

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA**  
**CAMPUS GUARABIRA**

**Lívia Freitas de Lucena**

**RELATÓRIO TÉCNICO**  
**Projeto Integrador em Sistemas para Internet (PISI): Vigilância Inteligente**

**GUARABIRA, PB**  
**2025**

**LÍVIA FREITAS DE LUCENA**

**RELATÓRIO TÉCNICO**

**Projeto Integrador em Sistemas para Internet (PISI): Vigilância Inteligente**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia  
em Sistemas para Internet, no âmbito do IFPB  
- Campus Guarabira, em cumprimento às  
exigências parciais para obtenção do título de  
Tecnólogo em Sistemas para Internet.

**Orientador**

Prof. Me. Lucas Vieira de Souza

**Coorientadora**

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Gabriela Guedes de Souza

Guarabira, PB

2025

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO IFPB - GUARABIRA**

L935r      Lucena, Livia Freitas de  
Relatório técnico: Projeto Integrador em Sistemas para Internet (PISI):  
Vigilância Inteligente / Livia Freitas de Lucena.- Guarabira, 2025.  
32f.: il.; color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Sistema para Internet).  
– Instituto Federal da Paraíba, Campus Guarabira, 2025.

"Orientação: Prof. Me. Lucas Vieira de Souza."

Referências.

1. Sistema para internet. 2. Epidemiologia. 3. Saúde pública. 4.  
Visualização de dados. I. Título.

CDU 004.4(0.067)

Elaborada por Rebeka Maria de Carvalho Santos Godeiro - CRB -15 432



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
CAMPUS GUARABIRA

**ATA 19/2025 - CCSTSI/DDE/DG/GB/REITORIA/IFPB**

**ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
CCS de Tecnologia em Sistemas para Internet

Aos 02 de setembro de 2025, às 13:30, no Laboratório de Informática de TSI, reuniram-se os membros da banca avaliadora, Lucas Vieira de Souza (Orientador), Gabriela Guedes de Souza (Coorientadora) e Rhavy Maia Guedes (Examinador Interno), para avaliarem a apresentação do *Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet* (Relatório Final do Projeto Integrador em Sistemas para Internet - PISI) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *campus* Guarabira, desenvolvido pelo(a) aluno(a) **Lívia Freitas de Lucena, matrícula de nº 202223810015**, intitulado "Projeto Integrador em Sistemas para Internet (PISI): Vigilância Inteligente", protocolado para apresentação de acordo com os requisitos expostos no Projeto Pedagógico de Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet. Após a apresentação, a banca apresentou, por unanimidade, pareceres a favor da aprovação do trabalho. Desta forma, o Trabalho de Conclusão de Curso foi **aprovado** e definiu-se a **nota final 70 (Setenta)**.

Nada mais havendo a tratar, às 17:00, encerraram-se os trabalhos, determinando a lavratura desta ata, que, após lida e considerada conforme, será assinada pelos presentes. Eu, Lucas Vieira de Souza, lavrei a presente ata.

Guarabira/PB, em 02 de setembro de 2025.

(assinado eletronicamente)

**LUCAS VIEIRA DE SOUZA**

Matrícula SIAPE: 3579201

Documento assinado eletronicamente por:

- **Lucas Vieira de Souza**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/09/2025 15:03:16.
- **Gabriela Guedes de Souza**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/09/2025 15:45:50.
- **Rhavy Maia Guedes**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/09/2025 08:35:16.
- **Lívia Freitas de Lucena**, DISCENTE (202223810015) DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET - CAMPUS GUARABIRA, em 09/09/2025 15:44:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/09/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 762731  
Verificador: face9f15dc  
Código de Autenticação:



*Por Livia Freitas de Lucena*  
*À minha família, por todo amor, incentivo e suporte em*  
*cada passo dessa trajetória. Aos professores, pela*  
*orientação, paciência e aprendizado compartilhado.*  
*Dedico!*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à minha família, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por serem o alicerce fundamental em todas as etapas desta trajetória acadêmica. Sem o suporte e incentivo de vocês, esta conquista não seria possível.

Manifesto, de maneira especial, minha gratidão aos professores que foram essenciais para minha formação no IFPB. Ao professor Rhavy Maia Guedes, por todo o conhecimento transmitido, pela generosidade e, sobretudo, por sempre acreditar no meu potencial. À professora Gabriela de Souza, pela paciência, dedicação e companheirismo, que tornaram o percurso mais leve e enriquecedor. Ao professor Lucas Vieira, que, mesmo tendo convivido por pouco tempo, edificou minha jornada acadêmica com seu exemplo e ensinamentos.

Agradeço ainda aos amigos que estiveram ao meu lado ao longo dessa caminhada, tornando os desafios mais suportáveis e as conquistas ainda mais significativas.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, expresso meu sincero reconhecimento e apreço.

## RESUMO

O avanço das tecnologias de informação tem se mostrado essencial para o fortalecimento da vigilância epidemiológica e para o apoio às políticas de saúde pública. Considerando o crescimento expressivo de dados relacionados às arboviroses no Brasil, em especial os casos de dengue, torna-se cada vez mais necessário o desenvolvimento de ferramentas capazes de organizar e apresentar tais informações de forma acessível e compreensível. Nesse contexto, este relatório técnico apresenta a documentação de um produto na forma de software, denominado Vigilância Inteligente. A aplicação Vigilância Inteligente foi desenvolvida com o objetivo de disponibilizar um dashboard interativo para o monitoramento epidemiológico da dengue no Brasil, possibilitando a análise de tendências, a comparação de dados históricos e a visualização regionalizada da doença. A plataforma busca contribuir para o acompanhamento das informações de saúde de maneira clara e dinâmica, oferecendo subsídios que podem auxiliar profissionais da saúde, gestores públicos e população na tomada de decisões estratégicas voltadas à prevenção e ao combate da dengue.

**Palavras-chave:** epidemiologia; dengue; saúde pública; visualização de dados.

## **ABSTRACT**

The advancement of information technologies has proven essential for strengthening epidemiological surveillance and supporting public health policies. Considering the significant growth of data related to arboviruses in Brazil, particularly dengue cases, it has become increasingly necessary to develop tools capable of organizing and presenting this information in an accessible and understandable way. In this context, this technical report presents the documentation of a software product called Vigilância Inteligente (Intelligent Surveillance). The Vigilância Inteligente platform was developed with the purpose of providing an interactive dashboard for the epidemiological monitoring of dengue in Brazil, enabling trend analysis, historical data comparison, and regionalized visualization of the disease. The platform aims to contribute to health information monitoring in a clear and dynamic manner, offering insights that can assist health professionals, public managers, and the population in making strategic decisions aimed at dengue prevention and control.

Keywords: epidemiology; dengue; public health; data visualization.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 01 - Diagrama de casos de uso.....                        | 24 |
| Figura 02 - Arquitetura da aplicação Vigilância Inteligente..... | 25 |
| Figura 03 - Diagrama de Dados.....                               | 26 |
| Figura 04 - Tela inicial.....                                    | 29 |
| Figura 05 - Tela mapa.....                                       | 29 |
| Figura 06 - Tela no modo escuro.....                             | 30 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 01 – Tabela de requisitos.....                        | 22 |
| Tabela 02 – Tabela de UserStories relacionada ao perfil..... | 23 |

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

|       |                                                 |
|-------|-------------------------------------------------|
| API   | Application Programming Interface               |
| CSV   | Comma-Separated Values                          |
| CSS   | Cascading Style Sheets                          |
| DB    | Database                                        |
| ETL   | Extract, Transform, Load                        |
| HTTP  | Hypertext Transfer Protocol                     |
| IBGE  | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| JSON  | JavaScript Object Notation                      |
| NGINX | Engine X (servidor web e proxy reverso)         |
| OMS   | Organização Mundial da Saúde                    |
| REST  | Representational State Transfer                 |
| SQL   | Structured Query Language                       |
| UF    | Unidade Federativa                              |
| UI    | User Interface                                  |
| UX    | User Experience                                 |
| WHO   | World Health Organization                       |

## SUMÁRIO

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO.....                                                  | 12 |
| 1.1 Objetivos.....                                                 | 13 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos.....                                   | 13 |
| 1.2 Estrutura do Trabalho.....                                     | 13 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....                                      | 14 |
| 2.1 Dengue e seus impactos no Brasil.....                          | 14 |
| 2.2 A vigilância epidemiológica como estratégia de controle .....  | 15 |
| 2.3 A vacinação contra a dengue no Brasil .....                    | 15 |
| 2.4 Tecnologias digitais e saúde pública.....                      | 16 |
| 2.5 Mapa e gráficos interativos como instrumentos de análise.....  | 16 |
| 2.6 Relevância para o desenvolvimento do projeto.....              | 17 |
| 3 METODOLOGIA.....                                                 | 17 |
| 3.1 Tipo de pesquisa.....                                          | 17 |
| 3.2 Metodologia de desenvolvimento .....                           | 18 |
| 3.3 Procedimentos metodológicos.....                               | 18 |
| 3.3.1 Levantamento de requisitos.....                              | 18 |
| 3.3.2 Tecnologias utilizadas.....                                  | 18 |
| 3.3.3 Etapas de desenvolvimento.....                               | 19 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                      | 19 |
| 4.1 Descrição geral da aplicação.....                              | 20 |
| 4.2 Descrição do problema abordado.....                            | 20 |
| 4.3 Público-alvo.....                                              | 20 |
| 4.4 Conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) ..... | 21 |
| 4.5 Funcionalidades principais.....                                | 21 |
| 4.6 Requisitos da Aplicação .....                                  | 21 |
| 4.7 User Stories.....                                              | 23 |
| 4.8 Diagrama de Casos de Uso .....                                 | 23 |
| 4.9 Arquitetura e integração da aplicação .....                    | 24 |
| 4.10 Modelo de Dados.....                                          | 25 |
| 4.10.1 Diagrama de modelo de dados relacional .....                | 26 |
| 4.11 Justificativa das Ferramentas Utilizadas.....                 | 26 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 4.12 Discussão dos resultados ..... | 27 |
| 4.13 Cronograma.....                | 28 |
| 4.14 Telas da aplicação.....        | 28 |
| 5 CONCLUSÃO.....                    | 30 |
| REFERÊNCIAS.....                    | 32 |

## 1 INTRODUÇÃO

As arboviroses representam um dos maiores desafios contemporâneos para a saúde pública brasileira. Dentre elas, a dengue destaca-se pela alta incidência e pelo impacto direto na população, sendo considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2024) uma das doenças tropicais de maior relevância mundial. No Brasil, somente em 2024 foram registrados mais de 4 milhões de casos prováveis da doença, com aumento significativo em relação ao ano anterior (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2025). Esse cenário evidencia a necessidade de instrumentos eficazes para a vigilância epidemiológica e o monitoramento contínuo dos indicadores de saúde.

Atualmente, a coleta e a divulgação de dados epidemiológicos no país são realizadas por diferentes órgãos governamentais, como o Ministério da Saúde e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Apesar da disponibilidade pública dessas informações, grande parte delas encontra-se dispersa em planilhas extensas ou sistemas de difícil acesso para usuários não especializados. Esse modelo limita a interpretação dos dados e, consequentemente, compromete a tomada de decisão rápida e estratégica por parte de gestores e profissionais de saúde.

Nesse contexto, surge **Vigilância Inteligente**, uma aplicação web interativa voltada ao monitoramento da dengue no Brasil. A solução foi projetada para centralizar dados epidemiológicos, oferecendo visualizações gráficas, comparativos históricos, mapa interativo e indicadores dinâmicos que permitem compreender a evolução da doença ao longo do tempo e em diferentes regiões do país.

A aplicação busca superar as limitações dos métodos tradicionais, proporcionando uma interface moderna, intuitiva e acessível, que facilita a exploração dos dados e apoia a gestão em saúde pública. Entre suas funcionalidades, destacam-se: a visualização geográfica da distribuição de casos, gráficos comparativos por unidade federativa e períodos selecionados, além de filtros interativos que permitem ao usuário explorar os dados de forma personalizada.

Assim, o **Vigilância Inteligente** visa contribuir tanto para a comunidade acadêmica quanto para órgãos públicos e a sociedade em geral, ampliando a transparência, a acessibilidade e a eficiência no acompanhamento das informações epidemiológicas relacionadas à dengue. Ao consolidar dados em um painel unificado e dinâmico, a solução

busca oferecer subsídios concretos para o planejamento de ações preventivas, a alocação de recursos e a formulação de políticas públicas voltadas ao enfrentamento da doença.

## **1.1 OBJETIVOS**

Desenvolver uma aplicação web interativa de apoio à vigilância epidemiológica, centralizando dados sobre a dengue no Brasil que permite a visualização de dados de maneira mais simplificada e consolidada.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos, podemos listar:

- Extrair dados epidemiológicos de fontes governamentais e unificá-los de forma organizada em uma aplicação centralizada.
- Realizar a limpeza e a seleção dos dados epidemiológicos extraídos, com o objetivo de sintetizar as informações e facilitar sua análise e visualização.
- Permitir filtros dinâmicos por unidade federativa e por período, oferecendo uma análise comparativa entre diferentes anos e regiões.
- Disponibilizar um mapa interativo do Brasil que evidencie, por intensidade de cor, a incidência da dengue nos estados, exibindo informações ao passar o cursor sobre cada unidade federativa.
- Fornecer dados acessíveis, garantindo clareza e usabilidade.

## **1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este relatório está organizado em cinco capítulos principais, além das referências, conforme descrito a seguir:

- Capítulo 1 – Introdução: apresenta o tema da pesquisa, a problemática abordada, a justificativa da escolha do assunto e os objetivos do trabalho.
- Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: reúne os conceitos e estudos relacionados à vigilância epidemiológica, dengue no Brasil, tecnologias para análise de dados em saúde e ferramentas de visualização interativa.

- Capítulo 3 – Metodologia: descreve os métodos utilizados para o desenvolvimento da aplicação, incluindo a arquitetura da aplicação, banco de dados, integrações e recursos empregados, como Docker, PostgreSQL, Flask, React, Nginx, Tailwind e Chart.js.
- Capítulo 4 – Resultados e Discussão: apresenta os resultados obtidos com a aplicação Vigilância Inteligente, explorando suas principais funcionalidades, as análises possíveis a partir dos filtros de dados e os ganhos em termos de acessibilidade da informação.
- Capítulo 5 – Considerações Finais: sintetiza as conclusões do trabalho, destacando suas contribuições, limitações e oportunidades de melhoria futuras.
- Capítulo 6 – Referências: lista as fontes bibliográficas e bases de dados utilizadas como fundamentação para o projeto.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A análise epidemiológica tem papel central na formulação de políticas públicas de saúde. Em um cenário marcado pelo aumento da circulação de doenças transmitidas por vetores, como dengue, chikungunya e zika, a utilização de tecnologias digitais para monitoramento e tomada de decisão torna-se cada vez mais necessária. Este capítulo aborda os fundamentos conceituais que sustentam a construção do sistema Vigilância Inteligente, enfatizando a relevância da vigilância epidemiológica, os impactos da dengue no Brasil, os avanços em tecnologias de informação aplicadas à saúde e as recentes iniciativas de vacinação como medida preventiva.

### **2.1 Dengue e seus impactos no Brasil**

A dengue consolidou-se como uma das maiores preocupações de saúde pública no Brasil, não apenas pela elevada incidência de casos, mas também pela complexidade que envolve seu controle. Segundo Castro et al. (2022), essas doenças impactam não apenas a saúde coletiva, mas também a capacidade dos sistemas de vigilância epidemiológica em responder de forma ágil e eficiente. Esse cenário é agravado pelo crescimento populacional, pela urbanização desordenada e pelas mudanças climáticas, fatores que ampliam o espaço de proliferação do mosquito *Aedes aegypti*. Os impactos vão além da esfera sanitária, a mesma representa custos expressivos para o sistema de saúde, sobrecarregando hospitais e unidades

de pronto atendimento durante epidemias. Além disso, a sazonalidade típica, marcada por picos de transmissão no período chuvoso, soma-se às desigualdades regionais em infraestrutura de saneamento básico e gestão de resíduos, criando um ambiente propício para a proliferação do *Aedes aegypti*.

Nesse contexto, a análise sistemática e regionalizada de dados epidemiológicos torna-se crucial. Entretanto, a fragmentação das informações em relatórios técnicos extensos ou bases de dados pouco acessíveis limita sua utilização por profissionais de saúde e pela sociedade. Ferramentas de visualização interativas, como *dashboards*, surgem como alternativas para traduzir grandes volumes de dados em informações compreensíveis, apoiando o planejamento de ações de prevenção e resposta rápida a surtos.

## **2.2 A vigilância epidemiológica como estratégia de controle**

A vigilância epidemiológica, enquanto política estruturante da saúde pública, tem como objetivo monitorar continuamente os padrões de ocorrência de doenças e eventos relacionados à saúde. No caso da dengue, ela se apoia em notificações obrigatórias no SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação) e no monitoramento laboratorial realizado por redes estaduais e municipais.

Entretanto, apesar do esforço institucional, ainda existem desafios: subnotificação, atraso na consolidação dos dados e dificuldade de acesso da sociedade a informações compreensíveis. O uso de aplicações digitais complementares, como *dashboards* interativos, surge como alternativa para tornar a informação mais acessível, ágil e transparente, ampliando o alcance da vigilância epidemiológica.

## **2.3 A vacinação contra a dengue no Brasil**

Além do controle vetorial e da vigilância, a vacinação tornou-se um marco recente na estratégia brasileira contra a dengue. Em 2023, a Anvisa aprovou o uso da vacina Qdenga (TAK-003), desenvolvida pela farmacêutica Takeda, que passou a ser incorporada ao

Programa Nacional de Imunizações (PNI) em 2024. O Brasil foi o primeiro país do mundo a oferecer a vacina gratuitamente pelo sistema público de saúde.

Segundo o Ministério da Saúde (2024), a vacinação prioriza inicialmente crianças e adolescentes de 10 a 14 anos, faixa etária responsável por elevada taxa de hospitalizações. A meta é reduzir a gravidade da doença e aliviar a pressão sobre os serviços de saúde.

A vacinação não elimina a necessidade de vigilância, mas a complementa: ao reduzir casos graves e óbitos, ela amplia a capacidade de resposta do sistema de saúde. A integração entre informações de cobertura vacinal e dados epidemiológicos pode se tornar, inclusive, um diferencial para análises futuras, permitindo avaliar a efetividade da campanha no contexto nacional.

## **2.4 Tecnologias digitais e saúde pública**

O avanço das tecnologias digitais tem transformado a forma como dados em saúde são coletados, armazenados e analisados. Soluções baseadas em bancos de dados relacionais (como PostgreSQL), linguagens de programação (como Python e React) e bibliotecas de visualização (Chart.js, D3.js, entre outras) viabilizam a construção de plataformas acessíveis e interativas.

Ferramentas como *dashboards* se consolidaram como instrumentos centrais na comunicação em saúde, traduzindo grandes volumes de dados em representações gráficas claras e interativas. A experiência durante a pandemia de COVID-19 consolidou esse modelo, demonstrando a importância de painéis de monitoramento em tempo real como instrumento de comunicação pública e de suporte à tomada de decisão governamental.

## **2.5 Mapa e gráficos interativos como instrumentos de análise**

A espacialização de dados é especialmente relevante em doenças transmitidas por vetores, como a dengue, cujo padrão de incidência se distribui de forma desigual pelo território nacional. Mapas interativos possibilitam identificar áreas críticas, visualizar tendências regionais e compreender fatores associados à transmissão, como densidade populacional e condições ambientais.

Combinados a gráficos temporais e comparativos, os mapas permitem análises mais completas, aproximando a linguagem dos dados da experiência cotidiana de gestores, pesquisadores e cidadãos. Além disso, recursos de interatividade — como filtros por ano, estado ou município — ampliam a utilidade da ferramenta, tornando a informação mais personalizada e de fácil interpretação.

## **2.6 Relevância para o desenvolvimento do projeto**

A fundamentação teórica apresentada evidencia a pertinência da aplicação Vigilância Inteligente, que busca integrar em um único ambiente:

- dados epidemiológicos da dengue;
- visualizações interativas por meio de gráficos e mapa;
- filtros temporais e regionais que facilitam a análise;
- perspectiva de integração futura com dados de vacinação.

Assim, a plataforma se alinha às necessidades contemporâneas de saúde pública, contribuindo para o fortalecimento da vigilância epidemiológica e oferecendo suporte tanto para gestores quanto para a população em geral.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Tipo de pesquisa**

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória e descritiva, com abordagem quantitativa e qualitativa. A pesquisa aplicada justifica-se pelo desenvolvimento de uma solução tecnológica voltada ao apoio à vigilância epidemiológica, possibilitando a análise de dados reais sobre a dengue no Brasil. O caráter exploratório e descritivo se manifesta tanto na investigação do cenário atual de monitoramento da doença quanto na criação de uma ferramenta que torne esses dados mais acessíveis, interativos e úteis para gestores e profissionais de saúde.

## **3.2 Metodologia de desenvolvimento**

Para o desenvolvimento da aplicação, foi adotada uma abordagem baseada em princípios de metodologias ágeis, especialmente inspirada no Scrum. Essa escolha se deu pela necessidade de dividir o projeto em ciclos curtos, favorecendo a validação contínua das funcionalidades, a adaptação a eventuais mudanças e a entrega incremental de valor. Cada ciclo incluiu etapas de planejamento, desenvolvimento, testes e revisão.

A aplicação foi estruturada em camadas, separando responsabilidades entre frontend, backend e banco de dados, com apoio de técnicas de containerização para garantir reprodutibilidade e escalabilidade.

## **3.3 Procedimentos metodológicos**

### **3.3.1 Levantamento de requisitos**

O levantamento de requisitos ocorreu por meio da análise de relatórios epidemiológicos do Ministério da Saúde e da observação das limitações enfrentadas em sistemas já existentes de disponibilização de dados, como os boletins epidemiológicos. Dessa análise, foram elencados requisitos funcionais principais:

- Exibir dados agregados por estado, município e semana epidemiológica;
- Permitir filtros interativos (UF e ano/semana);
- Disponibilizar gráficos comparativos de casos e óbitos;
- Integrar um mapa interativo do Brasil que represente a intensidade da doença;
- Possibilitar alternância entre modo claro e escuro;
- Oferecer uma busca textual de estados, com suporte a variações de escrita (acentos, abreviações).

### **3.3.2 Tecnologias utilizadas**

A aplicação foi desenvolvida utilizando tecnologias modernas, escolhidas pela sua robustez, escalabilidade e compatibilidade com ambientes acadêmicos e de produção:

- Backend: Flask (Python), integrado ao banco PostgreSQL para armazenamento estruturado dos dados epidemiológicos e Pandas para a extração dos dados.
- Banco de Dados: PostgreSQL, com carregamento em lote a partir de bases de dados públicas do Ministério da Saúde.
- Busca: Apache Solr, para consultas textuais flexíveis, especialmente no filtro por Unidades Federativas (UF).
- Frontend: React com Vite, associado ao TailwindCSS para estilização e ao Chart.js para geração de gráficos dinâmicos.
- Mapa interativo: React Simple Maps e D3.js, para visualização da distribuição espacial da dengue no território brasileiro.
- Containerização: Docker e Docker Compose, garantindo portabilidade e reprodutibilidade do ambiente.

### 3.3.3 Etapas de desenvolvimento

O projeto seguiu três etapas principais:

1. Preparação e modelagem dos dados: limpeza e estruturação da base de casos de dengue, adequando-a para consultas agregadas.
2. Implementação do backend: criação de rotas de API em Flask para fornecer dados de estados, municípios e semanas epidemiológicas.
3. Implementação do frontend: construção do dashboard interativo, integrando gráficos, mapa e filtros dinâmicos, com suporte a *dark/light mode*.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com o desenvolvimento da aplicação Vigilância Inteligente, bem como a análise crítica sobre sua utilização no monitoramento epidemiológico da dengue no Brasil.

## 4.1 Descrição geral da aplicação

O Vigilância Inteligente é uma aplicação web interativa voltado para a consolidação e visualização de dados epidemiológicos da dengue. Sua concepção partiu da necessidade de transformar grandes volumes de dados brutos em representações gráficas e geográficas de fácil interpretação.

A aplicação organiza informações por Unidade Federativa (UF), município e semana epidemiológica, permitindo o acompanhamento temporal e espacial da doença. O acesso centralizado em um *dashboard* reduz o tempo necessário para consulta de dados e oferece maior clareza na análise de tendências.

## 4.2 Descrição do problema abordado

Atualmente, os dados de arboviroses, como dengue, zika e chikungunya, são disponibilizados em planilhas e relatórios técnicos pelo Ministério da Saúde. Embora cumpram sua função institucional, esses formatos apresentam limitações para a análise dinâmica:

- Dificuldade de visualização comparativa entre diferentes anos ou estados;
- Baixa interatividade, restringindo a interpretação por parte de usuários não técnicos;
- Falta de integração em um ambiente visual unificado.

A aplicação proposta busca superar essas barreiras ao apresentar os dados em mapas, gráficos e tabelas interativas, ampliando a acessibilidade e apoiando a tomada de decisão.

## 4.3 Público-alvo

O Vigilância Inteligente foi projetado para atender múltiplos perfis de usuários:

- Gestores públicos de saúde, que necessitam de informações consolidadas para orientar políticas de prevenção;

- Profissionais de saúde, que podem utilizar os dados para embasar diagnósticos situacionais e campanhas educativas;
- Pesquisadores e estudantes, interessados em analisar padrões epidemiológicos;
- População em geral, como forma de transparência e conscientização sobre a evolução da doença.

#### **4.4 Conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)**

Embora trabalhe com dados de saúde, a aplicação respeita os princípios da Lei nº 13.709/2018 (LGPD). Os dados tratados são exclusivamente públicos, sem informações pessoais identificáveis. Além disso, para fins acadêmicos, exemplos, capturas de tela e diagramas utilizam dados fictícios ou anonimizados.

#### **4.5 Funcionalidades principais**

As principais funcionalidades implementadas no Vigilância Inteligente foram:

- Mapa interativo do Brasil: ao passar o cursor sobre cada estado, exibe-se o número de casos e óbitos, com intensidade de cor proporcional à incidência;
- Filtros dinâmicos: seleção por UF e ano epidemiológico, aplicados em tempo real a todas as visualizações;
- Gráficos comparativos: comparação entre diferentes anos, permitindo avaliar a evolução da doença;
- Alternância de modo claro e escuro, melhorando a usabilidade em diferentes contextos de visualização;
- Busca textual inteligente integrada ao Solr, para localizar estados de forma flexível, mesmo com variações de acentuação.

#### **4.6 Requisitos da Aplicação**

Os requisitos foram definidos com base na análise do problema e na proposta de solução da aplicação Vigilância Inteligente, considerando a necessidade de disponibilizar informações confiáveis, de fácil acesso e com visualização interativa.

Tabela 01 - Tabela de requisitos

| ID                                                  | Tipo          | Descrição                                                                                           |
|-----------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>RF_01: Visualizar casos por estado</b>           | Funcional     | A aplicação deve exibir dados agregados de casos e óbitos por Unidade Federativa (UF).              |
| <b>RF_02: Visualizar casos por período de tempo</b> | Funcional     | A aplicação deve apresentar séries temporais de casos e óbitos por período.                         |
| <b>RF_03: Busca textual por estado</b>              | Funcional     | A aplicação deve disponibilizar busca textual de estados com apoio do Solr, tolerando variação.     |
| <b>RF_04: Dashboard interativo</b>                  | Funcional     | A aplicação deve oferecer a alternância entre modo claro e modo escuro em toda a interface.         |
| <b>RNF_05: Modo claro/escuro</b>                    | Não Funcional | A aplicação deve ser compatível com os principais navegadores (Google Chrome, Firefox, Safari...).  |
| <b>RNF_06: Compatibilidade</b>                      | Não Funcional | A aplicação deve ser responsivo, acessível em computadores e dispositivos móveis.                   |
| <b>RNF_07: Usabilidade</b>                          | Não Funcional | A interface deve ser intuitiva, responsiva e acessível, adaptando-se a diferentes tamanhos de tela. |
| <b>RNF_08: Desempenho</b>                           | Não Funcional | Consultas devem responder em até 2 segundos em 95% das requisições.                                 |
| <b>RNF_9: Escalabilidade</b>                        | Não Funcional | A arquitetura deve permitir expansão futura para incluir outros dados ou integrações.               |
| <b>RNF_10: Portabilidade</b>                        | Não Funcional | A aplicação deve ser distribuído em contêineres Docker, assegurando sua execução em diferentes      |

|  |  |            |
|--|--|------------|
|  |  | ambientes. |
|--|--|------------|

Fonte: Produzido pelo autor

#### 4.7 User Stories

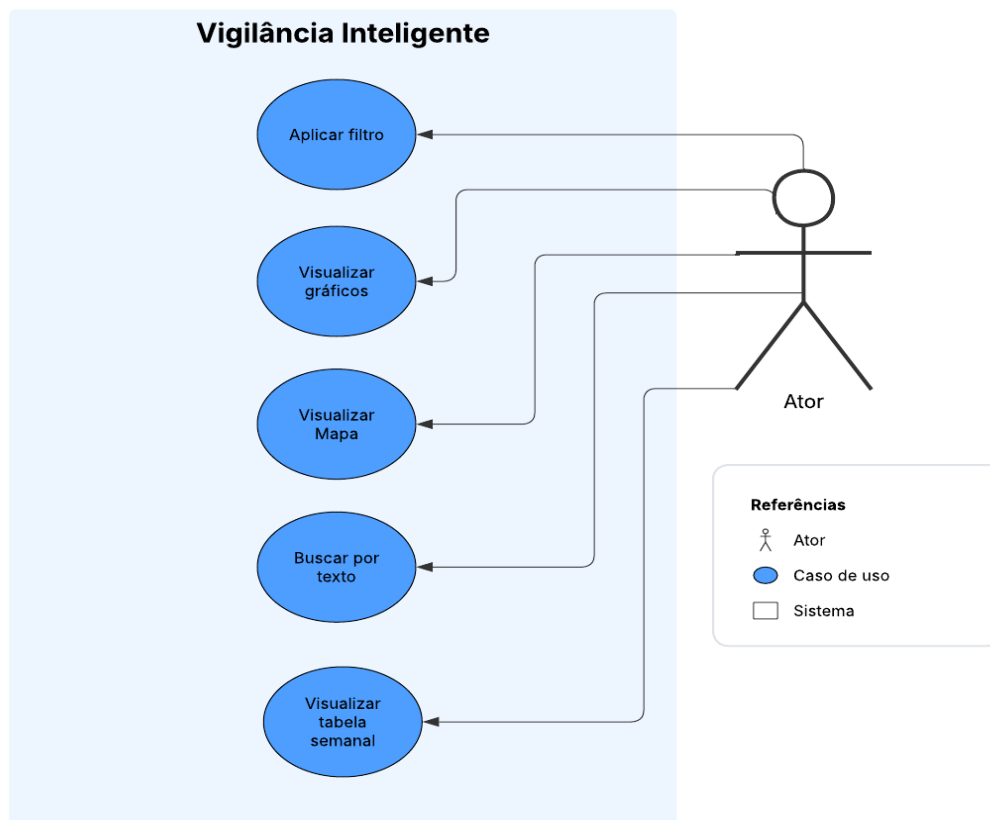
**Tabela 02** - Tabela de User Stories – perfil público

| ID                                       | Descrição                                                                                                    |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| US_01: Visualizar Dashboard              | Acessar a página inicial e ver indicadores nacionais, o mapa do Brasil e os gráficos com a tabela resumo.    |
| US_02: Buscar UF por texto               | O usuário precisa busca textual de estados com apoio do Solr, tolerando variação.                            |
| US_03: Aplicar filtro por ano            | O usuário filtra o período por ano, disponível no ano de 2024 e 2025.                                        |
| US_04: Aplicar filtro por mês.           | O usuário filtra o período por mês, disponível no formato numérico ou escrito.                               |
| US_05: Visualizar gráfico de comparação. | O usuário pode acessar e visualizar as informações do gráfico de acordo com o mês selecionado anteriormente. |
| US_06: Interagir com o Mapa.             | Possível explorar o mapa, visualizar os indicadores e navegar pelos estados.                                 |
| US_07: Alterar modo claro e escuro.      | Alternar o tema da interface com persistência da preferência do usuário.                                     |

Fonte: Produzido pelo autor

#### 4.8 Diagrama de Casos de Uso

Figura 01 – Diagrama de casos de uso



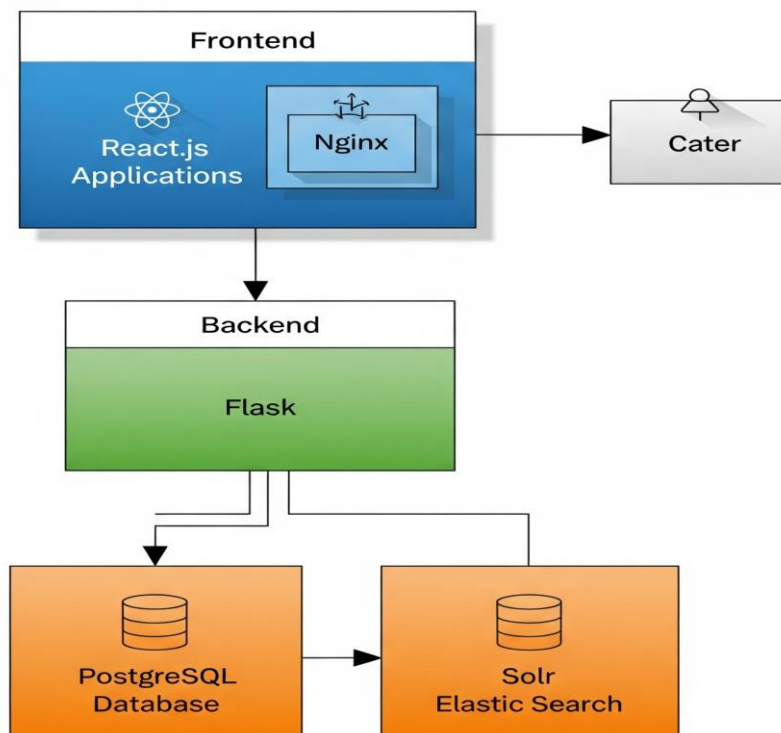
Fonte: Produzido pelo autor

#### 4.9 Arquitetura e integração da aplicação

A arquitetura segue o modelo cliente-servidor:

- O backend em Flask processa os dados do banco PostgreSQL e disponibiliza APIs;
- O frontend em React consome essas APIs e organiza os dados em gráficos e mapa;
- O TailwindCSS garante responsividade e personalização visual;
- O Apache Solr foi integrado para otimizar a busca textual de estados;
- A containerização com Docker assegura a reprodutibilidade do ambiente.

Figura 02 – Arquitetura do aplicação Vigilância Inteligente



Fonte: Produzido pelo autor

#### 4.10 Modelo de Dados

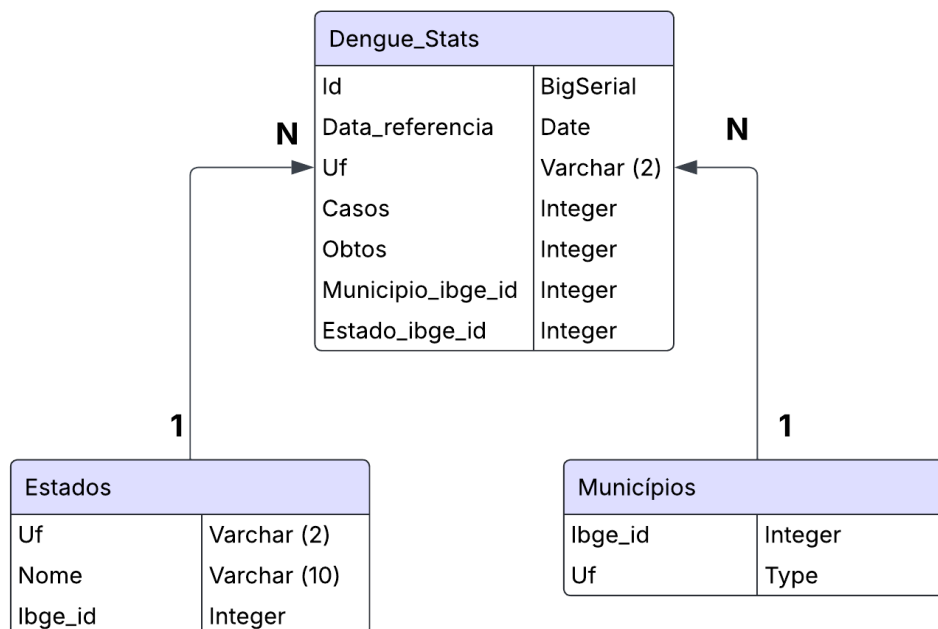
O banco de dados do Vigilância Inteligente foi estruturado de forma relacional, utilizando o PostgreSQL pela robustez no tratamento de grandes volumes de dados e pelo suporte nativo a índices avançados. A modelagem buscou refletir a realidade epidemiológica, permitindo consultas agregadas por estado, município e semana epidemiológica.

As principais entidades definidas foram:

- `dengue_stats`: concentra os registros de casos e óbitos, associados a data de referência e unidade federativa;
- `estados`: contém informações de identificação (nome, sigla e código IBGE) para garantir consistência nas relações;
- `municípios`: opcionalmente associados a casos específicos (com nome, uf e código IBGE)

#### 4.10.1 Diagrama de modelo de dados relacional

Figura 03 – Diagrama de Dados



Fonte: Produzido pelo autor

#### 4.11 Justificativa das Ferramentas Utilizadas

O desenvolvimento da aplicação exigiu a escolha de ferramentas que equilibrassem desempenho, flexibilidade e acessibilidade. A seguir, destacam-se as principais decisões:

- **Backend (Flask/Python)**: escolhido por ser leve, flexível e amplamente adotado em projetos de ciência de dados e APIs. A comunidade ativa e a vasta gama de bibliotecas científicas em Python facilitaram a manipulação e integração de dados epidemiológicos.
- **Banco de Dados (PostgreSQL)**: optou-se pelo PostgreSQL pela confiabilidade, pela possibilidade de lidar com conjuntos de dados volumosos e pela compatibilidade com indexação avançada, essencial para consultas rápidas.
- **Busca textual (Apache Solr)**: foi integrado para melhorar a experiência de pesquisa de estados e municípios. Solr permite buscas tolerantes a acentos e variações de grafia, além de escalabilidade futura para consultas mais complexas.

- Frontend (React): escolhido pela modularidade e pela facilidade de construção de interfaces dinâmicas, permitindo a criação de componentes reutilizáveis para gráficos, filtros e mapas.
- Estilização (Tailwind CSS): adotado pela rapidez no desenvolvimento visual e pela facilidade em aplicar temas claros e escuros, garantindo uma interface moderna e responsiva.
- Gráficos (Chart.js + react-chartjs-2): escolhidos pela simplicidade de integração com React e pela variedade de tipos de gráficos disponíveis, essenciais para comparações temporais e análises estatísticas.
- Mapas (React + React-Simple\_Map): optou-se por renderizar o mapa do Brasil com dados geográficos simplificados para garantir interatividade e boa performance no navegador.
- Containerização (Docker e Nginx): adotados para garantir reprodutibilidade e portabilidade, além de facilitar a separação entre o frontend, o backend e o banco de dados em ambientes de teste e produção.
- Controle de Versão (Git e GitHub): possibilita o versionamento e armazenamento do código.
- Ambiente de desenvolvimento (Visual Studio Code): permite a integração de várias tecnologias e suas ferramentas em um único local.

#### **4.12 Discussão dos resultados**

Os testes iniciais evidenciam que a aplicação contribui para uma maior clareza na análise epidemiológica, tornando informações antes restritas a relatórios técnicos acessíveis em ambiente visual e dinâmico. A combinação entre gráficos, mapa e filtros fortalece a interpretação dos dados, permitindo identificar surtos localizados e tendências temporais com maior agilidade.

Entretanto, alguns desafios foram observados:

- A busca via Solr, embora eficiente, precisa de ajustes para lidar melhor com acentuação e ordenação por relevância;
- O modo escuro requer maior refinamento de cores para destacar gráficos e mapas;

- A integração de mapa interativo precisa de refinamento para ter um desempenho rápido e ordenança com os estados.

### 4.13 Cronograma

Cronograma de Sprints

| Sprint   | Período               | Objetivos                                                                                                                          |
|----------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sprint 1 | Semana 1-<br>Semana 2 | Levantamento de requisitos; definição da arquitetura; criação do repositório e setup do ambiente; extração e tratamento dos dados; |
| Sprint 2 | Semana 3-<br>Semana 4 | implementação do backend inicial em Flask; configuração do banco PostgreSQL; integração com Docker.                                |
| Sprint 3 | Semana 3-<br>Semana 4 | Implementação do frontend com React; escolha e aplicação das bibliotecas; ajustes de design; testes.                               |

Fonte: Produzido pelo autor

### 4.14 Telas da aplicação

Figura 04 – Tela inicial

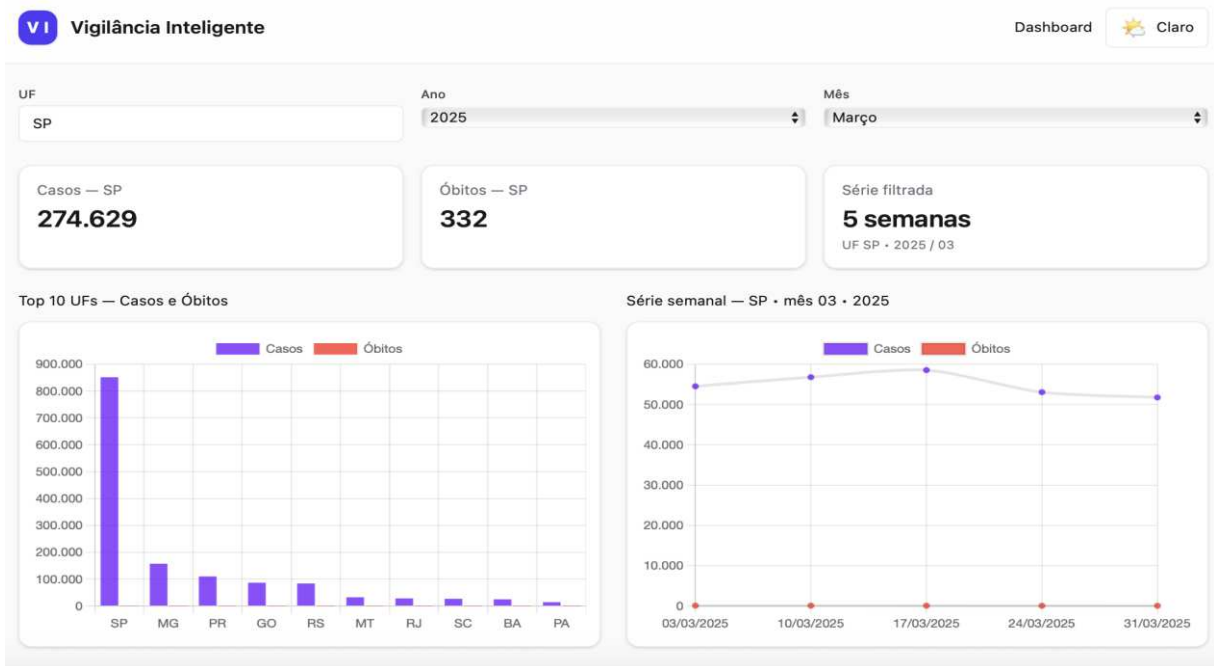


Figura 05 – Tela de mapa

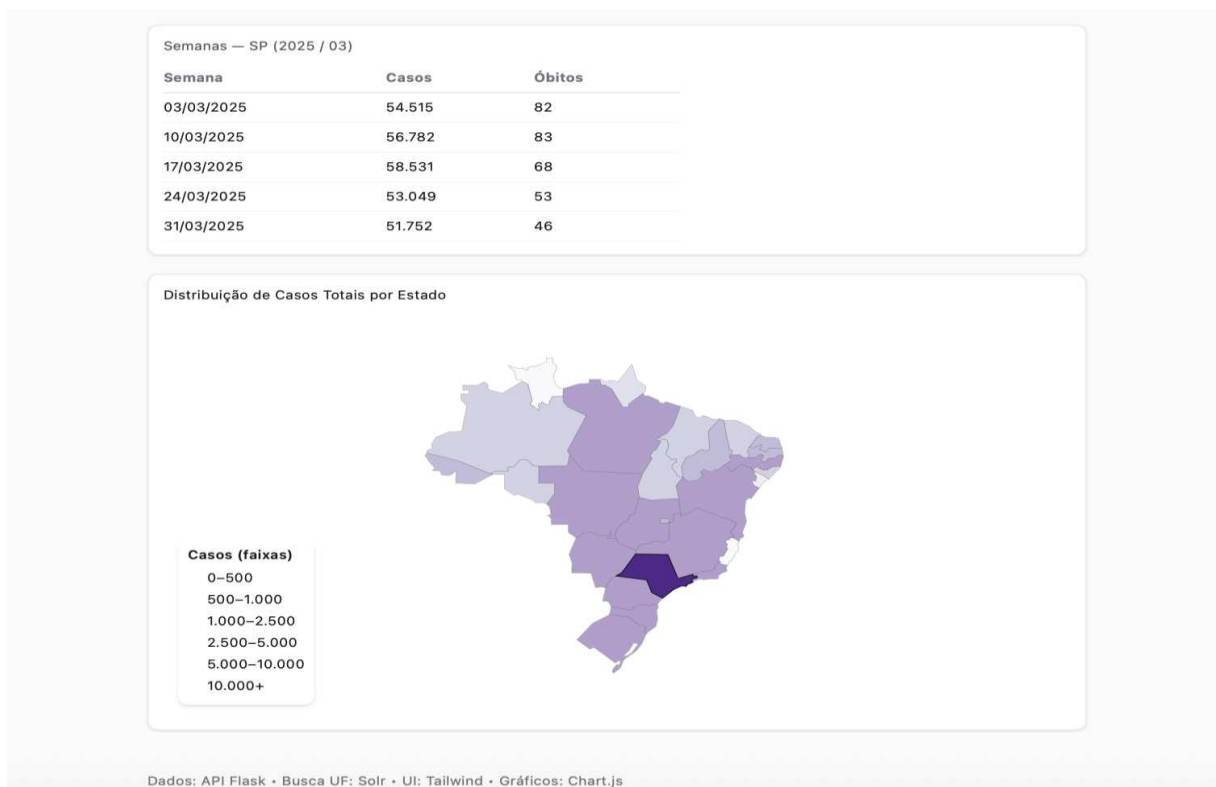
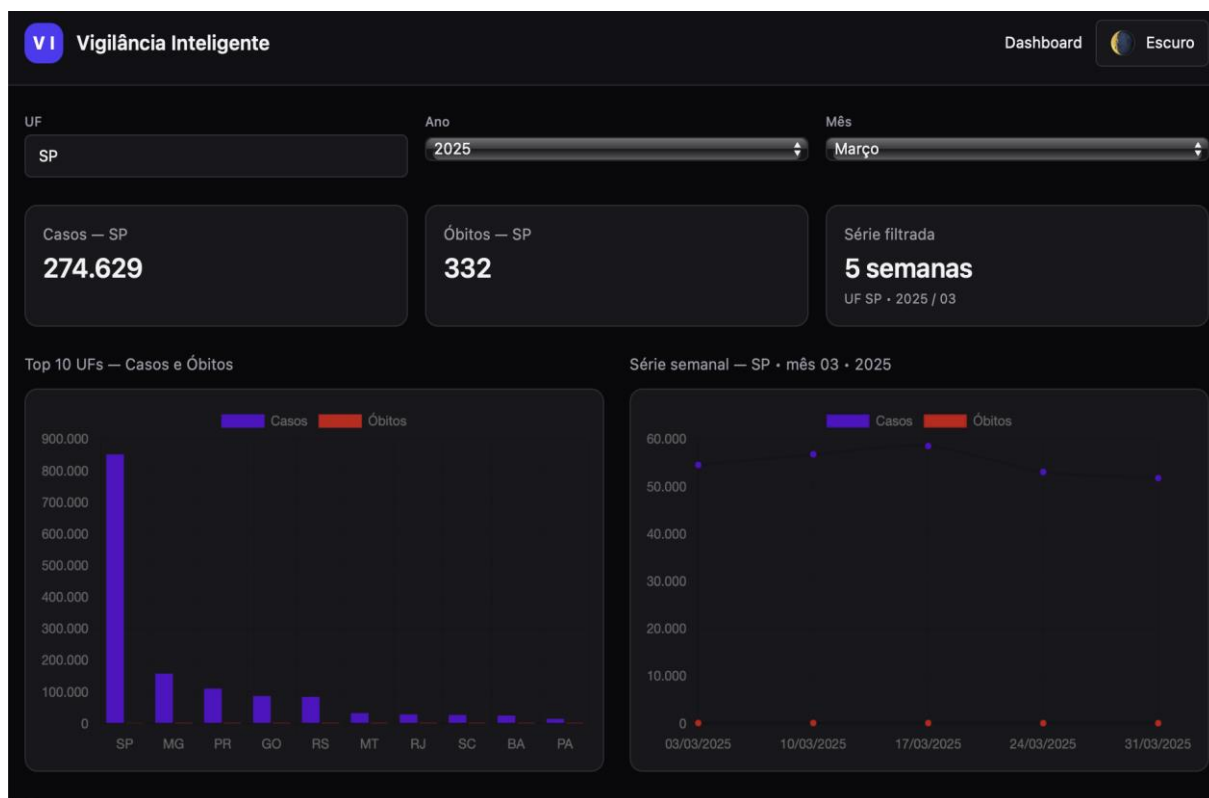


Figura 06 – Tela com modo escuro



## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Vigilância Inteligente permitiu comprovar a relevância de soluções digitais no campo da saúde pública, especialmente no que se refere ao monitoramento de arboviroses como a dengue. A centralização de dados em um dashboard interativo demonstrou ser uma estratégia eficaz para transformar grandes volumes de informações em visualizações claras e acessíveis, favorecendo a análise epidemiológica em diferentes níveis — do gestor público ao cidadão comum.

A aplicação atendeu ao objetivo de criar uma plataforma que integrasse recursos de visualização de séries temporais, mapas interativos e comparações históricas, possibilitando a identificação de padrões e tendências da doença. Além disso, a implementação de filtros dinâmicos mostrou-se fundamental para tornar a navegação intuitiva, promovendo flexibilidade na análise conforme região ou período selecionado.

Outro aspecto relevante foi a utilização de tecnologias modernas de frontend e backend, associadas ao banco de dados relacional e ao motor de busca Solr, o que garantiu desempenho satisfatório e maior robustez nas consultas. Essa integração evidencia como o

uso de ferramentas consolidadas pode contribuir para a criação de aplicações escaláveis, seguros e com potencial de expansão futura.

Como perspectivas de continuidade, sugerem-se:

- a incorporação de dados sobre campanhas de vacinação e índices de imunização contra a dengue, ampliando a base de informações disponíveis;
- o aprimoramento dos modelos de predição, utilizando técnicas de inteligência artificial para antecipar cenários de risco.
- a implementação de novos dados sobre outras doenças, como zika, tornando a aplicação mais agregadora;

Conclui-se, portanto, que o Vigilância Inteligente não apenas alcançou os objetivos propostos, como também abre caminho para novas pesquisas e aplicações no âmbito da saúde digital, contribuindo de maneira efetiva para a tomada de decisão estratégica e para a conscientização da sociedade frente aos desafios do combate à dengue.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Plano Nacional de Enfrentamento às Arboviroses. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

CASTRO, M. C. et al. Challenges for dengue surveillance and control in Brazil. *The Lancet Regional Health – Americas*, v. 12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100267>.

CAVALCANTE, K. R. L. J.; ALMEIDA, M. C. M. Dengue no Brasil: aspectos epidemiológicos e impacto na saúde pública. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 25, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-549720220001>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Dengue and severe dengue: key facts. Geneva: World Health Organization, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: 27 ago. 2025.

SILVA, R. A.; PEREIRA, L. F. Visualização de dados aplicada à saúde: uma revisão de literatura. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 39, n. 7, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT380423>.

VAZ, A. Sistemas informatizados e vigilância epidemiológica: novas perspectivas para a saúde pública. *Revista de Saúde Pública*, v. 57, 2023. DOI: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2023057000574>.