

Desenvolvimento de uma ferramenta de Visualização Interativa de Dados Epidemiológicos*

Gabriel Rodrigues de Castro¹
Victor Abreu Azevedo²
Magali Rezende Gouvêa Meireles³

Resumo

A pandemia de COVID-19 destacou a importância da análise de dados epidemiológicos para o entendimento da disseminação de doenças e para a implementação de medidas eficazes de controle. Apesar da existência de plataformas para visualização de dados epidemiológicos, ainda há espaço para o desenvolvimento de ferramentas que integrem novas tecnologias e aprimorem essas visualizações. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo geral desenvolver a ferramenta VIDE: Visualização Interativa de Dados Epidemiológicos, destinada a apresentar dados de maneira intuitiva e acessível, com foco na visualização de epidemias em diversas regiões do Brasil. Os objetivos específicos deste trabalho são: (i) importar diferentes bases de dados epidemiológicos para a aplicação, garantindo integridade e atualização dos dados; (ii) implementar recursos visuais, como mapas interativos, gráficos de barras e de área; e (iii) desenvolver mecanismos de filtragem relacionados às regiões do Brasil, enfermidade e período, permitindo aos usuários explorarem diferentes variáveis e perspectivas dos dados epidemiológicos. Para isso, a ferramenta utiliza tecnologias atuais como o *framework FastAPI* no *back-end* e bibliotecas *JavaScript* modernas *Chart.js* e *Leaflet* no *front-end*, que permitem a construção de visualizações interativas e responsivas. A expectativa dos autores é que a ferramenta VIDE contribua significativamente para a análise e interpretação de dados epidemiológicos, oferecendo uma plataforma acessível para as pessoas interessadas em explorar e compreender dados relacionados à saúde pública.

Palavras-chave: Análise de dados epidemiológicos, Visualização de dados, Ferramenta interativa, Saúde pública, Epidemiologia.

*Trabalho de conclusão de curso, Sistemas de Informação, Unidade São Gabriel

¹Bacharelado em Sistemas de Informação, Instituto de Ciências Exatas e de Informática da PUC Minas, Brasil – gabrielrodcastro@gmail.com

²Bacharelado em Sistemas de Informação, Instituto de Ciências Exatas e de Informática da PUC Minas, Brasil – azevedovictor6699@gmail.com

³Doutora em Ciência da Informação, UFMG, Brasil – magali@pucminas.br

Abstract

The COVID-19 pandemic has highlighted the importance of analyzing epidemiological data to understand the spread of diseases and to implement effective control measures. Despite the existence of platforms for visualizing epidemiological data, there is still room for the development of tools that integrate new technologies and improve these visualizations. In this context, the general objective of this work is to develop the VIDE: Interactive Visualization of Epidemiological Data tool, designed to present data in an intuitive and accessible way, with a focus on visualizing epidemics in various regions of Brazil. The specific objectives of this work are: (i) to import different epidemiological databases into the application, guaranteeing data integrity and updating; (ii) implement visual resources such as interactive maps, bar charts and area graphs; e (iii) to develop filtering mechanisms related to the regions of Brazil, disease and period, allowing users to explore different variables and perspectives of epidemiological data. To do this, the tool uses current technologies such as the FastAPI framework on the back-end and modern JavaScript libraries such as Chart.js and Leaflet on the front-end, which allow interactive and responsive visualizations to be built. The authors hope that the VIDE tool will make a significant contribution to the analysis and interpretation of epidemiological data, offering an accessible platform for people interested in exploring and understanding data related to public health.

Keywords: Epidemiological data analysis, Data visualization, Interactive tool, Public health, Epidemiology.

1 INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 destacou a importância da análise de dados epidemiológicos para o entendimento da disseminação de doenças e para a implementação de medidas eficazes de controle (Ayyoubzadeh, 2020). Essa análise foi fundamental para entender a disposição geográfica da doença, taxas de transmissão e grupos mais vulneráveis, além de avaliar a eficácia das medidas tomadas pelas autoridades de saúde (Araujo, 2021). De maneira similar, a análise contínua de dados epidemiológicos tem sido fundamental para a gestão de epidemias causadas por arboviroses, como a dengue, Chikungunya e Zika, que representam desafios constantes para a saúde pública brasileira (Skalinski et al., 2019). A análise desses dados auxilia na identificação de áreas de maior ocorrência, na identificação dos fatores de risco associados às doenças transmitidas por mosquitos e na condução de recursos e esforços de prevenção e controle (Albuquerque et al., 2002).

Embora já existam plataformas para visualização de dados epidemiológicos, há a necessidade de desenvolver uma nova ferramenta que integre as vantagens das plataformas existentes e supere suas limitações (Araujo, 2021). Essa ferramenta deve manter pontos fortes, como o acesso a dados abrangentes, confiáveis e atualizados, enquanto utiliza tecnologias mais inovadoras (Harayama, 2020). Além disso, ela teria a capacidade de preencher lacunas importantes no cenário atual, facilitando o entendimento dos dados epidemiológicos e fortalecendo a capacidade de resposta a desafios para saúde pública (Araujo, 2021).

Neste cenário, o trabalho propõe a criação de uma aplicação *Web* interativa, visando simplificar a visualização e a compreensão de informações epidemiológicas de diferentes áreas geográficas. Mediante recursos visuais, os usuários têm a oportunidade de observar tendências, identificar padrões e compreender a distribuição geográfica de enfermidades e condições de saúde. A criação desta ferramenta justifica-se devido a sua capacidade de concentrar e simplificar o acesso a dados epidemiológicos, produzindo uma melhor visualização desses dados, além de prover resultados relevantes para auxiliar na tomada de decisão na área da saúde. Espera-se que o desenvolvimento contribua para o avanço da gestão epidemiológica e da saúde pública, beneficiando profissionais da área e a população em geral.

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma aplicação *Web* com gráficos e mapas, de diferentes fontes de dados sobre patologias, para expor situações de epidemias no Brasil. Os objetivos específicos são: (i) importar diferentes bases de dados epidemiológicos para a aplicação, garantindo integridade e atualização dos dados; (ii) implementar recursos visuais, como mapas interativos, gráficos de barras e de área; e (iii) desenvolver mecanismos de filtragem relacionados às regiões do Brasil, enfermidade e período, permitindo que os usuários acessem diversas percepções acerca dos dados epidemiológicos.

As próximas seções estão organizadas da seguinte maneira. A Seção 2 contém o referencial teórico, que explica conceitos fundamentais para o entendimento do trabalho. A Seção 3 aborda os Trabalhos Relacionados, apresentando uma análise de pesquisas anteriores e ferramentas semelhantes, destacando as contribuições e lacunas que o presente trabalho planeja

preencher. Na Seção 4, é descrita a metodologia escolhida, incluindo as ferramentas e bibliotecas que são utilizadas no desenvolvimento da ferramenta. A Seção 5 apresenta os resultados obtidos com o desenvolvimento da ferramenta, descrevendo as funcionalidades implementadas, os testes realizados e a validação com uma profissional da saúde pública. Já a Seção 6 traz as considerações finais do trabalho, destacando as contribuições da ferramenta VIDE para a área da epidemiologia, bem como possíveis melhorias e propostas de trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta os principais tópicos acerca do trabalho realizado, sendo organizada nas seguintes subseções: Epidemiologia e Saúde Pública, Visualização de Dados, Linguagens para desenvolvimento *Web*, Tecnologias para Desenvolvimento *Web*.

2.1 Epidemiologia e Saúde Pública

A epidemiologia exerce um papel essencial na promoção da saúde coletiva e no enfrentamento das desigualdades sociais em saúde. Como ciência que estuda a distribuição e os determinantes dos agravos à saúde em populações humanas, ela fornece as bases para a vigilância em saúde, o controle de doenças e a formulação de políticas públicas mais eficazes (Albuquerque et al., 2002). Essa abordagem permite identificar padrões, tendências e fatores de risco associados a diferentes contextos epidemiológicos, apoiando decisões baseadas em evidências científicas.

Segundo Carroll (2014), o avanço das tecnologias de informação e a integração de dados clínicos e genômicos ampliaram significativamente o potencial da epidemiologia, permitindo análises mais robustas sobre a origem e o comportamento das doenças. A utilização de *big data* e de ferramentas computacionais tem possibilitado detectar surtos de forma precoce, prever a propagação de epidemias e orientar intervenções em tempo real, representando um marco na modernização da saúde pública.

Além do estudo dos fatores relacionados à ocorrência de doenças, a epidemiologia tem papel estratégico na formulação de estratégias de prevenção e controle. A partir da coleta, interpretação e análise de dados, os epidemiologistas desenvolvem ações direcionadas, como campanhas de vacinação, orientações de comportamento populacional, melhorias no saneamento básico e políticas de redução de riscos (Harayama, 2020). Essa atuação se estende também à avaliação da efetividade de programas de saúde, contribuindo para o aperfeiçoamento contínuo das ações governamentais e institucionais.

A epidemiologia também é um instrumento essencial na identificação das disparidades em saúde entre diferentes grupos populacionais. Estudos epidemiológicos permitem evidenciar como fatores socioeconômicos, étnico-raciais e geográficos influenciam o acesso aos serviços de saúde e os desfechos clínicos. Araujo (2021) destaca que, ao reconhecer essas desigualdades,

a epidemiologia pode orientar políticas públicas mais inclusivas, com foco na equidade e na justiça social.

Nesse mesmo sentido, Crisan et al. (2018) ressaltam a importância da visualização e análise de dados de saúde de forma acessível e interativa, sobretudo em contextos de pesquisa populacional. A aplicação de técnicas computacionais na organização de dados epidemiológicos facilita a comunicação científica e a tomada de decisão por parte de gestores, pesquisadores e profissionais de saúde.

2.2 Visualização de dados

A visualização de dados é o processo de transformar dados brutos em representações visuais compreensíveis, como gráficos, mapas, tabelas, infográficos e animações. O uso desses recursos visuais facilita o entendimento das informações e podem destacar relações entre elas (IBM, 2024).

Em tempos de transformação digital, as organizações contemporâneas coletam grandes volumes de dados continuamente a partir de sistemas internos, aplicativos, sensores, redes sociais e outras fontes digitais. No entanto, o valor real dos dados só é percebido quando eles são convertidos em *insights* acionáveis e é, nesse ponto, que a visualização se torna fundamental.

A representação visual de dados é uma ponte entre os dados complexos e a ação estratégica. Profissionais de ciência de dados, analistas e tomadores de decisão utilizam visualizações para explorar informações de forma mais intuitiva, identificar oportunidades e comunicar descobertas de maneira eficaz. Além disso, a visualização de dados ajuda a democratizar o acesso à informação dentro das organizações, permitindo que usuários não técnicos compreendam os dados e participem de processos de decisão baseados em evidências (AWS, 2023).

Existe uma vasta gama de técnicas e formatos para visualizar dados, cada um adequado para diferentes tipos de informação e propósitos de análise (IBM, 2024). A escolha do tipo de visualização é crucial para comunicar a mensagem de forma clara e eficiente. Alguns dos tipos mais comuns incluem:

- **Gráficos de Linhas:** usados principalmente para exibir tendências e progressões ao longo do tempo. São eficazes para mostrar a continuidade e a evolução de uma ou mais variáveis.
- **Gráficos de Pizza (ou Rosca):** mostram a proporção de cada categoria em relação a um todo. São mais eficazes quando há poucas categorias e as diferenças entre elas são significativas.
- **Tabelas:** úteis para exibir dados com alto nível de detalhe e precisão. São frequentemente utilizadas em relatórios técnicos, financeiros ou contábeis.
- **Mapas Geográficos e/ou de Calor:** permitem visualizar a distribuição espacial de dados, sendo úteis para análises de mercado, cobertura de serviços ou dados epidemiológicos.

- **Dashboards (Painéis de Controle):** são coleções de múltiplas visualizações (gráficos, tabelas, indicadores chave de desempenho - KPIs) organizadas em uma única tela para fornecer uma visão geral e consolidada do estado de um negócio, projeto ou processo.

A International Business Machines Corporation (IBM) (2024) destaca que uma visualização eficaz vai além da estética: ela deve ser clara, precisa e alinhada ao objetivo da análise. Visualizações mal escolhidas ou mal projetadas podem dificultar a interpretação e levar a conclusões equivocadas. Por isso, aplicar princípios de *design* e comunicação visual é essencial para garantir que a informação seja transmitida de forma compreensível e útil.

2.3 Linguagens para desenvolvimento Web

No desenvolvimento das interfaces, o *HTML* é uma linguagem de marcação responsável por estruturar páginas na *Web*. Disponibiliza elementos para limitar ou agrupar os conteúdos da página. Alguns elementos aplicam transformações em seu conteúdo, como definir as palavras em negrito e ajustar o tamanho da fonte (MDNWEBDOCS, 2023a).

A linguagem *JavaScript* é uma linguagem de programação utilizada na área de desenvolvimento *Web*. O *JavaScript* faz com que as páginas sejam mais complexas, com diversos tipos de recursos como a execução de ações mediante a eventos oriundos da interação com *mouse* e teclado, produção de conteúdos dinâmicos e até mesmo a possibilidade de criação de recursos em 3D (MDNWEBDOCS, 2023b). Os diversos recursos que a linguagem oferece e a sua capacidade de interação direta com os outros componentes utilizados no desenvolvimento de uma página *Web* como o *HTML* e *CSS*, faz dela uma das linguagens mais utilizadas (Hostinger, 2024).

Em relação ao *back-end*, a linguagem de programação *Python* é uma linguagem multi-plataforma gratuita, com diversas bibliotecas. Esta linguagem possui uma curva de aprendizado simples, pode ser integrada em outros sistemas de linguagens diferentes. É, geralmente, utilizada para aplicações *Web*, *softwares*, ciência de dados e *machine learning* (AWS, 2024).

2.4 Tecnologias para desenvolvimento Web

Para o desenvolvimento de gráficos, o *Chart.js* é uma biblioteca *JavaScript* focada na construção de gráficos para páginas da *Web*. Os gráficos são construídos utilizando a tag `<canvas>` do *HTML5*, sendo otimizados para dispositivos móveis. A biblioteca oferece diversas opções de gráficos, como de barras, pizza e de área (Manzano, 2020).

Um mapa coroplético é um tipo de mapa temático que utiliza diferentes tonalidades de cor para representar a distribuição de dados em áreas geográficas (Infogram, 2024). Para desenvolvê-lo, a biblioteca *Leaflet* é responsável por construir mapas dinâmicos personalizáveis. A mesma é gratuita, de código aberto, conta com documentação detalhada, otimização

para dispositivos moveis e possui suporte para *plugins* com funcionalidades complementares (Agafonkin, 2025).

No contexto de *frameworks* para *back-end*, o FastAPI é um *framework* moderno desenvolvido para a linguagem *Python*. Lançado e mantido por Sebastián Ramírez, em 2018, ele foi criado para resolver problemas presentes em outros *frameworks* da época, como desempenho e facilidade de uso (Lima, 2022).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Silva (2013) enfatiza o uso de gráficos estatísticos de controle na avaliação de dados de vigilância epidemiológica. A pesquisa destaca a importância dessas ferramentas estatísticas na identificação antecipada de epidemias e surtos de enfermidades de notificação obrigatória, auxiliando os profissionais de saúde a reconhecerem padrões que não estão no controle das enfermidades e orientando-os na aplicação de estratégias de prevenção efetivas. A escritora destaca a relevância dos gráficos de controle estatístico como ferramentas práticas e de fácil utilização na avaliação de informações ligadas à vigilância em saúde pública. Destaca que, mesmo diante de alguns desafios ligados aos dados epidemiológicos, esses gráficos podem auxiliar os gestores a compreender as informações e guiá-los para medidas preventivas e de controle. Também se destaca, no trabalho, a importância do tempo na detecção precoce de surtos e epidemias para reduzir o número de casos e óbitos.

Kaieski (2014) aborda a relevância da apresentação e interpretação de dados de saúde pública. A pesquisa se concentra na conexão entre a ocorrência de enfermidades e as condições climáticas. O estudo destaca a relevância do acompanhamento constante da saúde pública e do entendimento dos diversos fatores que impactam a ocorrência de enfermidades para a elaboração de políticas e medidas efetivas para fomentar a saúde coletiva. O estudo destaca a relevância de criar uma metodologia que possibilite um entendimento mais profundo da relação de dependência entre a ocorrência de enfermidades e as condições climáticas, visando auxiliar na tomada de decisões mais conscientes sobre a saúde pública. A metodologia desta dissertação oferece uma contribuição para a área de saúde pública, demonstrando a relevância do monitoramento, análise dos dados e favorecendo o entendimento e a tomada de decisão.

Passos (2023) discute a crescente necessidade de interfaces gráficas eficazes que transmitam informações de maneira compreensível e acessível. A criação da aplicação envolve a elaboração de um formulário e de um mapa interativo do Brasil, possibilitando que os usuários interajam e utilizem as representações gráficas. A metodologia adotada envolve *JavaScript* e as bibliotecas *Chart.js* e *Highcharts* para criar representações gráficas de dados de imunização infantil, simplificando a análise e a compreensão dessas informações. Este estudo foi importante para estabelecer um fundamento sobre os recursos e ferramentas utilizadas na elaboração de um sistema *Web* para a visualização dos índices de vacinação infantil no Brasil.

Gomes Jr. (2023) ressalta a relevância de uma visualização eficaz de dados para a to-

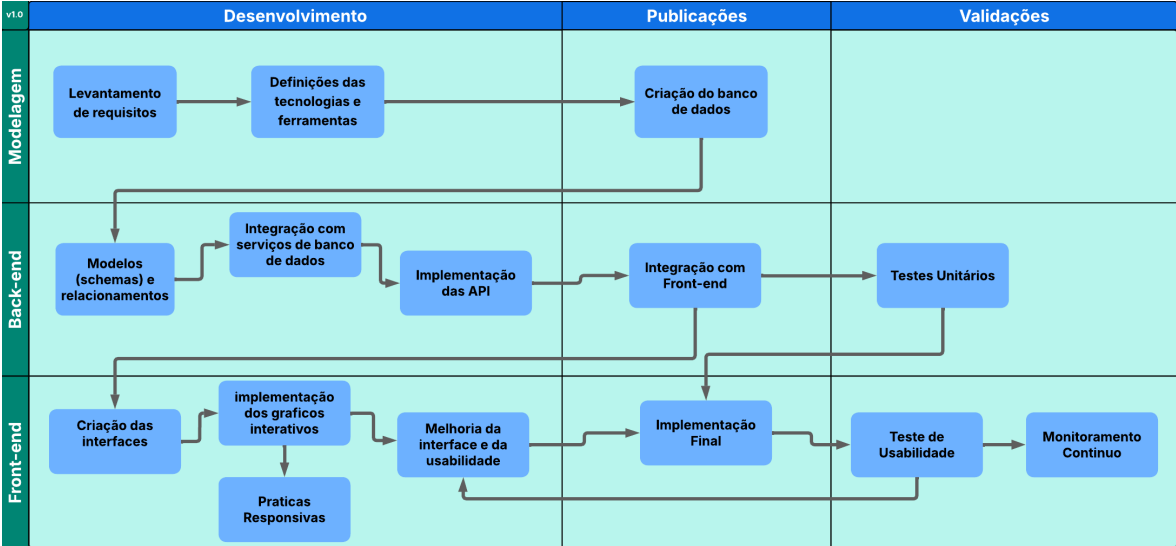
mada de decisões. No seu trabalho, é desenvolvido um módulo integrado para a visualização de informações relacionadas ao SADE, o programa de *software* usado no Programa de Assistência Cirúrgica e Dermatológica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). O autor fundamenta o desenvolvimento do módulo de visualização em princípios de percepção humana, tais como o princípio da proximidade, similaridade e continuidade. Além disso, ele emprega técnicas de *design* mais eficientes e prazerosas para a compreensão humana.

Os trabalhos apresentados nesta seção fornecem embasamento teórico, metodológico e prático para o desenvolvimento da ferramenta VIDE. Silva (2013) reforça a importância dos gráficos estatísticos na detecção precoce de surtos, alinhando-se ao objetivo da VIDE de facilitar a identificação de padrões em dados epidemiológicos. Kaieski (2014) destaca a necessidade de integrar múltiplas variáveis, como condições climáticas, na análise de dados, o que ressalta a relevância dos mecanismos de filtragem e visualização propostos pela VIDE. Passos (2023) oferece um exemplo prático de como tecnologias como *JavaScript* e bibliotecas gráficas (*Chart.js* e *Leaflet*) podem ser utilizadas para criar interfaces interativas, diretamente aplicáveis ao desenvolvimento da VIDE. Enquanto o trabalho de Passos (2023) se concentrou na apresentação estática de dados, o presente trabalho dá continuidade à proposta, ampliando significativamente suas funcionalidades. A ferramenta VIDE avança ao tornar as bases de dados dinâmicas e flexível, permitindo ao usuário importar novas fontes de dados, e também ao implementar recursos de compartilhamento de dados e relatórios entre usuários, além de personalização completa das visualizações. Com isso, o sistema evolui de uma solução focada apenas na apresentação de informações e passa a ser uma plataforma interativa e colaborativa, voltada para diversos contextos da saúde pública, com foco em análise, personalização e colaboração entre usuários. Por fim, Gomes Jr. (2023) contribui com princípios de *design* e percepção humana que garantem a usabilidade e acessibilidade da ferramenta, aspectos essenciais para que a VIDE seja eficiente e intuitiva para seus usuários.

4 METODOLOGIA

A presente seção tem como objetivo detalhar as etapas percorridas durante o desenvolvimento do trabalho. A Figura 1 apresenta a sequência dos passos realizados no desenvolvimento da aplicação.

Figura 1 – Fluxograma da Metodologia



Fonte: Elaborado pelos autores.

O processo de criação da aplicação iniciou-se de forma estruturada e dividido em três grandes fases: Desenvolvimento, Publicações e Validações, conforme ilustrado na Figura 1. Cada fase contempla etapas específicas. Sendo assim, o desenvolvimento do trabalho foi dividido nas seguintes etapas de modelagem, *back-end* e *front-end*, que foram descritas nas próximas subseções.

4.1 Modelagem

As atividades de modelagem foram iniciadas com o levantamento de requisitos, a fim de compreender as necessidades funcionais e não funcionais do sistema. Posteriormente, foi realizada a definição das tecnologias e ferramentas a serem utilizadas, como *frameworks* e banco de dados. Com base nessas definições, foi possível estruturar o modelo de dados, incluindo entidades, atributos e relacionamentos, que foram posteriormente utilizados na criação do banco de dados.

4.1.1 Levantamento dos requisitos

O primeiro passo foi a realização de uma análise com base na metodologia proposta por Passos (2023) para desenvolvimento de sistemas de informação em saúde, combinada com uma análise detalhada do contexto de visualização de dados epidemiológicos. Foram identificadas as limitações das soluções existentes do cenário atual, como a ferramenta do NIES (Núcleo de Informações Estratégicas em Saúde) baseada em *PowerBI*, e as boas práticas em visualização de dados em saúde pública, para entender o contexto da visualização de dados epidemiológicos e identificar as principais necessidades da aplicação. A partir dessas análises, foram levantados os requisitos essenciais, como a necessidade de suporte a diferentes tipos de gráficos, integração com múltiplas fontes de dados, responsividade da interface e mecanismos de filtragem por região, doença e período.

Esse levantamento serviu como base para a modelagem do sistema, permitindo estruturar os dados de maneira adequada e guiar as decisões técnicas das etapas seguintes.

4.1.2 Definição das tecnologias e ferramentas

Com os requisitos definidos, a etapa seguinte foi a escolha das tecnologias e ferramentas mais adequadas para atender às necessidades do projeto. Foi decidido utilizar *MySQL* como sistema gerenciador de banco de dados, *Python* com o *framework FastAPI* para o *back-end*, e *JavaScript* com as bibliotecas *Chart.js*, *Leaflet* e *Bootstrap* para o *front-end*.

Essas tecnologias foram escolhidas por sua maturidade, flexibilidade e capacidade de integração, além de permitirem a criação de soluções escaláveis, performáticas e de fácil manutenção.

4.2 Desenvolvimento do Back-end

O desenvolvimento do *back-end* teve como foco garantir a eficiência no armazenamento, manipulação e disponibilização dos dados epidemiológicos. Para isso, foi utilizado o *MySQL* como sistema gerenciador de banco de dados, escolhido por sua robustez, confiabilidade e compatibilidade com a linguagem *Python*. A modelagem seguiu os princípios de normalização, com o objetivo de evitar redundâncias e assegurar a integridade das informações. Foram estabelecidos relacionamentos entre as tabelas para viabilizar o compartilhamento de *datasets* entre usuários, bem como a geração de relatórios personalizados.

A integração com o banco de dados foi realizada utilizando o *SQLAlchemy*, que permite mapear as tabelas do banco em classes *Python*. Essa abordagem proporcionou maior flexibilidade, além de facilitar a manutenção e a escalabilidade da aplicação.

A API da aplicação foi desenvolvida com o *framework FastAPI*, escolhido por sua alta

performance e simplicidade na criação de serviços RESTful. Os *endpoints* foram projetados para oferecer respostas rápidas no formato *JSON*, permitindo que o *front-end* consuma os dados de maneira eficiente. A arquitetura desenvolvida no *back-end* favorece a modularidade, permitindo a adição de novas funcionalidades futuras com baixo acoplamento e alta coesão entre os módulos.

4.3 Desenvolvimento do *Front-end*

O *front-end* da aplicação foi desenvolvido com foco em proporcionar uma experiência de usuário clara, responsiva e interativa. Para isso, foram criadas interfaces dinâmicas utilizando *JavaScript*, que se comunica com a API por meio de requisições *HTTP* assíncronas, permitindo a exibição em tempo real dos dados processados no *back-end*.

A exibição dos dados foi enriquecida com o uso das bibliotecas *Chart.js* e *Leaflet*, ambas amplamente utilizadas na criação de visualizações interativas. Com essas ferramentas, foi possível representar os dados por meio mapas interativos e de gráficos de linha, barra e dispersão, oferecendo aos usuários diferentes perspectivas de análise. Além disso, a interface foi construída com o *framework Bootstrap*, garantindo responsividade e compatibilidade com diferentes dispositivos e tamanhos de tela e mantendo a usabilidade e a clareza da visualização dos dados.

4.4 Validações

A fase de validações prevista nas etapas de *back-end* e *front-end* contemplou a realização de testes unitários no *back-end*, garantindo o correto funcionamento da lógica de negócio, bem como testes de usabilidade no *front-end*, onde foram simuladas interações com a aplicação para identificar pontos de melhoria. A partir desses testes, foram feitas iterações que resultaram em uma aplicação mais estável e amigável.

Além disso, foram aplicadas práticas de monitoramento contínuo, com foco na observação do desempenho do sistema e possíveis comportamentos dos usuários, permitindo eventuais ajustes mesmo após a implementação final.

Como parte do processo de validação qualitativa da ferramenta VIDE, foi realizada uma entrevista semiestruturada com uma enfermeira da área da saúde pública, com atuação durante a pandemia de COVID-19 em nível municipal. O objetivo dessa etapa foi obter uma perspectiva prática quanto à usabilidade, utilidade e clareza das visualizações apresentadas na aplicação.

A entrevista foi realizada após o período de interação da profissional com o sistema. Foi utilizado o *notebook* dos autores. Inicialmente, foi apresentado a ela um resumo das funcionalidades da ferramenta e, após, foi solicitado que ela fizesse o processo de importação de uma fonte de dados enquanto os autores estavam disponíveis ao lado para tirar dúvidas quanto ao

fluxo de uso do sistema. Após importada a fonte de dados e criado o relatório, foi pedido que simulasse situações reais de análise de dados epidemiológicos, e utilizasse os filtros disponíveis. Por fim, após a profissional terminar a interação com o sistema, foram feitas as perguntas:

- "Quais aspectos achou positivo na ferramenta?"
- "O que achou dos elementos gráficos e dos filtros?"
- "Tem sugestões de melhorias que gostaria de apontar? Quais?"
- "No geral, a experiência foi positiva?"

E conforme foram sendo feitas as perguntas, a entrevistada relatou sua experiência com o sistema e destacou pontos que considerou relevantes.

Essa validação permitiu avaliar o alinhamento da ferramenta com as demandas práticas do setor público/privado de saúde, especialmente no contexto de gestão de epidemias, e ofereceu insumos relevantes para ajustes futuros visando aprimorar a eficácia da aplicação.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados relacionados ao desenvolvimento deste trabalho.

5.1 Levantamento dos Requisitos

Foi realizada a etapa de análise detalhada das necessidades dos usuários, com o objetivo de garantir que o sistema proposto atendesse de forma eficiente às demandas identificadas. Foram determinados os requisitos funcionais e não funcionais, que representam as funcionalidades esperadas do sistema e as restrições de desempenho e de arquitetura que ele deve cumprir. O Quadro 1 apresenta os requisitos funcionais e o Quadro 2, os requisitos não funcionais definidos para o sistema.

Quadro 1 – Requisitos Funcionais

Requisitos	Descrição	Prioridade
RF1: Importação de bases	O sistema deve permitir importação bases de dados distintas em formato colunar	Alta
RF2: Geração de relatórios	O sistema deve permitir gerar relatórios customizáveis.	Alta
RF3: Visualização geográfica	O sistema deve permitir exibir mapas interativos com dados filtráveis.	Alta
RF4: Compartilhamento de dados	O sistema deve permitir compartilhamento de relatórios e dados entre usuários.	Alta
RF5: Cadastro de usuários	O sistema deve permitir cadastro e login de usuários com nome de usuário e senha.	Média

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2 – Requisitos Não Funcionais

Requisitos	Descrição	Prioridade
RNF1: Suporte a múltiplos <i>uploads</i>	O sistema deve suportar o envio de múltiplas bases de dados por usuário.	Alta
RNF2: Desempenho dos relatórios	O relatório poderá possuir no mínimo um e no máximo quatro elementos visuais	Alta
RNF3: Limite de tamanho de arquivos	O sistema deve aceitar arquivos de até 1 <i>gigabyte</i> (1 GB), rejeitando os maiores.	Alta
RNF4: Segurança da autenticação	As senhas e <i>tokens</i> devem ser armazenados com criptografia segura.	Alta
RNF5: Arquitetura escalável	O sistema deve utilizar arquitetura em camadas, permitindo escalabilidade.	Alta

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2 Desenvolvimento

Esta subseção apresenta as etapas do desenvolvimento conforme descrito na metodologia, juntamente com os resultados alcançados em cada uma delas.

5.2.1 Estrutura e Implementação do Back-end

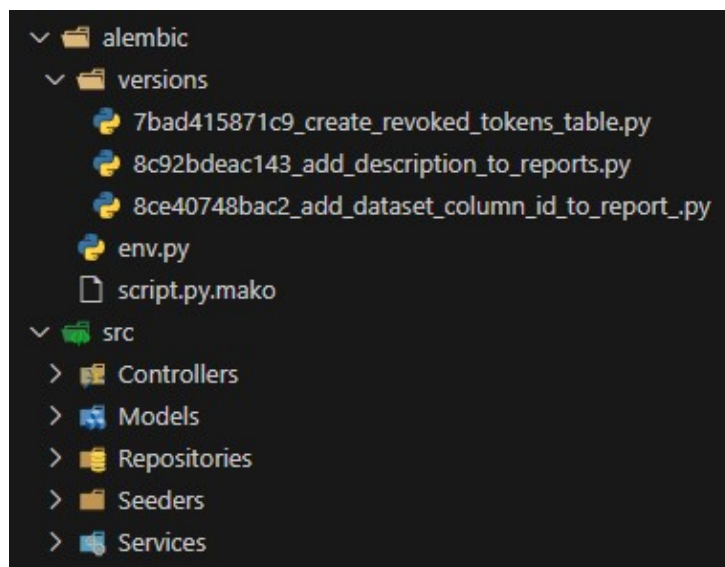
A aplicação foi desenvolvida com uma **arquitetura em camadas**, o que favoreceu a separação de responsabilidades, organização do código e facilidade de manutenção. O *back-end* foi implementado com a linguagem *Python*, utilizando o *framework FastAPI*, que possibilitou a criação ágil de *endpoints* com baixa latência e respostas eficientes. Além disso, o uso do *SQLAlchemy* garantiu um mapeamento objeto-relacional eficaz, facilitando operações de busca, criação, edição e exclusão de dados no banco.

A estrutura de pastas do projeto reflete essa arquitetura modularizada, conforme ilustrado na Figura 2:

- **Alembic**: gerencia o versionamento do banco de dados. Cada alteração realizada no banco de dados é refletida gerando um novo arquivo na pasta *versions*.
- **Controllers**: recebem e validam as requisições, encaminhando-as para a camada de serviço.
- **Models**: representam as entidades do banco de dados, definindo colunas, tipos e relacionamentos.
- **Repositories**: executam operações de banco com base nos modelos, isolando o acesso a dados.
- **Seeders**: populam as tabelas iniciais com dados essenciais, como cidades e estados.

- **Services:** implementam as regras de negócio e coordenam a comunicação entre *controllers* e *repositories*.

Figura 2 – Estrutura de pastas do Back-end

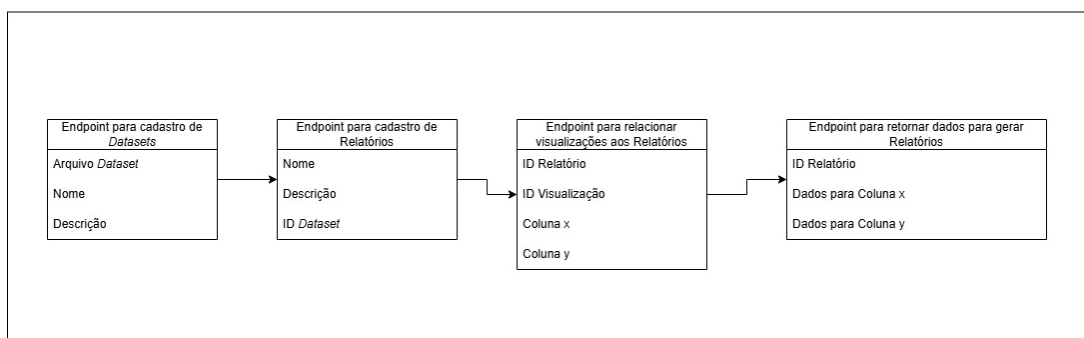


Fonte: Elaborada pelos autores.

Para o cadastro de *datasets*, foi criado um *endpoint* responsável por validar os arquivos enviados, armazená-los localmente e registrar seu caminho no banco de dados. Outro *endpoint* permite que esses arquivos sejam baixados por qualquer usuário da plataforma.

A criação de relatórios personalizados segue um fluxo dividido em etapas. Inicialmente, um *endpoint* realiza o cadastro do relatório com o nome, descrição e o *ID* do *dataset*. Em seguida, outro *endpoint* vincula visualizações ao relatório, mapeando colunas do *dataset* aos eixos desejados. Por fim, um *endpoint* é responsável por retornar os dados necessários para construção de gráficos, tabelas ou outras visualizações, conforme ilustrado na Figura 3. Os relatórios gerados são acessíveis a todos os usuários da plataforma.

Figura 3 – Fluxo de criação de relatórios

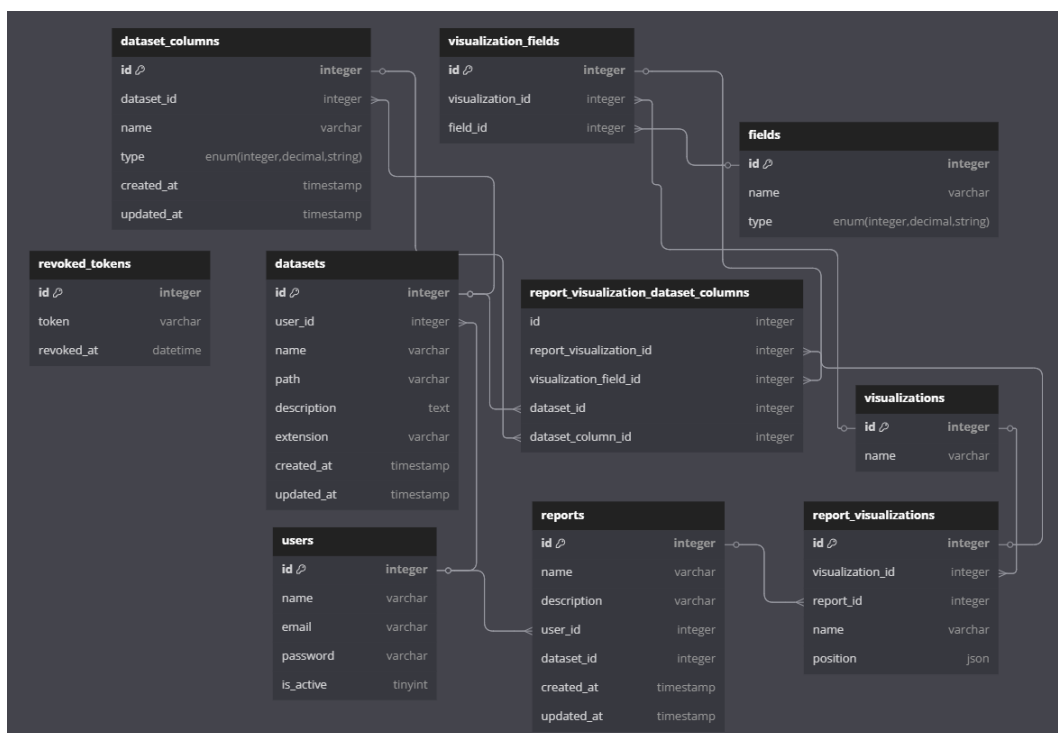


Fonte: Elaborada pelos autores.

5.2.2 Banco de Dados

A modelagem foi projetada para viabilizar o compartilhamento de *datasets* entre usuários, a criação de relatórios personalizados e a exibição de elementos gráficos interativos.

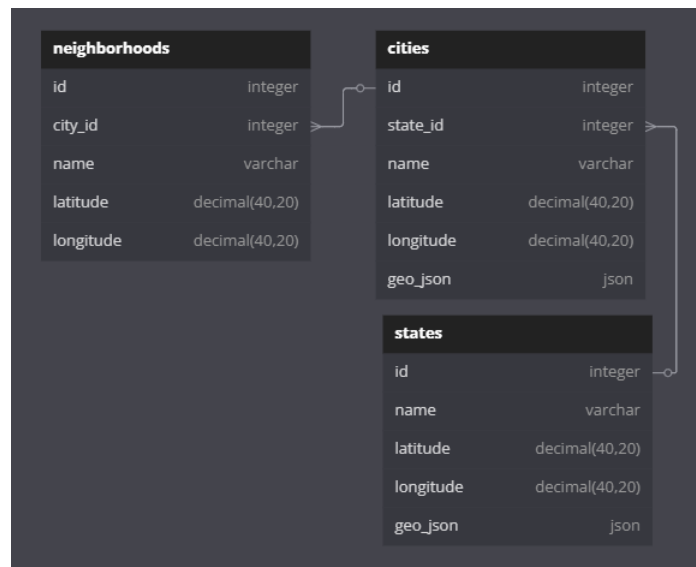
Figura 4 – Diagrama de banco de dados



Fonte: Elaborada pelos autores.

Destacando as principais entidades criadas no banco de dados:

- *datasets* - Armazena informações relacionadas as bases de dados, como nome, descrição, o caminho que o arquivo foi armazenado nas pastas do projeto e o usuário que importou a base.
- As tabelas *visualizations*, *fields* e *visualization_fields* armazenam a estrutura e relacionamento entre elementos visuais do sistema: a primeira armazena cada elemento, como gráficos e mapas; a segunda armazena os campos necessários para gerar os elementos; a terceira relaciona os campos com os elementos visuais.
- *reports* - Armazena informações relacionadas aos relatórios, como nome, descrição, identificação da base de dados usada e o usuário que criou o relatório.
- As tabelas *report_visualizations* e *report_visualization_dataset_columns* armazenam a estrutura e relacionamento entre os elementos visuais do sistema, as colunas da base de dados e os relatórios: a primeira vincula os elementos ao relatório; a segunda vincula os campos dos elementos visuais com as colunas da base de dados.

Figura 5 – Diagrama de banco de dados - Localidades

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram criadas tabelas para armazenar as localidades que podem ser usadas para implementar mapas regionais. A tabela *states* armazena os estados Brasileiros, com nome, latitude, longitude e o *geoJson* do estado; a tabela *cities* armazena as cidades Brasileiras, com nome, latitude, longitude e o *geoJson* da cidade. a tabela *neighborhoods* armazena os bairros de cidades Brasileiras, com nome, latitude e longitude.

5.2.3 Estrutura e Implementação do Front-end

A finalidade da página inicial do aplicativo é apresentar os recursos principais do sistema. Conforme ilustrado na Figura 6, se o usuário não estiver logado, duas opções são oferecidas: fazer *login* com seu usuário e senha ou criar uma conta.

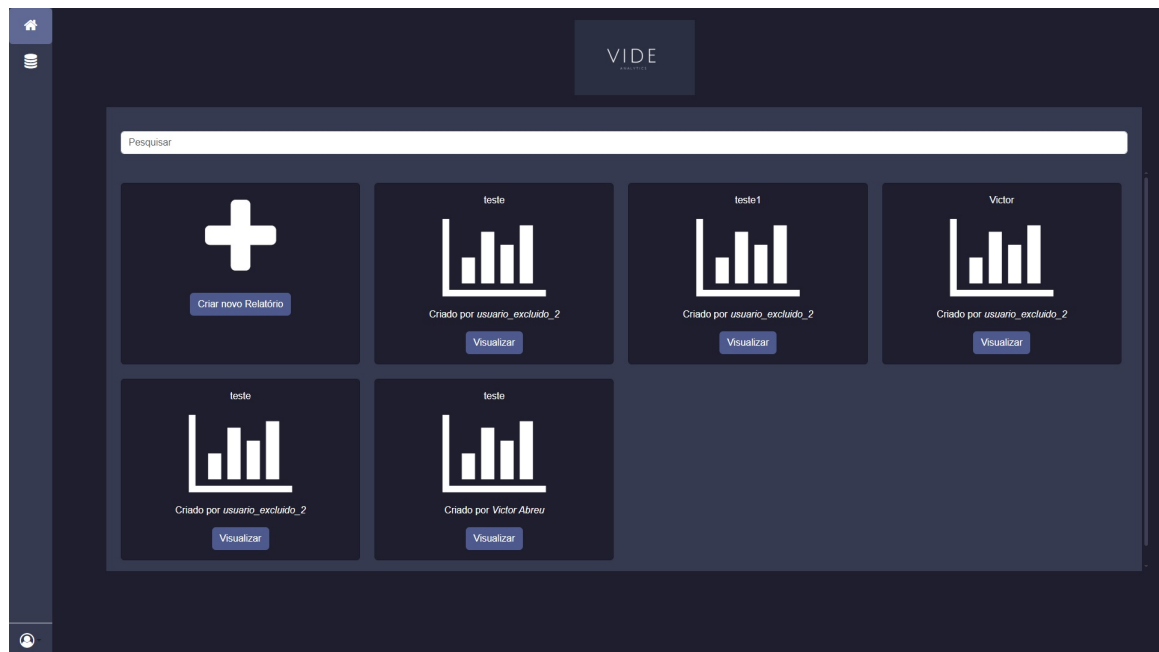
Figura 6 – Página Inicial: Login

A imagem mostra a interface de login do aplicativo VIDE ANALYTICS. No topo, o logotipo "VIDE ANALYTICS" é exibido. Abaixo, há campos de entrada para "E-mail" e "Senha". Um link "Esqueceu sua senha?" está localizado abaixo do campo de senha. Um botão "Entrar" está posicionado abaixo dos campos. Na base da interface, há links para "Criar conta" e "Início".

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após realizar o *login* ou criar uma conta, o usuário tem acesso à tela principal da aplicação, como ilustrado na Figura 7. Nessa tela, além de visualizar os relatórios previamente criados no sistema VIDE, o usuário pode criar e gerenciar seus próprios relatórios de forma eficiente.

Figura 7 – Página Inicial: Usuário Logado



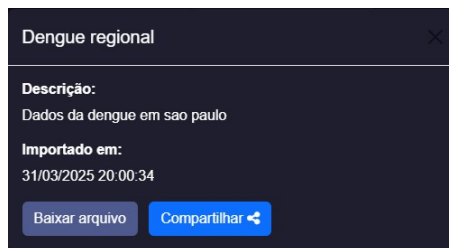
Fonte: Elaborado pelos autores.

Caso o usuário esteja logado, na página inicial terá um *link* que redireciona a um formulário para a criação de novos relatórios conforme sugere a Figura 8. Para gerar um novo relatório, o usuário deverá informar nome, fonte de dados e descrição do propósito do relatório. Ao preencher o campo "fonte de dados", e clicar no botão "Visualizar", é exibido um *modal* que possibilita realizar o *download* e compartilhar a fonte de dados escolhida, conforme ilustra a Figura 9.

Figura 8 – Criar novo relatório

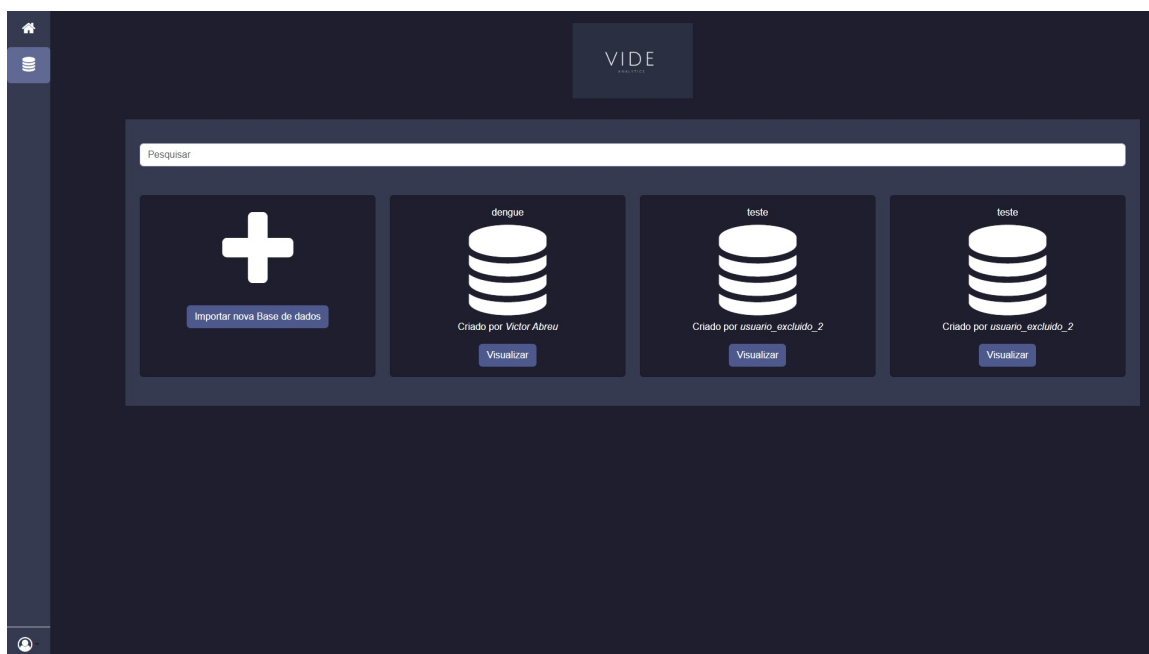
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 9 – Modal para visualizar fonte de dados



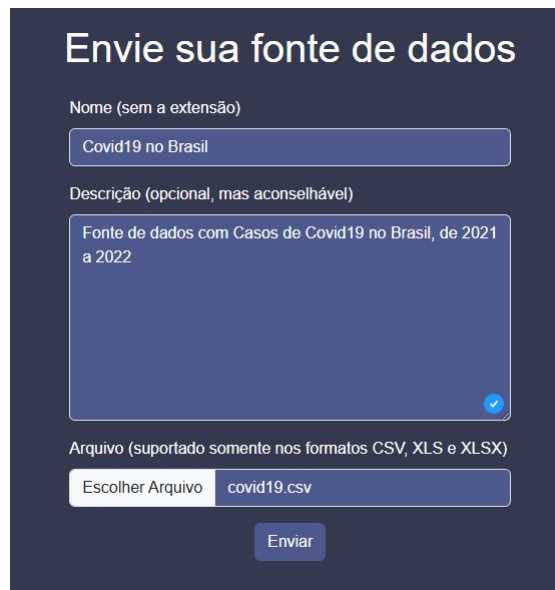
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 10 – Visualização de bases importadas



Fonte: Elaborada pelos autores.

Existe uma tela para que o usuário possa visualizar todas as bases de dados importadas no sistema, como mostrado na Figura 10. Nesta tela, caso o usuário esteja logado, um *link* pode redirecioná-lo a um formulário para a inserção de novas fontes de dados, conforme mostra a Figura 11. Para importar uma nova fonte de dados, o usuário deverá informar nome, descrição do propósito do relatório (opcional) e fazer o envio de um arquivo nos formatos permitidos.

Figura 11 – Importação de dados epidemiológicos

Envie sua fonte de dados

Nome (sem a extensão)
Covid19 no Brasil

Descrição (opcional, mas aconselhável)
Fonte de dados com Casos de Covid19 no Brasil, de 2021 a 2022

Arquivo (suportado somente nos formatos CSV, XLS e XLSX)
Escolher Arquivo covid19.csv

Enviar

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após criado o relatório, o usuário deve adicionar elementos para a visualização dos dados, como gráficos, mapas e tabelas. Foi criada uma tela, conforme mostra a Figura 12, em que são listadas todas as visualizações que estão vinculadas ao relatório, permitindo vincular novas e editar/remover as já existentes.

Figura 12 – Modificações para gerar relatório

VIDE ANALYTICS

Editar Visualizações de Relatório

Gráfico +

Visualizar alterações

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao clicar no botão "+", é aberto um *modal*, conforme mostrado na a Figura 13. Após preencher os campos de nome, selecionar a visualização, relacionar as colunas da fonte de dados com as colunas necessárias para cada visualização. Em seguida, ela é vinculada ao relatório.

Figura 13 – Modal para vincular visualização ao relatório

Incluir visualização ao relatório

Nome

 Este é o nome que será exibido abaixo da visualização no relatório.

Visualização

Campos da visualização
 Através desse(s) campo(s), relaciona as colunas do relatório com a fonte de dados.

Data (Data)

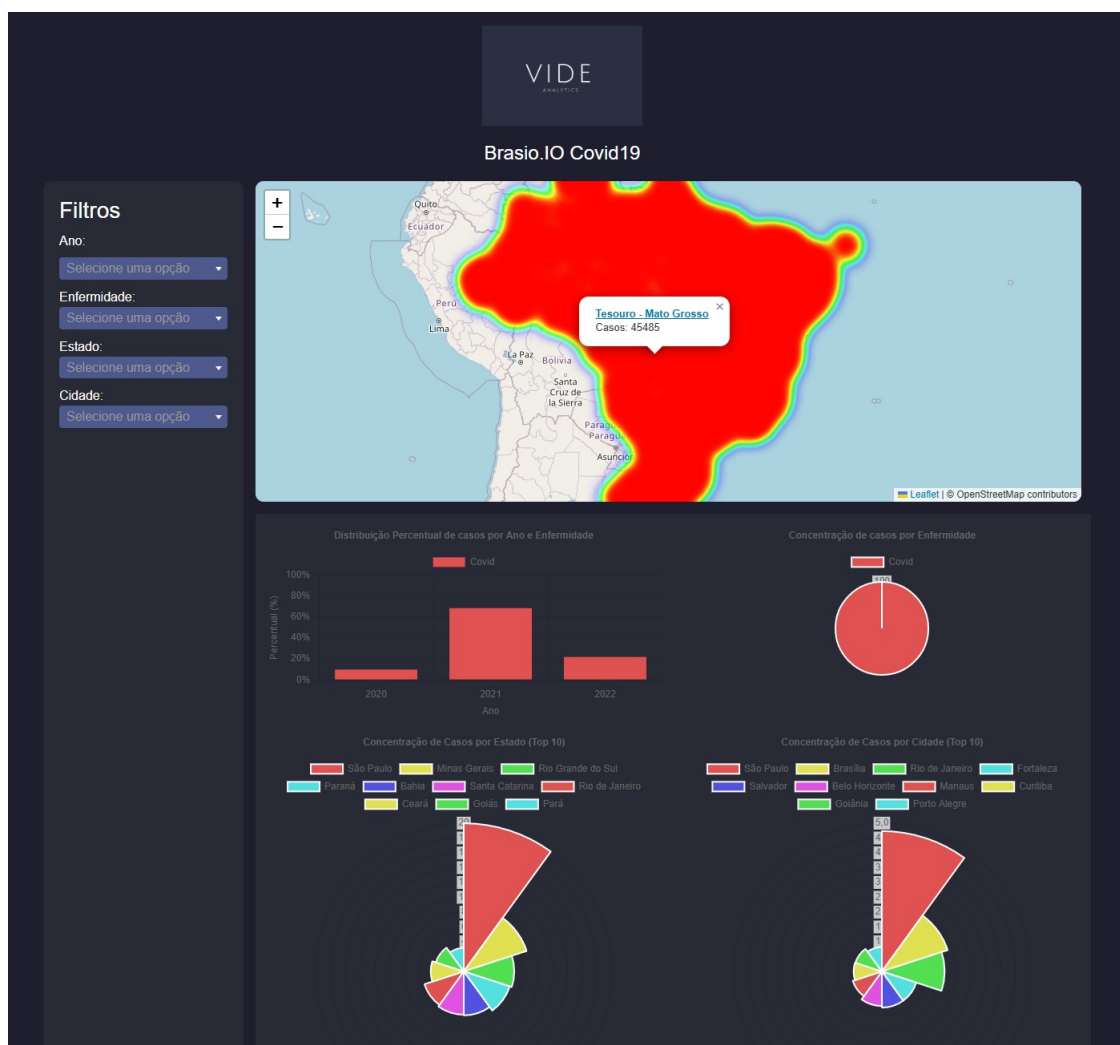
Indicador Numérico (Numérico)

Estado (Texto)

Cidade (Texto)

Doença (Texto)

Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 14 – Visualização dos dados epidemiológicos

Fonte: Elaborada pelos autores.

A página para a visualização dos dados epidemiológicos, conforme apresentado na Figura 14, tem como função exibir os elementos visuais vinculados ao relatório pelo usuário. Estão disponíveis nessa figura:

- Mapa coroplético com a concentração de casos por cidade.
- Histograma com a distribuição percentual de casos de doenças por ano.
- Gráfico polar com a concentração de casos por ano e enfermidade.
- Gráfico polar com as dez maiores concentrações de casos por estado.
- Gráfico polar com as dez maiores concentrações de casos por cidade.

Os dados exibidos na página são conforme a base de dados vinculada ao relatório. Os filtros são construídos e preenchidos conforme os elementos visuais escolhidos, permitindo também filtrar por cidade e estado ao clicar em uma localização no mapa coroplético.

5.3 Validação com Profissional da Área da Saúde

A avaliação da profissional, com experiência na área de saúde pública e com atuação durante a pandemia de COVID-19, foi positiva, especialmente no que diz respeito à clareza das informações exibidas, à usabilidade da interface e à eficiência dos filtros por período, localidade e enfermidade. A profissional destacou que o relatório tem elementos gráficos relevantes para análise, que a interface como um todo do sistema é amigável e que em pouco tempo conseguiu se familiarizar. Achou positiva a escolha da paleta de cores escura da interface, que diminui a fadiga ocular enquanto usa a plataforma, e exaltou a possibilidade de importar bases de dados externas de diferentes enfermidades para o sistema.

Segundo a enfermeira, essa flexibilidade é bastante útil em ambientes de gestão, pois as necessidades de análise variam conforme o momento, e ferramentas simples de se operar fazem grande diferença no planejamento de ações de vigilância, prevenção e controle de doenças.

Como sugestões de melhoria, foram apontadas: a inclusão futura de indicadores calculados automaticamente (como taxas por 100 mil habitantes), a possibilidade de salvar filtros favoritos, permitir exportar em *PDF* os relatórios, adicionar um botão para compartilhar relatórios e bases de dados diretamente em redes sociais como *WhatsApp* e *Facebook*, vincular automaticamente as colunas da base de dados com os elementos visuais, criar possibilidade de elaborar um relatório com mais de uma base de dados, importar bases de dados que estão em formatos não colunares e utilizar mais opções de elementos gráficos, como tabelas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho, foi desenvolvida a ferramenta VIDE (Visualização Interativa de Dados Epidemiológicos), com o intuito de suprir limitações observadas em plataformas já existentes, propondo uma solução alternativa para a visualização e para a interpretação de dados epidemiológicos. A partir da integração entre tecnologias atuais de desenvolvimento *Web*, como o *framework* *FastAPI* e as bibliotecas *Chart.js* e *Leaflet*, a ferramenta apresentou dados de maneira intuitiva e acessível, com foco na visualização de epidemias em diversas regiões do Brasil, alcançando, assim, os objetivos específicos propostos para este trabalho.

Ao longo do processo de construção do sistema, as etapas de levantamento de requisitos, modelagem de dados, implementação dos módulos de *front-end* e *back-end* e posterior validação foram essenciais para garantir que a ferramenta não fosse apenas tecnicamente bem construída, mas também relevante do ponto de vista prático. A aplicação foi validada por uma profissional da área da saúde pública com atuação prática durante a pandemia de COVID-19. A análise da profissional mostrou que a ferramenta apresenta potencial para ser utilizada em cenários reais de gestão sanitária. Dentre os principais destaques apontados durante a validação estão a clareza das informações exibidas, a fluidez na navegação, a eficiência dos mecanismos de filtragem por localidade, enfermidade e período, bem como a possibilidade de importar bases de dados externas.

Com base nas sugestões de melhoria apontadas pela profissional da área da saúde pública, foi possível identificar cenários relevantes para trabalhos futuros, visando aprimorar o projeto. Entre as sugestões, destaca-se a implementação de indicadores estatísticos automatizados e personalizáveis, capazes de fornecer análises mais qualificadas e adaptadas aos diferentes contextos de análise dos dados. A profissional também ressaltou a necessidade de automatizar o processo de vínculo entre as colunas da fonte de dados com os elementos visuais do relatório, o que tornaria mais simplificado o uso da ferramenta. Os autores, também, consideram essencial a expansão da VIDE para além do contexto nacional, mediante a adaptação do sistema para suportar dados epidemiológicos internacionais. Para isso, é necessário assegurar compatibilidade com bases globais, como as da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), possibilitando análises comparativas entre diferentes países.

Conclui-se, portanto, que o projeto apresenta um potencial de evolução como uma solução tecnológica de apoio à análise e gestão epidemiológica. A expectativa dos autores é que a adoção e o aprimoramento da ferramenta possam contribuir para o crescimento da vigilância em saúde e para a democratização do acesso a informações relevantes sobre o cenário epidemiológico.

Referências

- AGAFONKIN. **Leaflet - a JavaScript library for interactive maps**. 2025. Acessado em 28 de maio de 2025. Disponível em: <<https://leafletjs.com/>>.
- ALBUQUERQUE, Maria Ilk Nunes de; CARVALHO, Eduardo M. Freese de; LIMA, Luci Praciano. Vigilância epidemiológica: conceitos e institucionalização. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 2, n. 1, p. 7–14, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1519-38292002000100002>>.
- ARAUJO, Pollyana Rocha de et al. Desafios e inovações no uso de ferramentas tecnológicas para a vigilância epidemiológica em tempos de covid-19. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 1, p. 01–06, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.25248/reas.e5768.2021>>.
- AWS. **O que é visualização de dados?** 2023. Acessado em 09 de setembro de 2024. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/what-is/data-visualization/>>.
- AWS. **O que é Python? – Explicação sobre a linguagem Python**. 2024. Acessado em 09 de março de 2024. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/what-is/python/>>.
- AYYUBZADEH, Seyed Mohammad et al. Predicting covid-19 incidence through analysis of google trends data in iran: data mining and deep learning pilot study. **Jmir Public Health And Surveillance**, v. 6, n. 2, p. 01–06, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2196/18828>>.
- CARROLL, Lauren N. et al. Visualization and analytics tools for infectious disease epidemiology: a systematic review. **Journal Of Biomedical Informatics**, v. 51, n. 0, p. 287–298, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbi.2014.04.006>>.
- CRISAN, Anamaria; GARDY, Jennifer L; MUNZNER, Tamara. A systematic method for surveying data visualizations and a resulting genomic epidemiology visualization typology: gevit. **Bioinformatics**, v. 35, n. 10, p. 1668–1676, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/bioinformatics/bty832>>.
- GOMES JR., Elias Pereira. Desenvolvimento de uma ferramenta para visualização de dados do programa de assistência cirúrgica e dermatológica da ufes. **Universidade Federal do Espírito Santo – UFES**, p. 01–63, 2023. Disponível em: <https://pachecoandre.com.br/assets/files/students/pgs/elias_junior.pdf>.
- HARAYAMA, Rui Massato. Reflexões sobre o uso do big data em modelos preditivos de vigilância epidemiológica no brasil. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário.**, v. 9, n. 3, p. 153–165, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17566/ciads.v9i3.702>>.
- HOSTINGER. **As 10 Linguagens de Programação Mais Usadas em 2024: Aprimore suas Habilidades em Desenvolvimento Web**. 2024. Acessado em 29 de abril de 2024. Disponível em: <<https://www.hostinger.com.br/tutoriais/linguagens-de-programacao-mais-usadas>>.
- IBM. **Visualização de Dados**. 2024. Acessado em 09 de março de 2024. Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/data-visualization>>.
- INFOGRAM. **Choropleth Maps in Geography**. 2024. Acessado em 27 de junho de 2025. Disponível em: <<https://infogram.com/blog/what-is-a-choropleth-map/>>.
- KAIESKI, Naira. Vis-saúde - uma metodologia para visualização e análise de dados de saúde pública. **RDBUI Repositório Digital da Biblioteca da Unisinos**, p. 01–83, 2014. Disponível em: <<http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/3619>>.

LIMA. **O que é FastAPI?** 2022. Acessado em 09 de março de 2024. Disponível em: <<https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-fastapi>>.

MANZANO. **Construindo gráficos utilizando o Chart.js (com legenda).** 2020. Acessado em 25 de abril de 2024. Disponível em: <<https://guilherme-manzano.medium.com/construindo-gr%C3%A1ficos-utilizando-o-chart-js-com-legenda-ab7fd34c90ed>>.

MDNWEBDOCS. **HTML básico - Aprendendo desenvolvimento web.** 2023. Acessado em 09 de março de 2024. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/learn/getting_started_with_the_web/html_basics>.

MDNWEBDOCS. **O que é JavaScript? - Aprendendo desenvolvimento web.** 2023. Acessado em 09 de março de 2024. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript>.

PASSOS, Fabrício Alexandre de Souza. Geração de visualizações web da taxa de cobertura vacinal brasileira com javascript e bibliotecas chart.js e highcharts. **Instituto de Ciências Exatas e de Informática da PUC Minas**, p. 01–25, 2023. Disponível em: <<http://bib.pucminas.br:8080/pergamumweb/vinculos/0000ba/0000ba77.pdf>>.

SILVA, Caroline Pafiadache da. Análise de dados de vigilância epidemiológica com auxílio de gráficos de controle estatístico. **Manancial Repositório Digital Da UFSM**, p. 01–92, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/63>>.

SKALINSKI, Lacita Menezes; COSTA, Maria da Conceição Nascimento; TEIXEIRA, Maria da Glória Lima. Contribuições da análise espacial para a compreensão da dinâmica de transmissão da dengue: revisão integrativa. **Journal Of Health & Biological Sciences**, v. 7, n. 1, p. 53–63, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12662/2317-3076jhbs.v7i1.2115.p53-63.2019>>.