







PIMA: Uma Plataforma para Integração de APIs e Centralização de Indicadores para Monitoramento Ambiental

Bruno Galvani Thezolin¹, Brunno Luiz Nepomuceno¹, Danilo Maranhã¹,
Mariana Francisco¹, Allan Lucas Ogawa¹, Paulo Messias Filho¹,
Arthur Nabas de Oliveira¹ e Sidny de Almeida Molina Pereira¹

¹Universidade São Judas Tadeu (USJT), Campus Paulista, São Paulo, SP — Brasil

{bthezolin; sidny.molina;@gmail.com}

Abstract. *Environmental APIs are widely used for data provision, yet integrating multiple sources remains a challenge. This paper presents PIMA, a platform that integrates five APIs through a data harmonization middleware. The proposal adopts a lightweight, database-free architecture. A preliminary evaluation indicated positive user perceptions.*

Resumo. *APIs ambientais são amplamente utilizadas para disponibilização de dados, porém a integração de múltiplas fontes ainda é um desafio. Neste contexto, este trabalho apresenta o PIMA, uma plataforma que integra cinco APIs por meio de um middleware de harmonização. A proposta adota uma arquitetura leve, sem banco de dados. Uma avaliação preliminar indicou percepções positivas quanto ao uso da ferramenta.*

1. Introdução

A crescente pressão sobre os recursos naturais, associada às metas de sustentabilidade e às regulamentações ambientais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, intensifica a demanda por dados ambientais precisos, acessíveis e em tempo real. Nesse cenário, as APIs Ambientais (*Application Programming Interfaces*) assumem papel central ao fornecer interfaces padronizadas para consulta e intercâmbio automatizado de dados entre sistemas heterogêneos [Manikas 2016]. Iniciativas nacionais, como a plataforma AgroAPI [Romani et al. 2023], e internacionais, como a adoção do padrão OGC *SensorThings* API [Horsburgh et al. 2025], demonstram o potencial dessa abordagem para o monitoramento ambiental e agropecuário, alinhando-se aos ODS. Essas APIs disponibilizam informações como qualidade do ar, poluição hídrica, desmatamento e condições meteorológicas. No entanto, algumas contribuições existentes frequentemente exigem infraestrutura complexa, limitando sua adoção por iniciativas de menor porte, como projetos comunitários ou ONGs, além de contextos com recursos limitados.

A integração de múltiplas APIs ambientais em uma plataforma unificada representa um avanço relevante na área de Informática Ambiental (*Environmental Informatics*), ao mitigar a fragmentação de dados distribuídos em diferentes instituições, formatos e protocolos [Hilty and Aebischer 2014]. Padrões abertos como as especificações OGC API - *Features* e EDR têm sido empregados para garantir interoperabilidade e reprodutibilidade no acesso a dados ambientais [Duque et al. 2024]. Essa abordagem está alinhada aos conceitos de Sistemas-de-Sistemas (SoS) e de Infraestruturas de Dados Espaciais (IDEs), que têm a interoperabilidade como princípio fundamental [Percivall 2010]. Nesse

contexto, a interoperabilidade técnica (e.g., *REST* e *GraphQL*) e semântica (uso de ontologias, como *Semantic Sensor Network*) são essenciais para o sucesso das integrações. Apesar desse potencial, a integração de APIs ambientais enfrenta dificuldades práticas: formatos heterogêneos, falta de padronização entre fontes, limitações de serviços gratuitos e principalmente disponibilidade de dados confiáveis [Horsburgh et al. 2025]. Para superar esses desafios, apresentamos o PIMA, uma ferramenta que utiliza um middleware de harmonização e integra cinco APIs gratuitas (*WeatherAPI*, *Open-Meteo*, *AQICN*, *NASA FIRMS* e *Nominatim API*) para centralizar dados ambientais e apoiar o monitoramento.

2. Trabalhos Relacionados

Em resposta à demanda por plataformas unificadas com integração de APIs ambientais, alguns trabalhos evidenciam o papel estruturante das APIs na criação de plataformas e sistemas *webs*, ou *dashboards*. Por exemplo, [Saraiva Santos et al. 2025] integra e emprega IA para monitorar em tempo real a qualidade da água, processando parâmetros do IQA (pH, turbidez) via APIs e disponibilizando dados em *dashboard*. No âmbito urbano, o painel *EUBra-BIGSEA* [Fiore et al. 2019] integra plataforma escalável de *Big Data*, nuvem dinâmica e mecanismos de segurança para análise do transporte público. Além disso, outros trabalhos utilizam individualmente as mesmas APIs do PIMA. [Park et al. 2022] empregam a *Nasa Firms API* para visualização de incêndios em *dashboard*, alinhada à funcionalidade de incêndios do PIMA. O pacote *roopenmeteo* [Zippenfenig 2023] oferece *wrapper* para a *Open-Meteo API*, análogo ao *middleware* do PIMA. [Liaqat et al. 2020] integram a *AQICN API* com fontes semânticas, e [Qazi et al. 2022] utilizam a *Nominatim API* para geolocalização de tweets. Diante disso, o PIMA se diferencia ao integrar todas essas cinco APIs em uma plataforma unificada por: (i) arquitetura leve sem banco de dados; (ii) integração de cinco APIs gratuitas de domínios distintos (clima, ar, incêndios, geolocalização); (iii) *middleware* para harmonização de dados; e (iv) código público disponível, permitindo a sua replicação.

3. Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido a partir de um fluxo metodológico estruturado em **seis** etapas. Na **primeira** etapa, realizou-se a compreensão do estudo, motivação e a análise de trabalhos relacionados. Na **segunda** etapa, foram identificadas as APIs gratuitas utilizadas e suas respectivas fontes de dados. Já na **terceira**, ocorreu a coleta, o processamento e a integração dos dados climáticos, provenientes de fontes oficiais do Brasil: (i) *WeatherAPI*¹: usada para obter a sensação térmica, umidade, condições e temperaturas climáticas (clima atual); (ii) *Open-Meteo*²: usada para previsão estendida com temperatura máxima e mínima, probabilidade de chuva, nascer e pôr do sol (previsão de até 15 dias); (iii) *AQICN*³: usada para obter AQI, poluentes e situação da qualidade do ar; (iv) *NASA FIRMS*⁴: usada para retornar coordenadas dos incêndios e suas intensidades; e (v) *Nominatim API*⁵: utilizada para geocodificação, obtendo latitude e longitude a partir do nome da cidade e retornando dados de localidade. No *middleware*, apoia as requisições

¹<https://www.weatherapi.com/docs>.

²<https://open-meteo.com/en/docs>.

³<https://aqicn.org/api/pt/>.

⁴<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/api/>.

⁵<https://nominatim.org/release-docs/latest/api/Overview/>.

às demais APIs e a exibição de localizações no mapa. Na **quarta** etapa, foi definida a arquitetura do PIMA, optando-se por não utilizar banco de dados a fim de manter a simplicidade e a flexibilidade da plataforma. Na **quinta** etapa, realizou-se o desenvolvimento do *middleware* e do *dashboard*, incluindo o tratamento dos dados e a construção da interface de visualização. Por fim, na **sexta** etapa, foram conduzidos testes para validação do funcionamento do sistema, além de ajustes finais e documentação.

4. Arquitetura e Tecnologias

O PIMA adota uma arquitetura baseada na separação entre *frontend* e *backend*. No *frontend*, foram utilizadas as tecnologias *React* e *TypeScript*, responsáveis pela construção da interface visual, componentização da aplicação, mapa interativo, mecanismos de busca, exibição da cidade selecionada, controle de estado e apresentação dos *cards*, que exibem informações de clima atual, previsão, qualidade do ar e focos de incêndio. O *backend* foi desenvolvido com *Node.js* e *Express*, sendo responsável pela comunicação com múltiplas APIs externas, padronização e unificação dos dados, realização de cálculos e ajustes necessários, além da disponibilização de endpoints *REST*. Ao final, o sistema consolida as informações e retorna ao *frontend* um objeto *JSON* padronizado.

A interface do PIMA é simples e intuitiva. Ao acessar o sistema⁶, observa-se, na tela inicial, um *dashboard* que permite a pesquisa pelo nome de uma cidade ou estado. No canto superior esquerdo, encontram-se as seguintes funcionalidades: (i) Clima, (ii) Qualidade do Ar, (iii) Incêndios e (iv) Mapa. Na funcionalidade “Clima”, ao pesquisar uma cidade (ou estado), o PIMA retorna dados e informações organizados em *cards*. No *card* de temperatura, são apresentados dados como sensação térmica, umidade, velocidade do vento e o período da previsão do tempo (de 1 a 15 dias). Além disso, a previsão inclui a temperatura máxima e mínima previstas, a porcentagem de chuva e os horários de nascer e pôr do sol. Já em “Qualidade do Ar”, são exibidas informações como o poluente dominante, além dos índices de PM10, O3, NO2, CO e PM2.5. O sistema também classifica a qualidade do ar em categorias, tais como: boa, moderada, ruim, muito ruim ou perigosa. Na funcionalidade “Incêndios”, são apresentados possíveis riscos de ocorrência com base em registros históricos. Ademais, é disponibilizado um mapa com destaque em vermelho para as áreas que apresentam maior intensidade ou probabilidade de incêndio. Por fim, a funcionalidade “Mapa” permite a realização de pesquisas geográficas de forma direta, possibilitando a visualização espacial das informações disponibilizadas pelo PIMA. Para facilitar o entendimento do PIMA, disponibilizamos um vídeo com as explicações de cada uma de suas funcionalidades⁷. Por fim, a Figura 1 apresenta a tela inicial do PIMA.



Figura 1. Tela inicial do PIMA

⁶Disponível em: <https://pima-frontend.vercel.app/>.

⁷<https://figshare.com/s/88166d063ba3eae89422>.

5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou o PIMA, uma plataforma que integra APIs ambientais para centralizar indicadores e apoiar o monitoramento ambiental de forma unificada, reduzindo a fragmentação de dados. Uma avaliação preliminar foi conduzida, o que indicou percepções de uso iniciais positivas⁸. Todavia, devido ao tempo limitado e ao número reduzido de participantes, os resultados ainda são exploratórios, sendo prevista, como trabalho futuro, uma avaliação mais abrangente baseada no mesmo modelo. Além disso, pretende-se incorporar métricas quantitativas de desempenho, como tempo de resposta, latência, eficiência na integração de dados e escalabilidade, visando uma avaliação mais abrangente da solução proposta. O PIMA está disponível em repositório público⁹, possibilitando sua replicação e extensão, desde que seja concedido créditos aos autores.

Referências

- Duque, J., Pugliese, A., and Brovelli, M. (2024). A standardised approach for serving environmental monitoring data compliant with ogc apis. *ISPRS*.
- Fiore, S., Elia, D., Pires, C. E., Mestre, D. G., Cappiello, C., Vitali, M., Andrade, N., Braz, T., Lezzi, D., Moraes, R., et al. (2019). An integrated big and fast data analytics platform for smart urban transportation management. *IEEE*.
- Hilty, L. M. and Aebischer, B. (2014). Ict for sustainability: An emerging research field. *ICT innovations for Sustainability*.
- Horsburgh, J. et al. (2025). Adapting ogc’s sensorthings api and data model to support data management and sharing for environmental sensors. *Environmental Modelling & Software*.
- Liaqat, H., Sana, M. U., Shaikh, S., and Ahmed, M. (2020). Linked data for air pollution monitoring: A case study using aqicn and dbpedia. In *INMIC*.
- Manikas, K. (2016). Revisiting software ecosystems research: A longitudinal literature study. *Journal of Systems and Software*.
- Park, J.-H., Lee, S.-W., and Kim, Y.-S. (2022). Visualization of wildfire information based on firms api. *Journal of Korea Society of Computer and Information*.
- Percivall, G. (2010). The application of open standards to enhance the interoperability of geoscience information. *International Journal of Digital Earth*.
- Qazi, U., Imran, M., and Ofi, F. (2022). Multi-attribute geolocation inference from tweets using nominatim api. In *EGU General Assembly*.
- Romani, L. et al. (2023). Agroapi platform: an initiative to support digital solutions for agribusiness ecosystems. *Smart Agricultural Technology*.
- Saraiva Santos, V., Gomes De Oliveira, A., dos Santos Neto, L. P., and Zanchi, F. B. (2025). Tikatu: development of a web platform with artificial intelligence for monitoring and analyzing water quality data. *IJRBM*.
- Zippenfenig, P. (2023). Open-meteo.com weather api.

⁸<https://figshare.com/s/cb62780750f9aa70ae64>.

⁹<https://figshare.com/s/cd3829a4bc061e9055cc>.