitui uma contribuição tecnológica relevante para a promoção do monitoramento ambiental em regiões urbanas sem ou com baixa cobertura de sensores locais. Seu desenvolvimento reforça o potencial de uso de dados abertos, tecnologias acessíveis e visualização interativa como instrumentos para democratização da informação e suporte à formulação de políticas públicas (Organização das Nações Unidas, 2025).

Apesar da ausência de análises empíricas neste momento, a estrutura está pronta para receber dados em tempo real e apoiar futuros estudos. O projeto poderá evoluir com a

integração de sensores físicos, parcerias com instituições acadêmicas e governamentais, e ampliação para outras regiões vulneráveis. A continuidade dessa iniciativa depende do engajamento institucional e do fortalecimento de redes colaborativas em torno da gestão

ambiental urbana. Além disso, abre-se espaço para estudos complementares que analisem o impacto da poluição atmosférica na saúde pública local, contribuindo para a construção de políticas mais eficazes de controle e prevenção (Santos; Oliveira, 2025).

REFERÊNCIAS

BECK, M. W. Global climate change and coastal ecosystems. **Cham: Springer Nature**, 2021.

FERREIRA, A. L.. Inovação em energias renováveis. In: COSTA, Roberto (org.). **Desafios da sustentabilidade no século XXI**. Rio de Janeiro: Livraria Verde, 2025. cap. 3, p. 67-89.

HEALTH EFFECTS INSTITUTE. **The state of global air 2023**. Boston: HEI, 2023.

OPENSTREETMAP. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org>. Acesso em: 21 mar. 2025.

OPENWEATHERMAP. API. Disponível em: <https://openweathermap.org/api>. Acesso em: 22 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório sobre desenvolvimento sustentável 2025**. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/report2025>. Acesso em: 28 mar. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide**. Geneva: OMS, 2021. 290 p. ISBN 9789240034228.

SANTOS, M. H.; OLIVEIRA, C. O impacto das mudanças climáticas na agricultura brasileira. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 15, n. 2, p. 45-62, abr./jun. 2025. DOI: 10.1234/rea.2025.15.2.45.

SHE, B. et al. Bridging open source tools and Geoportals for interactive spatial data analytics. **Geo-spatial Information Science**, v. 22, n. 3, p. 185-192, set. 2019. DOI: 10.1080/10095020.2019.1645497.

SILVA, J. P.. **Inteligência artificial no futuro do trabalho**. 2. ed. São Paulo: Editora Futuro, 2025. 250 p. ISBN 978-85-123-4567-8.