Capítulo 34

Integração e Visualização de Indicadores Sociais com Ferramentas de Código Aberto: O Desenvolvimento da Plataforma Mapa Social do Maranhão

Open-Source Integration and Visualization of Social Indicators: Development of the Mapa Social do Maranhão Platform

Júlio César Costa da Silva
Curso de Engenharia da Computação. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). São Luís, MA, Brasil.

Ana Elisa Oliveira Silva
Curso de Engenharia da Computação. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). São Luís, MA, Brasil.

Bruno Raphael Andrade Santos
Curso de Engenharia da Computação. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). São Luís, MA, Brasil.

Carlos Vinícius Rodrigues Amorim
Curso de Engenharia da Computação. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). São Luís, MA, Brasil.

Paulo Fernandes da Silva Junior
Departamento de Engenharia da Computação. Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). São Luís, MA, Brasil.

Rita de Cassia Maia Baptista
Procuradora de Justiça e Diretora da Secretaria de Planejamento e Gestão. Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA). São Luís, MA, Brasil.

Felipe Augusto Rotondo
Promotor de Justiça e Encarregado de Dados. Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA). São Luís, MA, Brasil.

Samyr de Jesus Cutrim
Assessor Técnico. Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA). São Luís, MA, Brasil.

Guilherme Ferre da Silva
Chefe de Seção. Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA). São Luís, MA, Brasil.

Claudio Marcelo Araujo Amorim
Assessor de Planejamento. Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA). São Luís, MA, Brasil.

Resumo: Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de uma plataforma web para a integração e a visualização de indicadores sociais de 217 municípios do Maranhão, elaborada em parceria com o Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA) no âmbito do projeto Mapa Social. O objetivo do trabalho é promover, por meio de tecnologias de código aberto, a integração de dados públicos de diferentes setores sociais em uma ferramenta interativa e de fácil acesso da população à informação. A metodologia adotada combina Python, Pandas e PostgreSQL em um processo de Extração, Transformação e Carga (ETL) responsável por coletar e tratar dados de fontes como SIDRA, SAGICAD, IMESC e IPEADATA, além de uma API REST em Spring Boot, um serviço interno em FastAPI para análises de aprendizado de máquina e uma interface web em Next.js. Como resultados, obteve-se um pipeline assíncrono

DOI: 10.47573/aya.5379.3.33.34

capaz de reduzir substancialmente o tempo de coleta e tratamento dos dados, uma base relacional com 48 séries de indicadores integradas, uma API documentada e uma interface que permite consultar séries históricas, gerar projeções e agrupar municípios com perfis semelhantes. O trabalho evidencia o potencial de ferramentas gratuitas e de código aberto para a construção de soluções de transparência de dados públicos e para o fortalecimento da atuação institucional do Ministério Público na fiscalização, indução e acompanhamento de políticas públicas no Maranhão.

Palavras-chave: indicadores sociais; Mapa Social; dados públicos; código aberto.

Abstract: This work presents the development of a web platform for integrating and visualizing social indicators from the 217 municipalities of Maranhão, built in partnership with the Public Prosecutor's Office of the State of Maranhão (MPMA) under the Mapa Social project. The work aims to use open-source technologies to integrate public data from different social sectors into an interactive, easily accessible tool that supports decision-making by public managers and expands public access to information. The methodology combines Python, Pandas, and PostgreSQL in an Extract, Transform, Load (ETL) process responsible for collecting and processing data from sources such as SIDRA, SAGICAD, IMESC, and IPEADATA, together with a Spring Boot REST API, an internal FastAPI service for machine learning analyses, and a Next.js web interface. As results, the project delivered an asynchronous pipeline that substantially reduced data collection and processing time, a relational database integrating 48 indicator series, a documented API, and an interface that allows users to query historical series, generate projections, and cluster municipalities with similar profiles. The work highlights the potential of free and open-source tools for building public data transparency solutions and for strengthening the institutional role of the Public Prosecutor's Office in monitoring, inducing, and evaluating public policy in Maranhão.

Keywords: social indicators; Social Map; public data; open source.

INTRODUÇÃO

O projeto Mapa Social, desenvolvido pelo Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA), é uma iniciativa estratégica criada para fornecer informações técnicas e objetivas sobre as condições sociais das localidades maranhenses. Concebido no contexto do Planejamento Estratégico Institucional do MPMA (MPMA, 2025), o projeto visa fortalecer a atuação do órgão na defesa dos direitos sociais. Para viabilizar tecnologicamente os objetivos da iniciativa, foi desenvolvida, em parceria com a UEMA, a plataforma web de integração e visualização analítica dos dados do Mapa Social.

A iniciativa reúne dados relevantes para o monitoramento e a análise de políticas públicas, permitindo uma visão abrangente da realidade dos municípios maranhenses em áreas como Assistência Social, Educação, Saúde e orçamentos temáticos. A disponibilização dessas informações permite que promotores de justiça, gestores públicos, pesquisadores e cidadãos identifiquem diferenças entre municípios e acompanhem a implementação de políticas públicas, contribuindo para o direcionamento das ações institucionais e para a melhoria do acesso da sociedade à informação pública.

A adoção de programas de código aberto – caracterizados por uma licença que garante acesso ao código-fonte e direitos de uso, estudo, modificação e redistribuição do software – favorece a transparência tecnológica, a auditabilidade e a adaptação das ferramentas às necessidades da administração pública (Open Source Initiative, s.d.). O uso desse modelo na análise de indicadores sociais reduz a dependência de licenças comerciais e se relaciona aos princípios de transparência da Lei de Acesso à Informação e aos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 (Brasil, 2011; Organização das Nações Unidas, 2015).

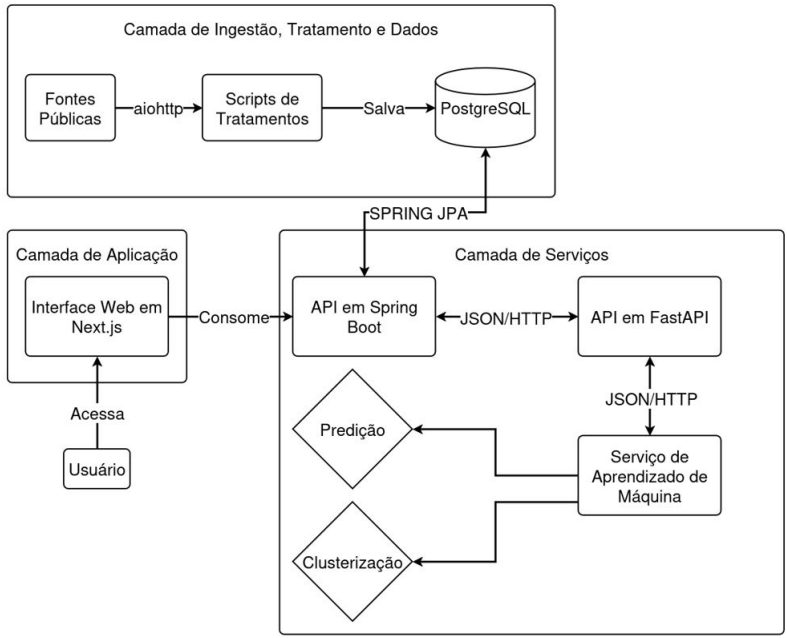
A integração dessas informações demanda procedimentos de preparação e análise de dados. McKinney (2018) apresenta recursos de tratamento e organização de dados com Python e Pandas, pertinentes à padronização de bases heterogêneas. Para o processamento analítico, Pedregosa *et al.* (2011) descrevem a biblioteca Scikit-learn, utilizada neste projeto nas funcionalidades de projeção e agrupamento de municípios. Essas ferramentas compõem a base tecnológica que conecta os dados coletados às possibilidades de exploração oferecidas pela plataforma.

Neste trabalho, apresenta-se a aplicação de ferramentas de código aberto na coleta, integração, análise e visualização de indicadores do Mapa Social, por meio do desenvolvimento de uma plataforma web capaz de reunir dados de diferentes fontes governamentais, padronizar os indicadores e disponibilizar recursos de consulta, visualização, projeção e comparação entre os 217 municípios maranhenses. De forma específica, buscou-se: levantar as bases de dados governamentais disponíveis; desenvolver um processo de Extração, Transformação e Carga (ETL) para automatizar a coleta e o tratamento dos dados; estruturar um banco de dados relacional para o armazenamento dos indicadores; desenvolver uma API REST para disponibilizá-los; implementar uma interface web de consulta e visualização; e avaliar a aplicação de recursos de projeção e de agrupamento de municípios com perfis semelhantes.

METODOLOGIA

A metodologia organiza-se em etapas relacionadas ao levantamento das fontes governamentais, à coleta e ao tratamento dos dados, ao armazenamento das informações, ao desenvolvimento dos serviços de back-end e à implementação da interface web. A arquitetura adotada utiliza exclusivamente tecnologias de código aberto e separa as responsabilidades de coleta, persistência, regras de negócio, análise dos dados e apresentação das informações, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Arquitetura geral da plataforma Mapa Social do Maranhão.



Fonte: elaboração dos autores (2026).

Ministério Público do Maranhão: o Contexto Institucional e a Concepção Estratégica do Mapa Social

O Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA) atua como uma instituição permanente e essencial à função jurisdicional do Estado, com a missão constitucional de defender a ordem jurídica, o regime democrático e os interesses sociais e individuais indisponíveis. Historicamente, o órgão tem exercido um papel fundamental no enfrentamento das complexidades socioeconômicas do Estado, atuando na tutela de direitos básicos e na fiscalização contínua dos serviços públicos essenciais. Essa responsabilidade institucional exige do MPMA uma postura ativa na exigência da efetivação de políticas públicas, justificando a busca por metodologias e tecnologias que qualifiquem sua intervenção na sociedade.

É nesse cenário que o projeto Mapa Social surge como uma resposta à necessidade de aprimorar a atuação baseada em evidências dentro do Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA). Concebido no contexto do Planejamento Estratégico Institucional, o projeto visa fortalecer a atuação do órgão na defesa dos direitos sociais e foi estruturado para avançar além da atuação estritamente reativa, fornecendo um diagnóstico técnico, objetivo e contínuo sobre as condições sociais dos 217 municípios maranhenses.

A complexidade de monitorar áreas sensíveis – como Assistência Social, Educação, Saúde e a alocação de recursos orçamentários – exige que os

promotores de justiça e gestores públicos tenham à disposição ferramentas capazes de centralizar e traduzir o vasto volume de dados governamentais dispersos em diferentes plataformas.

Nesse sentido, o Mapa Social foi idealizado não apenas como um painel de visualização, mas como um instrumento de suporte analítico voltado à indução e ao acompanhamento de políticas públicas. Para concretizar essa visão de inovação e governança de dados, estabeleceu-se a parceria técnica entre o MPMA e a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), viabilizada pelo fomento da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) por meio do programa PIBITI.

Esta colaboração interinstitucional permitiu que as demandas de planejamento e gestão do Ministério Público fossem traduzidas em requisitos de software, resultando no desenvolvimento da plataforma tecnológica do Mapa Social, sustentada pelos princípios da transparência tecnológica, da auditabilidade e da acessibilidade pública. A adoção de tecnologias de código aberto (open-source) no desenvolvimento da plataforma reflete o alinhamento da instituição com as diretrizes da Lei de Acesso à Informação e com os objetivos da Agenda 2030, favorecendo a independência tecnológica e a escalabilidade.

Dessa forma, o Mapa Social consolida-se como um projeto institucional que, apoiado por sua plataforma tecnológica, fortalece o papel do MPMA na defesa dos direitos sociais, subsidiando simultaneamente pesquisadores, gestores e a sociedade civil na busca por um controle social mais efetivo.

Coleta e Tratamento de Dados

A coleta e o tratamento dos dados são realizados por scripts em Python (Python Software Foundation, s.d.), escolhidos pela disponibilidade de bibliotecas voltadas à análise de dados, à automação de tarefas e à integração com bancos de dados. Os scripts utilizam as bibliotecas *asyncio e aiohttp* para executar requisições assíncronas às fontes governamentais – SIDRA, SAGICAD, IMESC e IPEADATA – , reduzindo o tempo necessário para a obtenção dos indicadores em relação a uma coleta síncrona.

Os dados recebidos são mantidos em memória como fluxos de bytes e processados com a biblioteca Pandas (McKinney, 2018), responsável pela seleção de colunas, tratamento de valores ausentes, conversão de tipos, padronização de referências temporais e adequação dos códigos municipais. O processo implementa ainda mecanismos de repetição de requisições diante de falhas de comunicação, aumentando a tolerância do pipeline a instabilidades das fontes externas. Após o tratamento, os dados são armazenados no PostgreSQL por meio da biblioteca SQLAlchemy, com atualizações periódicas controladas por um agendador interno.

Armazenamento e Disponibilização dos Indicadores

Os indicadores são armazenados no PostgreSQL, em uma base relacional organizada por áreas temáticas e vinculada aos códigos IBGE dos 217 municípios

do Maranhão (PostgreSQL Global Development Group, s.d.). Essa organização reúne os registros municipais, suas referências temporais e suas fontes, oferecendo uma base comum para as consultas e visualizações da plataforma.

A disponibilização das informações ocorre por uma API REST desenvolvida com Spring Boot, responsável pela comunicação entre a base de dados e a interface web (Spring, s.d.). Um serviço interno em Python com FastAPI e Scikit-learn complementa essa estrutura nas funcionalidades de projeção e agrupamento de municípios (Pedregosa *et al.,* 2011). A arquitetura geral apresentada na Figura 1 situa esses componentes no conjunto da aplicação.

Desenvolvimento do Front-End e Integração

A interface web é desenvolvida com o framework Next.js e a biblioteca React (Next.js, s.d.; React, s.d.), consumindo os dados da API REST e apresentando os indicadores por meio de páginas temáticas, filtros, tabelas, mapas e gráficos. O gerenciamento de estados e de efeitos assíncronos permite atualizar os componentes sem recarregar integralmente a página, e a interface adota componentes responsivos e recursos de acessibilidade voltados a diferentes perfis de usuários.

A integração dos componentes ocorre por requisições HTTP: o front-end consulta a API REST, que valida os parâmetros e acessa o PostgreSQL; nas funcionalidades de projeção e agrupamento, o Spring Boot encaminha os dados históricos ao serviço FastAPI e devolve o resultado ao front-end. Esse fluxo separa as responsabilidades do sistema em quatro componentes principais – o pipeline de dados em Python, o banco de dados PostgreSQL, o back-end em Spring Boot e o front-end em Next.js –, complementados pelo serviço FastAPI de aprendizado de máquina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento das fontes governamentais evidenciou diferenças significativas nos formatos, nas nomenclaturas, nos tipos de dados e nas formas de disponibilização das informações, o que representou um dos principais desafios da integração. A partir de rotinas de tratamento e padronização, os dados foram consolidados em um modelo unificado; na versão analisada, o pipeline reúne 48 indicadores provenientes das fontes integradas.

A migração de uma coleta síncrona, baseada na biblioteca *Requests*, para um processo assíncrono com *asyncio e aiohttp* reduz o tempo percebido de execução de aproximadamente dez para cerca de dois minutos no ambiente utilizado durante o projeto – comparação de caráter exploratório, sem constituir um benchmark controlado, uma vez que os valores podem variar conforme a conexão e a disponibilidade das fontes. Esse processo automatizado de ETL passou a ser executado na inicialização do ambiente ou conforme agendamento configurado, reduzindo o esforço manual de coleta e padronização.

A base consolidada e os serviços de consulta permitem recuperar indicadores por município e área temática, apoiando a apresentação integrada de informações de Educação, Saúde e Assistência Social. Esse resultado conecta a coleta e a padronização dos dados às funcionalidades de consulta e visualização disponibilizadas ao usuário.

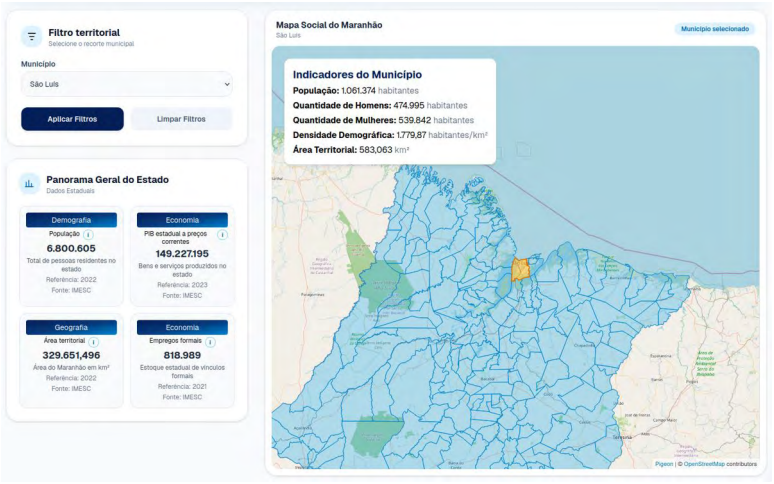
A interface web resultante, apresentada na Figura 2, organiza os indicadores em módulos temáticos e permite ao usuário selecionar um município, visualizar sua localização em um mapa interativo e consultar indicadores demográficos, econômicos, sociais e de infraestrutura para os 217 municípios do estado. As Figuras 3 e 4 apresentam, respectivamente, as visualizações dos dados gerais e dos dados principais do município de São Luís.

Figura 2 – Interface principal da plataforma Mapa Social do Maranhão.



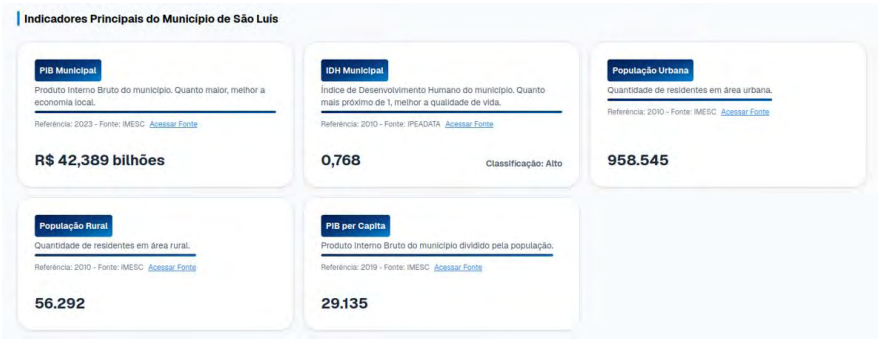
Fonte: elaboração dos autores (2026).

Figura 3 – Visualização de dados gerais do município de São Luís e panorama do estado.



Fonte: elaboração dos autores (2026).

Figura 4 – Visualização de dados principais do município de São Luís.



Fonte: elaboração dos autores (2026).

Para a geração de projeções, foram utilizados os algoritmos de Regressão Linear e Random Forest (Breiman, 2001), avaliados por meio do Erro Absoluto Médio (MAE) e do coeficiente de determinação R^2; o algoritmo com o menor MAE é selecionado automaticamente e retreinado com todos os registros disponíveis, com a projeção limitada ao intervalo entre zero e cem para indicadores percentuais. Complementarmente, implementou-se um processo de agrupamento de municípios com resultados semelhantes, com os valores normalizados por meio do RobustScaler e os algoritmos K-Means (MacQueen, 1967) e Clusterização Hierárquica Aglomerativa (Ward, 1963) testados entre dois e cinco grupos, selecionando-se a configuração de maior índice *silhouette* (Rousseeuw, 1987).

Durante o desenvolvimento, foram realizados testes automatizados para o serviço de projeção e de agrupamento, verificando casos de sucesso, validações de entrada, limites percentuais e o funcionamento dos respectivos *endpoints*, além da validação do back-end e do front-end por meio da compilação e execução das aplicações – o que indica funcionamento coerente das funcionalidades implementadas, ainda que não constitua uma avaliação formal de desempenho ou segurança em ambiente de produção.

Além do desenvolvimento técnico, o período da bolsa incluiu etapas de divulgação científica e de validação junto ao MPMA. Um estudo quantitativo sobre a taxa de analfabetismo nos municípios maranhenses, realizado pela equipe do laboratório, foi apresentado na Semana de Administração da Universidade Federal do Maranhão e recebeu premiação de destaque no evento. A equipe também apresentou a primeira versão não oficial da plataforma à Procuradoria-Geral de Justiça do MPMA, reunião que permitiu levantar requisitos em um contexto real de utilização (MPMA, 2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo desenvolver uma plataforma web de código aberto para integrar, analisar e visualizar indicadores sociais dos 217 municípios

maranhenses, ampliando o acesso a informações públicas e apoiando a atuação estratégica do Ministério Público do Estado do Maranhão. A metodologia empregada – pipeline assíncrono de ETL em Python, banco de dados relacional em PostgreSQL, API REST em Spring Boot, serviço analítico em FastAPI e interface em Next.js – permitiu automatizar a coleta e a padronização dos dados, integrar indicadores de diferentes fontes governamentais e disponibilizar recursos de consulta temática, visualização de séries históricas, projeção de valores e agrupamento de municípios com características semelhantes.

O desenvolvimento também possibilitou a apresentação acadêmica dos resultados e o levantamento de requisitos junto ao MPMA. Os resultados indicam a viabilidade do uso de ferramentas gratuitas e de código aberto, no contexto do protótipo desenvolvido, para a construção de soluções de transparência de dados públicos. A colaboração entre universidade e Ministério Público contribuiu para a construção de um instrumento de consulta e análise da realidade social do Maranhão, voltado a gestores, pesquisadores e cidadãos.

Como trabalhos futuros, destacam-se a ampliação do número de indicadores integrados, a incorporação de novos módulos temáticos e a avaliação formal de desempenho e de usabilidade da plataforma em ambiente de produção.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011.** Regula o acesso a informações previsto na Constituição Federal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 nov. 2011.

BREIMAN, L. Random Forests. **Machine Learning,** v. 45, p. 5–32, 2001.

MACQUEEN, J. **Some methods for classification and analysis of multivariate observations.** In: Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. Berkeley: University of California Press, 1967. p. 281–297.

MCKINNEY, W. **Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas**, NumPy and IPython. 2. ed. O'Reilly Media, 2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO MARANHÃO. **Planejamento Estratégico Institucional 2020–2025**. São Luís: MPMA, 2025.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO MARANHÃO. **São Luís – MPMA se reúne com Uema para tratar de pesquisa social no Maranhão**. São Luís: MPMA, 26 maio 2026. Disponível em: https://www.mpma.mp.br/sao-luis-mpma-se-reune-com-uema-para-tratar-de-pesquisa-social-no-maranhao/. Acesso em: 6 jul. 2026.

NEXT.JS. **Next.js Documentation.** Vercel, s.d. Disponível em: https://nextjs.org/docs. Acesso em: 19 jun. 2026.

OPEN SOURCE INITIATIVE. **The Open Source Definition.** s.d. Disponível em: https://opensource.org/osd. Acesso em: 23 jun. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015.

PEDREGOSA, F. *et al.* Scikit-learn: Machine Learning in Python. **Journal of Machine Learning Research**, v. 12, p. 2825–2830, 2011.

POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP. **PostgreSQL 14 Documentation.** Disponível em: https://www.postgresql.org/docs/14/. Acesso em: 23 jun. 2026.

PYTHON SOFTWARE FOUNDATION. **Python Documentation**. Disponível em: https://docs.python.org/. Acesso em: 19 jun. 2026.

REACT. React Documentation. Meta Open Source, s.d. Disponível em: https://react.dev/. Acesso em: 23 jun. 2026.

ROUSSEEUW, P. J. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. **Journal of Computational and Applied Mathematics**, v. 20, p. 53–65, 1987.

SPRING. **Spring Boot Reference Documentation.** Disponível em: https://docs.spring.io/spring-boot/. Acesso em: 23 jun. 2026.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association,** v. 58, n. 301, p. 236–244, 1963.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pela concessão da bolsa PIBITI, e ao Ministério Público do Estado do Maranhão (MPMA), pela parceria institucional que viabilizou o desenvolvimento do projeto Mapa Social.