

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA

CURSO SUPERIOR TECNOLÓGICO EM GESTÃO AMBIENTAL

VIVIAN GABRIELA DE SOUZA MIRANDA

Dengue GIS: Construção de uma aplicação SIG Web com ferramentas de software livre para o monitoramento dos casos da dengue na cidade de Pedras de Fogo - PB

João Pessoa
2022

VIVIAN GABRIELA DE SOUZA MIRANDA

Dengue GIS: Construção de uma aplicação SIG Web com ferramentas de software livre para o monitoramento dos casos da dengue na cidade de Pedras de Fogo - PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, para a obtenção do título de Tecnóloga em Gestão Ambiental, sob orientação do professor Msc. Diego da Silva Valdevino.

João Pessoa
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

M672d Miranda, Vivian Gabriela de Souza.

Dengue *GIS* : construção de uma aplicação *SIG Web* com ferramentas de *software* livre para o monitoramento dos casos da dengue na cidade de Pedras de Fogo - PB / Vivian Gabriela de Souza Miranda. – 2022.

63 f. : il.

TCC (Graduação – Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação da Paraíba / Unidade Acadêmica de Infraestrutura, Design e Meio Ambiente, 2022.

Orientação : Prof^o Me. Diego da Silva Valdevino.

1. Sistema de informação Geográfica (SIG). 2. Dengue. 3. *SIG Web*. 4. *Software* livre. I. Título.

CDU 528:614.4(043)

Lucrecia Camilo de Lima
Bibliotecária – CRB 15/132



DECISÃO 13/2022 - CCSTGA/UA1/UA/DDE/DG/JP/REITORIA/IFPB

VIVIAN GABRIELA DE SOUZA MIRANDA

DENGUE GIS: Construção de uma aplicação SIG Web com ferramentas de software livre para o monitoramento dos casos da dengue na cidade de Pedras de Fogo - PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba como requisito parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Gestão de Ambiental

Aprovada em 14 de julho de 2022

Banca Examinadora

Prof. Me. Diego da Silva Valdevino (IFPB-JP) Orientador

Prof. Dr. Arilde Franco Alves (IFPB - JP) Examinador

Prof. Dr. Carlos Lamarque Guimarães (IFPB - JP) Examinador

(assinado eletronicamente)

JOÃO PESSOA - 2022

Documento assinado eletronicamente por:

- **Diego da Silva Valdevino**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 12/08/2022 08:56:18.
- **Arilde Franco Alves**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 12/08/2022 10:10:43.
- **Carlos Lamarque Guimaraes**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/08/2022 08:08:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/08/2022. 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 322331
Verificador: 13bffc68e8
Código de Autenticação:



NOSSA MISSÃO: Ofertar a educação profissional, tecnológica e humanística em todos os seus níveis e modalidades por meio do Ensino, da Pesquisa e da Extensão, na perspectiva de contribuir na formação de cidadãos para atuarem no mundo do trabalho e na construção de uma sociedade inclusiva, justa, sustentável e democrática.

VALORES E PRINCÍPIOS: Ética, Desenvolvimento Humano, Inovação, Qualidade e Excelência, Transparência, Respeito, Compromisso Social e Ambiental.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família e amigos, em especial ao meu falecido pai e minha mãe, ambos que sempre dedicaram-se e lutaram para me dar uma educação digna, apesar de nossas dificuldades. Se eu cheguei até aqui, vocês foram o motor e a razão para que isso pudesse acontecer.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao criador do universo primeiramente, por me dar a oportunidade de estar aqui escrevendo a minha história dentro desse pedaço de espaço-tempo na imensidão que é o Cosmos. Aos meus pais, familiares, amigos e colegas que sempre me deram apoio e que de alguma forma me ajudaram no decorrer desta jornada.

Ao meu querido professor orientador Diego da Silva Valdevino, por acreditar sempre no meu potencial desde o início do curso, compartilhando seus conhecimentos da área tecnológica e de dados, me motivando e dando a oportunidade de participar de projetos de pesquisa na área. E também, pela paciência e disponibilidade de me orientar, sou grata por tudo.

Também aos outros professores que passaram na minha vida, desde o jardim de infância até a graduação, deixo aqui os meus agradecimentos, sem eles eu não teria chegado aqui. A Arilde Franco Alves por me ensinar e orientar sobre saúde ambiental, conhecimento importantíssimo para este trabalho que diz respeito a Dengue. Aos professores de Geoprocessamento que passaram durante a minha trajetória do curso de Gestão Ambiental, me espelho em vocês: Carlos Lamarque Guimarães, Diego da Silva Valdevino, Ermano Cavalcante Falcão, Marconi Antão dos Santos.

Sou grata também pelos meus amigos e colegas de curso, pela troca de conhecimentos e experiências adquiridas durante esse período de tempo. Aos meus amigos que estão comigo desde a adolescência: Jefferson Veríssimo, Larissa Pereira, Letícia Gabriela, Lucas Gabriel, Raynara Silva, Rhariette Lima, Tamires Santana e Tássio Max. Agradeço por estarem sempre comigo, me apoiando e me motivando sempre, todos vocês são incríveis.

“Corrida hoje, vitória amanhã.” (Racionais MC 's. **A Vida é Desafio**, 2002.)

RESUMO

As diversas tecnologias se tornaram parte do cotidiano da grande maioria das pessoas, entre elas as geotecnologias, utilizando o geoprocessamento para o tratamento de dados geoespaciais. Com o surgimento dos Sistemas de Informação Geográficas (SIGs), possibilitou através dos SIGs *Web*, a propagação de informações geoespaciais, temos como exemplo o popular *Google Maps*. Desse modo, a informação geoespacial pode ser utilizada para solucionar diversos tipos de problemas socioambientais, sejam eles no campo da mobilidade urbana, no monitoramento de desmatamento e até mesmo epidemiológico, auxiliando nas tomadas de decisões, como é o caso do vírus da dengue, problema de saúde pública que acomete diversos países em todo o mundo. O trabalho teve o objetivo de criar uma aplicação SIG *Web* para o monitoramento dos casos da dengue na cidade de Pedras de Fogo-PB, servindo como ferramenta de ações da Vigilância Sanitária e Epidemiológica local, na obtenção de uma melhor visão acerca da dispersão do fenômeno na cidade. Metodologicamente, a criação do SIG web voltada ao local estudado, contou com três etapas: coleta dos dados, tratamento dos dados, disponibilização dos dados. A princípio era pretendido coletar os casos reportados no ano de 2019, porém houve um possível problema de subnotificação dos casos de dengue dentro do sistema de saúde do município. Pois, durante todo o ano de 2019 só foram notificados no sistema 8 casos. Então, foi necessário aumentar o intervalo de tempo a ser estudado, mudando para o período de maio de 2018 até junho de 2020, mas infelizmente permaneceu o possível problema de subnotificação, totalizando 18 notificações durante todo o período citado. Para a construção da aplicação como um todo, foram utilizadas as seguintes ferramentas durante as etapas metodológicas: QGIS versão 3.10.10, *Geoserver* versão 2.14.3, *Mapbender* versão 3.0.8.6 e Google Planilhas. O SIG Web forneceu a visualização de mapas e as estatísticas espaciais relacionadas aos casos de dengue reportados. Como resultado detectou-se subnotificações dos casos reportadas no município, ilustrando bem a precariedade das bases de dados do país, sobretudo em cidades interioranas, servindo de alerta para correção do problema por parte dos órgãos públicos. Verificou-se ainda o diferencial entre os bairros urbanos mais afetados pelo

Aedes aegypti, comparando-se, também, com o menor número de casos no espaço rural do município, justamente porque são áreas mais antropizadas.

Palavras-chave: Tecnologias da Informação. *SIG Web*. Dengue.

ABSTRACT

The various technologies become part of the daily lives of the vast majority of people, including geotechnologies, using geoprocessing to treat geospatial data. With the emergence of Geographic Information Systems (GIS), it made possible, through GIS Web, the propagation of geospatial information, we have as an example the popular Google Maps. In this way, geospatial information can be used to solve various types of urban socio-environmental problems, whether in the field of mobility, in monitoring deforestation and even epidemiological, helping in the recovery of decisions, as in the case of the dengue virus, a problem of public health that affects several countries around the world. The study aimed to create a Web GIS application for monitoring dengue cases in the city of Pedras de Fogo-PB, serving as action tools for the local Sanitary and Epidemiological Surveillance, in order to obtain a better insight into the dispersion of the phenomenon in the City. Methodologically, the creation of the Web GIS focused on the studied location had three stages: data collection, data processing, data availability. At first, it was intended to collect the cases reported in the year 2019, but there was a possible problem of underreporting of dengue cases within the municipality's health system. Because, throughout 2019, only 8 cases were reported in the system. So, it was necessary to increase the time interval to be studied, changing to the period from May 2018 to June 2020, but unfortunately, the possible problem of underreporting remained, totaling 18 notifications throughout the mentioned period. For the construction of the application as a whole, the following tools were used during the methodological steps: QGIS version 3.10.10, Geoserver version 2.14.3, Mapbender version 3.0.8.6 and Google Sheets. Web GIS provided a visualization of maps and spatial statistics related to reported dengue cases. As a

result, underreporting of cases reported in the city was detected, illustrating the precariousness of the country's databases, especially in interior cities, serving as a warning for the correction of problems by public agencies. There was also a difference between the urban neighborhoods most affected by *Aedes aegypti*, also compared with the lowest number of cases in the rural area of the municipality, precisely because they are more anthropized areas.

Keywords: Information Technologies. Web GIS. Dengue

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AtomPub - Atom Publishing Protocol

Covid - Corona Virus Disease

CSS - Cascading Style Sheets

CSV - Comma Separated Values

DPI - Dots Per Inch

GeoJSON - Geographic JavaScript Object Notation

GeoRss - Geographic Resource Description Framework Site Summary

GIF - Graphics Interchange Format

GML - Geography Markup Language

GPS - Global Positioning System

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

JPEG - Joint Pictures Expert Group

KML - Keyhole Markup Language

OGC - Open Geospatial Consortium

OSGeo - Open Source Geospatial Foundation

PB - Paraíba

PDF - Portable Document Format

pH - Potencial Hidrogeniônico

PNG - Portable Network Graphics

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

SLD - Styled Layer Descriptor Format

SVG - Scalable Vector Graphics

TI - Tecnologia da Informação

TIFF - Tagged Image File Format

URL - Uniform Resource Locator

WCS - Web Coverage Service

WFS - Web Feature Service

WGS 84 - World Geodetic System

WMS - Web Map Service

WWW - World Wide Web

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O Mapa da cólera de John Snow.....	21
Figura 2 – A representação do mundo real utilizando diferentes modelos de dados.....	23
Figura 3 – Pontos das notificações de dengue.....	28
Figura 4 – Zoom nas camadas com edição final.....	29
Figura 5 – Edição final das camadas.....	29
Figura 6 – Interface inicial do Geoserver.....	32
Figura 7 – Introduzindo um espaço de trabalho.....	32
Figura 8 – Criando uma nova loja.....	33
Figura 9 – Página de adição de dados na Loja do servidor.....	34
Figura 10 – Camada publicada no visualizador de camadas do servidor.....	35
Figura 11 – Página inicial de criação da aplicação.....	36
Figura 12 – Adicionando conexões WMS.....	37
Figura 13 – Construção do Layout da aplicação SIG Web.....	38
Figura 14 – Definição de camadas da aplicação.....	39
Figura 15 – Aba de inserção de código de programação.....	40
Figura 16 – Definição de segurança da aplicação.....	41
Figura 17 – Aplicação salva e criada no Mapbender.....	42
Figura 18 – Gráfico da distribuição das notificações em comparação com os meses.....	43

Figura 19 – Gráfico da distribuição das ocorrências registradas nos bairros da cidade.....	44
Figura 20 – Gráfico da distribuição das ocorrências registradas nas localidades da zona rural.....	44
Figura 21 – Visão completa da aplicação concluída.....	45
Figura 22 – Zoom na zona urbana da cidade.....	46
Figura 23 – Marcador de camadas.....	47
Figura 24 – Função de desenhar objetos.....	47
Figura 25 – Seleção de sistema coordenadas padrão.....	48
Figura 26 – Sobre o Mapbender.....	48
Figura 27 – Árvore de camadas.....	49
Figura 28 – Informação do Recurso.....	50
Figura 29 – Função de impressão.....	50
Figura 30 – Selecionando a qualidade da impressão.....	51
Figura 31 – Selecionando a escala da impressão.....	51
Figura 32 – Resultado da impressão.....	52
Figura 33 – Função exportar.....	53
Figura 34 – Resultado da exportação de imagem.....	53
Figura 35 – Legendas.....	54
Figura 36 – Inserção de fonte WMS.....	55
Figura 37 – Função de GPS.....	55
Figura 38 – Função mensurar.....	56
Figura 39 – Função de cálculo de área.....	57

Figura 40 – Widget de “Sobre”	57
Figura 41 – Funcionalidade de compartilhamento de pontos do mapa.....	58
Figura 42 – Compartilhando o ponto gerado.....	58
Figura 43 – Controles de movimentação do mapa.....	59
Figura 44 – Mapa de localização.....	59
Figura 45 – Visualização das coordenadas geográficas do mapa.....	60
Figura 46 – Funcionalidade de alteração do sistema de referência geográfica.....	60
Figura 47 – Funcionalidade de alteração de escala.....	61

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 DENGUE: UMA VISÃO GERAL	19
3.2 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)	20
3.3 SIG WEB	23
METODOLOGIA	24
4.1 MATERIAIS	24
4.2 MÉTODOS	26
4.2.1 Coleta dos dados	26
4.2.2 Tratamento dos dados	27
4.2.2.1 Tratamento dos dados epidemiológicos	27
4.2.2.2 Tratamento dos dados geográficos no QGIS	27
4.2.3 Geração da aplicação SIG Web	30
4.2.3.1 Publicação dos dados geográficos com o Geoserver	30
4.2.3.2 Criação de uma interface interativa utilizando o Mapbender	35
RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1 Dados epidemiológicos	43
5.2 Apresentação da Interface da Aplicação SIG Web	45
CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES	61
REFERÊNCIAS	63

1. INTRODUÇÃO

As diversas formas de tecnologia se tornaram parte do cotidiano da grande maioria das pessoas, entre elas as geotecnologias, seja para se localizarem, descobrir uma rota de destino e até mesmo para fazer análises mais complexas utilizando o geoprocessamento. Para Ibrahin (2014, p.2) o geoprocessamento é a área que corresponde à operação do tratamento de dados geoespaciais, é uma intersecção da geografia com a computação, a sua evolução caminhou junto com as tecnologias computacionais.

Segundo Câmara e Davis (2001), o melhoramento de softwares e hardwares os tornou mais acessíveis, permitindo a criação de computadores pessoais na década de 70, e o surgimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) que podem ser instalados nestes computadores permitiu a maior disseminação destas tecnologias. Dentro das possibilidades dos SIGs, estão os SIGs *Web*, que possui como principal característica a sua operação pela World Wide Web, mais conhecida como WWW ou simplesmente *Web*, sendo assim um forte aliado na propagação de informações geoespaciais, como um grande exemplo disto, tem-se o popular *Google Maps*.

A informação geoespacial pode ser utilizada para solucionar diversos tipos de problemas, sejam eles no campo da mobilidade urbana, no monitoramento de desmatamento, climático e até mesmo epidemiológico, servindo como auxílio para as tomadas de decisões para resolvê-los, como é o caso do vírus da dengue, um problema de saúde pública que acomete diversos países em todo o mundo. Sua transmissão é ocasionada pela picada dos vetores do gênero *Aedes*, no Brasil o seu principal vetor é o mosquito pertencente à espécie *Aedes aegypti*.

O presente trabalho teve o objetivo de criar uma aplicação SIG *Web* para o monitoramento dos casos da dengue na cidade de Pedras de Fogo - PB, servindo como ferramenta de auxílio para as tomadas de decisões da Vigilância Sanitária e Epidemiológica da localidade. A fim de se obter uma melhor visão acerca da

dispersão do fenômeno na cidade, facilitando assim, a aplicação de medidas profiláticas mais eficientes para o combate desse problema de saúde pública.

É notório o quanto os SIGs *Web* são importantes na contribuição na luta contra diversas doenças, como exemplo recente, tem-se a luta contra a pandemia do covid-19, a informatização de dados georreferenciados conjugados aos dados epidemiológicos dos casos da doença permite estabelecer as possíveis relações causais, identificando um conjunto de variáveis que associam-se ao agravo do espalhamento do vírus, potencializando a capacidade da identificação de suas mudanças bem como o seu monitoramento, de maneira análoga este mesmo conjunto de ferramentas pode ser aplicado à dengue.

Com o auxílio do SIG *Web*, a gestão municipal poderá compreender melhor como o fenômeno está se comportando espacialmente, servindo assim, como uma ferramenta de grande contribuição para o planejamento do combate ao problema. No entanto, o acesso a estas informações não precisa ficar restrito aos gestores, com o SIG *Web* estas informações poderão estar abertas para população em geral consultar, mantendo o direito da privacidade individual, servindo como um mecanismo de conscientização para que cada indivíduo tome as medidas de prevenção dentro de suas próprias residências.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um Sistema de Informações Geográficas para a *Web* (SIG Web), fazendo o uso de *softwares* livres, com o objetivo de monitorar os casos de dengue na cidade de Pedras de Fogo - PB.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar os dados epidemiológicos e espaciais com a Secretaria da Saúde do município de Pedras de Fogo - PB;
- Tratar os dados epidemiológicos coletados para que os mesmos se adequem ao ambiente de um SIG;
- Geocodificar as ocorrências de dengue;
- Manipular e Analisar os dados epidemiológicos coletados;
- Obter o mapa de calor das ocorrências de dengue;
- Elaborar uma interface de SIG *Web*, de fácil manipulação, que implemente a função de visualizar mapas e estatísticas espaciais relacionadas aos casos de Dengue.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DENGUE: UMA VISÃO GERAL

A dengue é uma arbovirose transmitida para humanos através da picada da fêmea de mosquitos do gênero *Aedes*, possuindo como vetores as espécies *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* e *Aedes polynesiensis*. Esse vírus é pertencente à família *Flaviviridae*, e divide-se em quatro sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. Os sintomas mais comuns da infecção são: febre alta, dores musculares e dores nos olhos. Também podem apresentar-se na forma mais grave da doença, ocasionando dores abdominais intensas, aumento do tamanho do fígado e sangramentos de mucosas.

Segundo Teixeira et al. (1999), o *Aedes aegypti* é o vetor de maior importância epidemiológica das Américas, originário da África Subsaariana, tornou-se antropofílico, adaptado ao ambiente criado pelo homem, começou a depositar seus ovos em meios artificiais potencializando a sua dispersão em ambientes urbanos. O *Aedes aegypti* foi introduzido nas Américas durante o comércio de escravos nos anos 1600 e se espalhou pelo mundo à medida que a indústria naval se expandia (GUZMAN et al., 2016).

Atualmente o *Aedes aegypti* é encontrado por toda a faixa tropical, o clima favorável com grande disponibilidade de chuvas e temperaturas altas fez com que essas localidades se tornassem um ambiente ótimo para a propagação de sua espécie. Os outros dois vetores são originários de outros lugares do planeta, o *Aedes albopictus* é nativo da Ásia e o *Aedes polynesiensis* é originário da Polinésia. O *Aedes albopictus* diferente do *Aegypti sp* possui hábitos silvestres, preferindo fazer a sua oviposição em troncos de árvores, foram encontrados espécimes deste pela primeira vez no Brasil no estado do Rio de Janeiro em 1986, evento este citado por Foratinni (1986).

Porém o vetor de maior importância epidemiológica no Brasil é o *Aedes aegypti*, justamente pela sua capacidade de proliferação de ambientes domésticos urbanos, possuindo um maior contato com seres humanos. Nas áreas mais pobres, que correspondem àquelas deficientes em estrutura urbana, os criadouros potenciais mais encontrados são vasilhames destinados ao armazenamento de água para consumo, devido à frequente intermitência ou mesmo inexistência dos sistemas de abastecimento, e recipientes que são descartados, mas permanecem expostos ao ar livre no peridomicílio, por não se dispor de coleta de lixo adequada (TEIXEIRA et al., 1999).

A infestação desses vetores não ocorre somente em locais pobres com menor investimento em infraestrutura urbana, em condomínios nobres fechados os agentes de endemias necessitam da autorização dos moradores ou síndicos para fazer a vistoria intra ou perimetral da área dos domicílios. Se negada, aquele local também poderá tornar-se um criadouro em potencial. Visto que o mosquito instala-se em qualquer ambiente que obtenha água parada para a deposição de seus ovos, variando desde pratos de vasos de plantas a reservatórios e outros objetos diversos.

Levando em consideração que ainda não se tem vacina disponível e medicamentos eficazes contra estas arboviroses, as recomendações preconizadas pelo Ministério da Saúde se restringem, principalmente, a ações de combate aos vetores intradomiciliares, eliminando os possíveis criadouros (MANIERO et al., 2016).

3.2 OS SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

A coleta de informações acerca de objetos relacionados com o espaço está presente no cotidiano da humanidade desde os tempos mais remotos, seja para delimitar um território, localizarem-se, ver a distribuição de recursos minerais e naturais. No entanto, tudo isso era realizado em mapas dispostos no papel, fazendo com que limitasse as operações de análises espaciais. Com a evolução computacional no século XX, surgiram também os Sistemas de Informações

Geográficas, possibilitando a combinação de diversos dados em camadas propiciando uma análise espacial mais completa.

Entretanto, as análises espaciais já eram realizadas desde o século XIX, segundo Cerda e Gonzalo (2007), John Snow criou um mapa no papel para espacializar as mortes ocasionadas por um surto de cólera no bairro de Soho localizado na cidade de Londres em 1854. Com isso, o médico conseguiu encontrar um padrão de espacialização do fenômeno no qual está ilustrado na Figura 1, Snow conseguiu visualizar que as mortes reportadas encontravam-se ao redor de uma bomba de água que a população fazia o uso para seu próprio consumo.

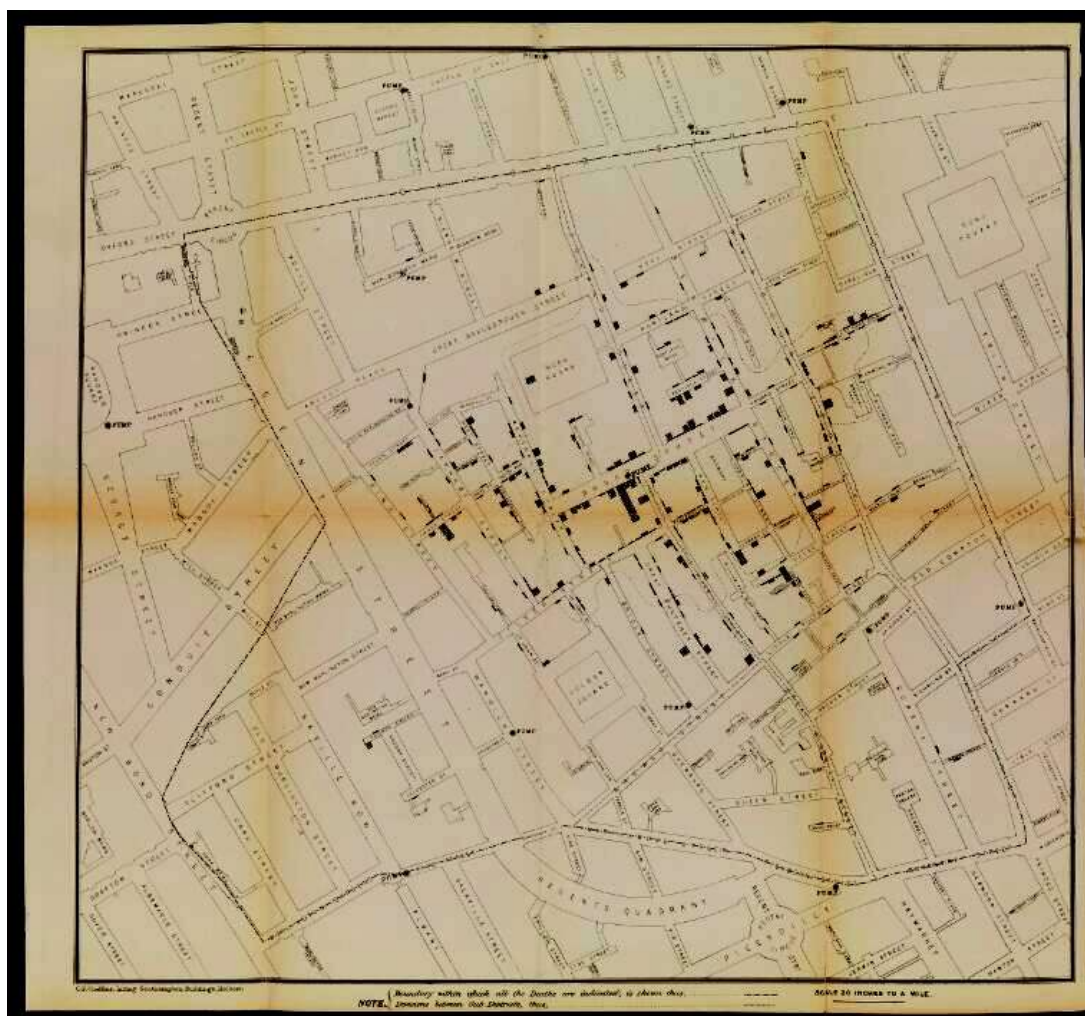


Figura 1. Mapa da cólera de John Snow (John Snow, 1854)

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) caracteriza os sistemas de informação que possibilitam a realização de operações de análise espacial envolvendo dados georreferenciados, ou seja, dados referenciados geograficamente em relação à superfície terrestre (LISBOA FILHO, 1997).

Para um SIG funcionar, precisa dispor dos seguintes componentes: dados, *hardwares*, *softwares*, recursos humanos e metodologias. Todos esses componentes se integram para que seja possível o sistema ser capaz de realizar as etapas de armazenar, visualizar, manipular e analisar os dados georreferenciados.

Segundo Ribeiro et al. (2000), o objetivo principal do SIG é baseado no processamento de informações espaciais de modo que gere uma representação do mundo real no digital, desta maneira torna-se possível o manejo e a análise mais eficiente dos dados de uma maneira que identifique melhor o relacionamento das variáveis espaciais obtendo uma melhor compreensão acerca do fenômeno estudado. A Figura 2 mostra dois modelos principais para representar a realidade dentro de um ambiente SIG: os modelos de representação vetorial e de representação matricial.

O modelo de representação vetorial é indicado para representar com mais exatidão uma localização, formas ou feições geográficas discretas através de pontos, linhas e polígonos, tais como um rio ou divisões geopolíticas. Já o modelo matricial serve para representar fenômenos no espaço geográfico que variam de maneira contínua, fazendo o uso de uma malha regular de células, pode se ter como exemplos a variação de temperatura, altitude e o pH de uma determinada matriz a ser analisada.

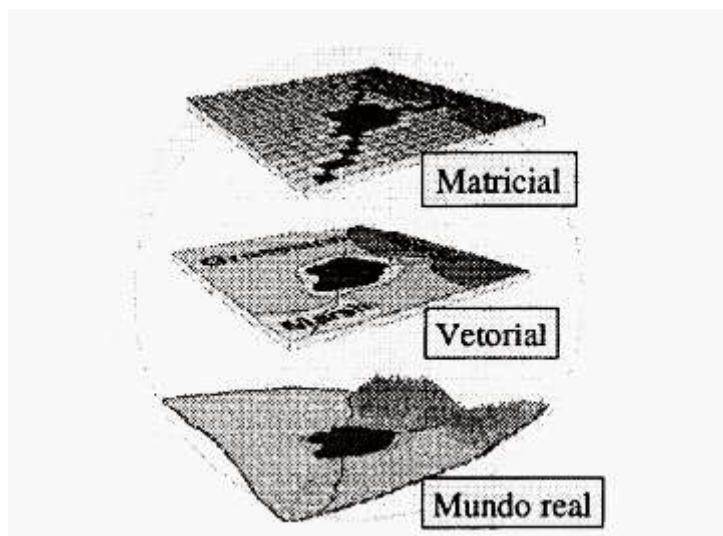


Figura 2. A representação do mundo real utilizando diferentes modelos de dados. Fonte: Ribeiro et al. (2000)

3.3 SIG WEB

O avanço da Tecnologia de Informação (TI), os recursos dos programas voltados para o contexto de SIG (Sistemas de Informação Geográfica) e a disseminação da Internet no cotidiano possibilitaram a interação com mapas na Internet (SCHIMIGUEL et al., 2005). O *SIG Web* é o produto da fusão das tecnologias SIG e *Web* como o próprio nome já diz, com essa tecnologia da informação é possível fazer a disponibilização de dados espaciais através das aplicações na internet, sendo um aliado na propagação da geoinformação na *World Wide Web*.

Segundo Lundberg (2000), os mapas na internet podem ser apresentados de duas maneiras diferentes:

i) Mapas estáticos: Os mapas estáticos têm o mesmo campo de uso que os mapas em papel comuns, ou seja, apresentação de estática em formação, não autorizando a mudança das informações ali contidas. Porém, pode ser interativo fornecendo *hiperlinks* contendo informações adicionais no texto para o usuário acessar;

ii) Mapas dinâmicos: A técnica por trás dos mapas dinâmicos é que permite uma maior interação com o usuário, sendo possível fazer a escolha do conteúdo do mapa.

4. METODOLOGIA

4.1 MATERIAIS

● QGIS 3.10.10

O QGIS é um SIG *desktop* desenvolvido inicialmente em 2002 por Gary Sherman. É um *software* livre e de código-fonte aberto, nele é possível fazer a visualização, edição e a análise de dados georreferenciados. É um projeto oficial da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo), com a ajuda de diversos voluntários. É escrito em C++ e faz um uso extensivo da biblioteca Qt, dentro de suas funcionalidades está a integração de plugins desenvolvidos nas linguagens C++ ou *Python*. Suas versões estão disponíveis para os sistemas operacionais *Linux*, *Unix*, *Mac OSX*, *Windows* e *Android* e suporta inúmeros formatos vetoriais, matriciais e bases de dados e funcionalidades.

● Geoserver 2.14.3

É um *software* livre criado para atuar como um servidor de dados espaciais e seu desenvolvimento é em linguagem Java. Sua aplicação permite aos usuários visualizar dados espaciais desenvolvendo soluções *web mapping* através da integração de diversos repositórios de uma maneira simples e fácil. Por seguir os padrões estabelecidos pela *Open Geospatial Consortium* (OGC) é inteiramente compatível às especificações WMS (*Web Map Service*), WCS (*Web Coverage Service*) e WFS (*Web Feature Service*), garantindo uma grande flexibilidade na criação de mapas e no compartilhamento de dados.

- **Mapbender 3.0.8.6**

Mapbender é uma estrutura geoportal baseada na *web* para publicar, registrar, visualizar, navegar, monitorar e conceder acesso seguro a serviços de infraestrutura de dados espaciais. O software de código aberto *Mapbender* é um sistema de gerenciamento de conteúdo para serviços de dados geoespaciais e aplicativos de mapas. Com o *Mapbender*, você pode criar aplicativos sem escrever uma única linha de código. Baseado em tecnologias de ponta, o *Mapbender* é um cliente flexível para serviços OGC.

- **Google Planilhas**

O Google Planilhas, ou *Google Sheets* no inglês, é um programa de planilhas incluído como parte do pacote gratuito de Editores de Documentos baseado na *Web* oferecido pelo Google.

- **Base de dados epidemiológicos**

Os dados epidemiológicos disponibilizados pela Secretaria da Saúde do município de Pedras de Fogo - PB, através de arquivos no formato CSV.

- **Base de dados espaciais**

Dados espaciais coletados no portal de mapas do IBGE, nele são disponibilizados diversos dados espaciais para *download*, tais como imagens satélite e arquivos vetoriais no formato *shapefile*.

4.2 MÉTODOS

A criação do SIG *web* foi voltada para a cidade de Pedras de Fogo - PB, localizada na região metropolitana de João Pessoa nas coordenadas latitude 7° 24' 7" Sul e longitude 35° 6' 57" Oeste, e conta com uma população estimada de 28.458 pessoas (IBGE, 2019). Ao decorrer da execução do trabalho, as ações foram divididas em três etapas na seguinte sequência: coleta dos dados, tratamento dos dados e geração da aplicação SIG *Web*. O SIG *Web* forneceu a visualização de mapas e as estatísticas espaciais relacionadas aos casos de dengue reportados.

4.2.1 Coleta dos dados

Os dados epidemiológicos foram disponibilizados pela vigilância epidemiológica do município no formato CSV, neles contiveram as informações dos casos reportados, seus respectivos logradouros e os meses de ocorrência. É importante ressaltar que nenhum dado sobre as pessoas foi utilizado, apenas a localização das ocorrências.

A princípio era pretendido coletar os casos reportados no ano de 2019, porém houve um possível problema de subnotificação dos casos de dengue dentro do sistema de saúde do município. Pois, durante todo o ano de 2019 só foram notificados no sistema 8 casos. Então, foi preciso aumentar o intervalo de tempo a ser estudado, mudando para o período de maio de 2018 até junho de 2020, mas infelizmente permaneceu o possível problema de subnotificação, totalizando 18 notificações durante todo o período citado.

Já os dados espaciais foram coletados no portal de downloads do IBGE, onde foi necessário o download no formato shapefile da malha municipal e dos setores censitários do município.

4.2.2 Tratamento dos dados

4.2.2.1 Tratamento dos dados epidemiológicos

Os dados epidemiológicos precisaram ser editados em um programa editor de planilhas de maneira que proporcionou a otimização e eliminou falhas em análises futuras. Os logradouros apresentados nas planilhas precisaram ser geocodificados, ou seja, foram convertidos em coordenadas geográficas precisas indicando a espacialização exata de cada localização.

Foi realizado um processo de geocodificação dos logradouros das notificações disponibilizadas pela Secretaria da Saúde do município, ou seja, os logradouros foram transformados em coordenadas geográficas através de uma extensão do Google Planilhas chamado Geocode, disponibilizado pela *Awesome Table*.

Também foram realizadas confecções de gráficos dentro do Google Planilhas, comparando os números de notificações com os atributos de meses e localidades das ocorrências, a fim de obter-se insights acerca dos dados.

4.2.2.2 Tratamento dos dados geográficos no QGIS

Os dados foram tratados no *software* QGIS, nele foi possível realizar as etapas necessárias para a elaboração da cartografia de base para análise dos dados epidemiológicos.

Os dados geográficos foram tratados no software QGIS versão 3.10, nele foram plotados os pontos geocodificados e realizadas todas as etapas para a confecção do mapa idealizado. Após a geração destes pontos, foram gerados

mapas de calor, que indicaram as regiões mais afetadas pelas ocorrências de dengue no período explorado.

Também foram inseridas no programa as camadas *shapefile* baixadas no portal do IBGE e uma camada raster de imagem satélite para servir de base cartográfica utilizando o complemento HCMGIS dentro do *software*, como podemos ver na figura 3 a seguir.

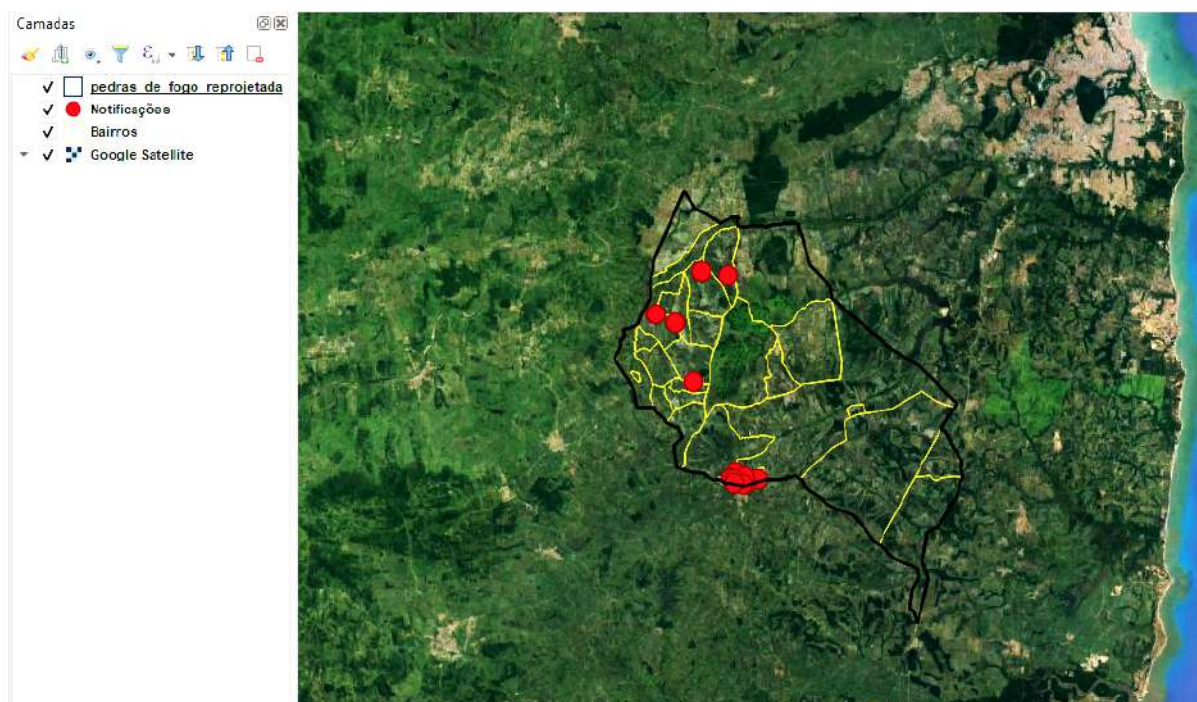


Figura 3. Pontos das notificações de dengue. Fonte: Autora (2021)

Com os pontos das notificações já gerados foi possível realizar a confecção do mapa de calor utilizando a ferramenta de densidade de Kernel, como uma resolução de 5 metros e área de influência de 200 metros. Foi definida esta área de influência porque Salje et al. (2017) realizaram um estudo na cidade de Bangkok, onde analisaram os dados dos genótipos do vírus da dengue nessa localidade, e concluíram que 60% dos casos de dengue que estão localizados em até 200 metros de distância vêm da mesma cadeia de transmissão, em oposição a 3% dos casos separados por 1 a 5 quilômetros. Para melhorar o visual do mapa, realizou-se a edição das camadas dos bairros, dando-lhes cores específicas e nomes. Nas figuras

4 e 5 podemos visualizar o resultado final das edições das camadas, que vão servir como base para a aplicação.

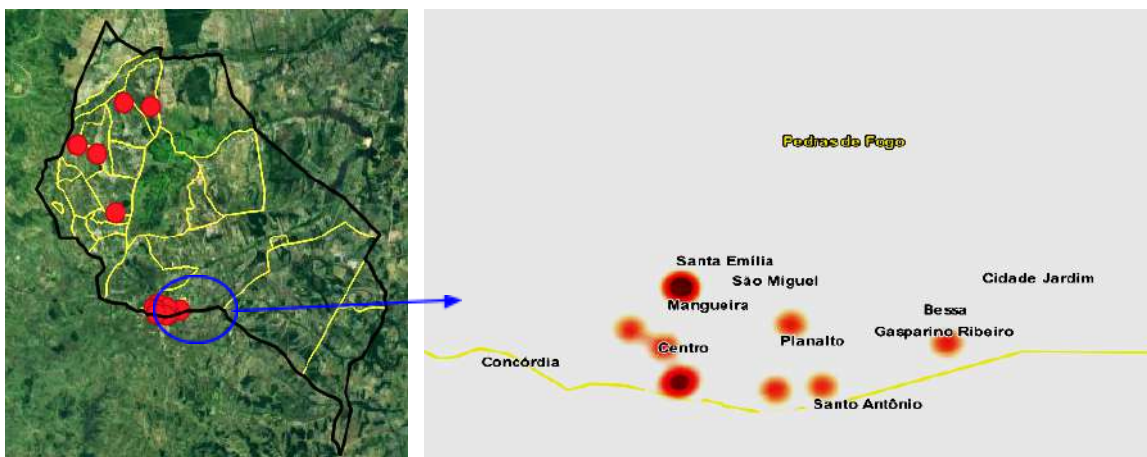


Figura 4. Zoom nas camadas com edição final. Fonte: Autora (2021)



Figura 5. Edição final das camadas. Fonte: Autora (2021).

4.2.3 Geração da aplicação SIG Web

4.2.3.1 Publicação dos dados geográficos com o Geoserver

Após a finalização do tratamento dos dados, os arquivos ficaram prontos para serem publicados. As operações para a disponibilização dos dados foram realizadas no servidor de mapas *Geoserver*.

Os dados foram publicados já tratados para o *Geoserver*, onde foi realizado o uso da seção de gerenciamento de dados, que contém as opções de configurações para diversas configurações relacionadas aos dados. Nesta página, é possível identificar as seguintes ferramentas:

- 1) Visualizador de camada: A página de Visualização da camada fornece o acesso aos *links* para visualização da camada em vários formatos de saída, sendo incluídos os formatos *OpenLayers* e KML comuns. Portanto, essa página ajuda a verificar e explorar visualmente a configuração de uma camada específica de sua escolha. E para isso, você não precisa estar logado no *Geoserver* para acessar o Visualizador de Camada;
- 2) Espaço de trabalho: Na página Espaços de trabalho é possível encontrar uma lista de espaços de trabalho, possuindo a capacidade de adicionar, editar e excluir os mesmos. E também mostra qual espaço de trabalho é o padrão para o servidor, é como se fosse um local para melhor organizar seus dados;
- 3) Lojas: A página de lojas exibe uma lista dos espaços de trabalho, com a capacidade de adicionar, editar e excluir eles. Os detalhes incluem a área de trabalho associada à loja, o formato dos tipos dos dados e se a loja está ativada. Dentro dela, podemos adicionar os dados para que possam ser editados na página de camadas;

4) Camadas: A página Camadas exibe uma lista de camadas, com a capacidade de fazer as alterações de adicionar, editar e excluir. Os detalhes incluem a área de trabalho e o armazenamento associado à camada, se a camada está ativada e o sistema de referência espacial da camada;

5) Grupos de camadas: A página Grupos de camadas exibe uma lista de grupos de camadas, com a capacidade de adicionar, editar e excluir. Os detalhes também incluem o espaço de trabalho associado, se houver;

6) Estilos: A página Estilos exibe uma lista de estilos, com a capacidade de adicionar, editar e excluir. Os detalhes incluem o espaço de trabalho associado, se houver, e dá a possibilidade de adicionar estilos pré-definidos por arquivos SLD.

O *Geoserver* possui essa interface amigável, como podemos ver na figura 6, fazendo com que a manipulação dos dados ocorra de uma maneira fácil. A interface de administração é uma ferramenta lapidada na *web* para configurar todas as questões do *Geoserver*, desde a adição de dados até a alteração das configurações do serviço. Em uma instalação padrão do *Geoserver*, esta interface é acessada através da URL em um navegador da web no seguinte endereço: *http://localhost:8080/geoserver/web*. Porém, essa URL pode variar dependendo da instalação local, neste caso foi instalado na porta 8000 porque a configuração do *mapbender* foi realizada na porta 8080.

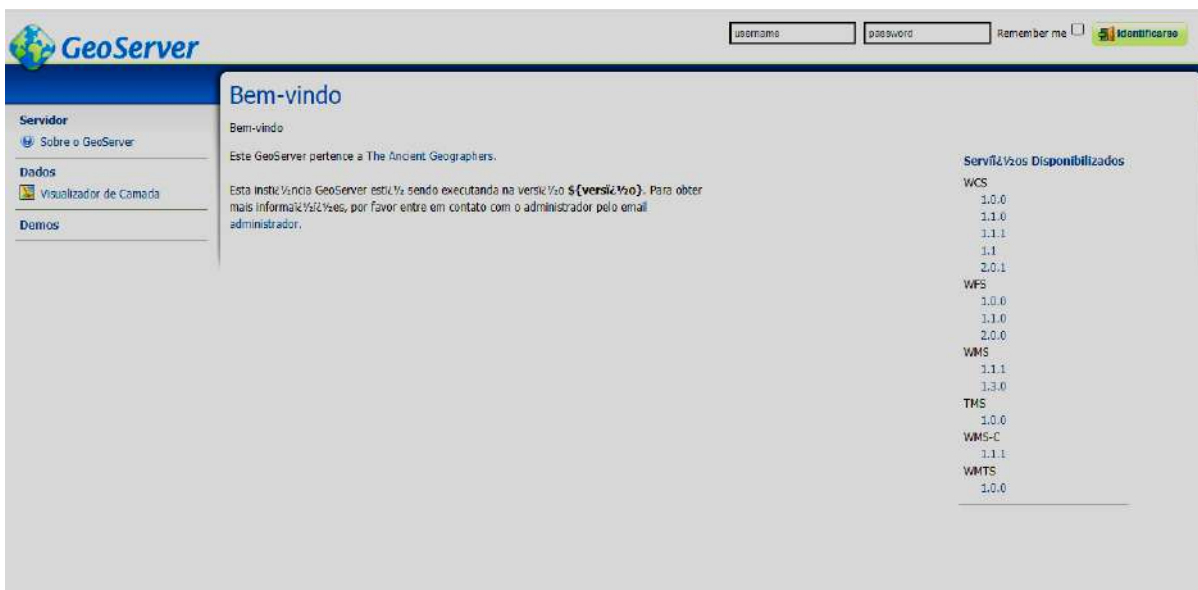


Figura 6. Interface inicial do Geoserver. Fonte: Autora (2021).

Antes de publicar as camadas foi necessário criar um espaço de trabalho para que os arquivos pudessem ser armazenados no sistema, dando-lhe o nome de “dengue_gis”, no qual podemos visualizar na figura 7.

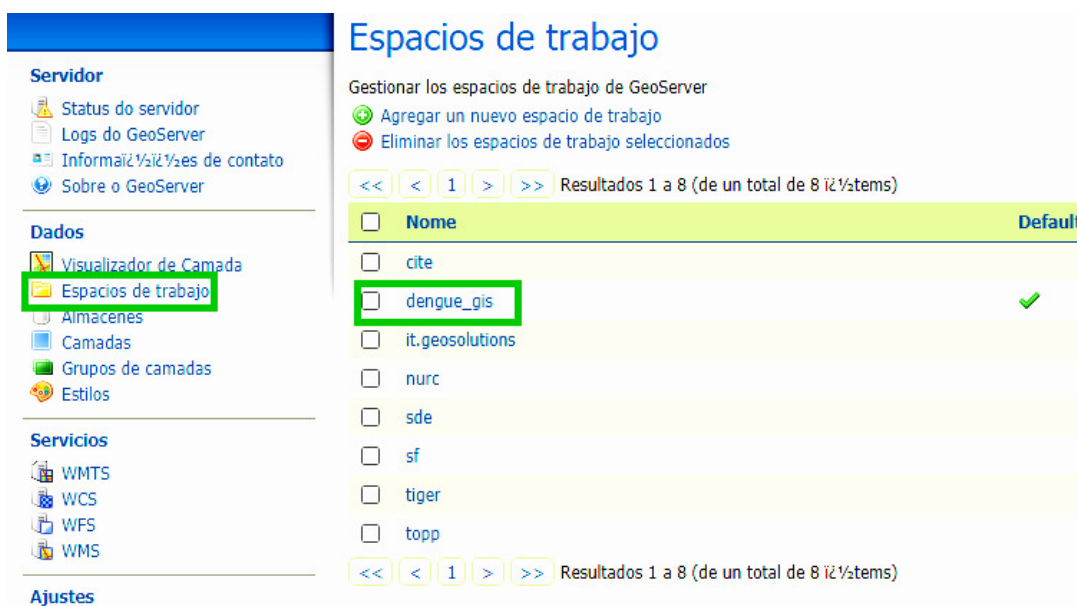


Figura 7. Introduzindo um espaço de trabalho. Fonte: Autora (2021)

Criado o espaço de trabalho, as camadas puderam ser adicionadas na loja, que é uma espécie de gerenciador de dados, onde pode-se organizar os dados em forma de lista. Nela informa o nome do arquivo, de qual espaço de trabalho pertence, o seu tipo e se está habilitado ou não. Facilitando assim, na identificação

das camadas inseridas. Uma loja se conecta a uma fonte de dados, que pode ser composta por dados raster ou vetoriais. Em considerações ao formato desta fonte, pode ser um arquivo ou grupo de arquivos, uma tabela em um banco de dados, um único arquivo rasterizado ou um diretório (por exemplo, uma biblioteca de formato de produto vetorial).

Ao construir uma loja você permite que os parâmetros de conexão sejam definidos uma vez só, em vez de fazer um trabalho repetitivo para cada conjunto de dados em uma fonte. Portanto, é necessário registrar uma loja primeiro antes de configurar os conjuntos de dados que posteriormente vão ser publicados, a figura 8 mostra a interface de criação da loja.



Figura 8. Criando uma nova loja. Fonte: Autora (2021).

Na loja é possível adicionar diversos arquivos de variados tipos, como: *Geopackage*, *Shapefiles*, dados *rasters* e até mesmo conectar/configurar servidores de WMS e WMTS, como podemos ver na figura 9.



Figura 9. Página de adição de dados na loja do servidor. Fonte: Autora (2021).

Após inserir todos os arquivos na loja, que no total foram quatro: delimitação do município de Pedras de Fogo, bairros e o mapa de calor das notificações e as ocorrências de dengue. As camadas ficaram prontas para serem publicadas com o estilo pré-definido pelo código do arquivo SLD gerado no QGIS, onde define todas as configurações das camadas tais como cor, preenchimento e etc. As camadas foram configuradas para receberem o Sistema de Referência Geográfica WGS 84, apresentadas em graus decimais.

Com as camadas configuradas e publicadas com o estilo desejável, elas ficaram prontas para serem visualizadas, onde podem ser escolhidas para serem vistas no formato *OpenLayers* ou KML, a figura abaixo mostra a camada sendo visualizada no formato *OpenLayers*.

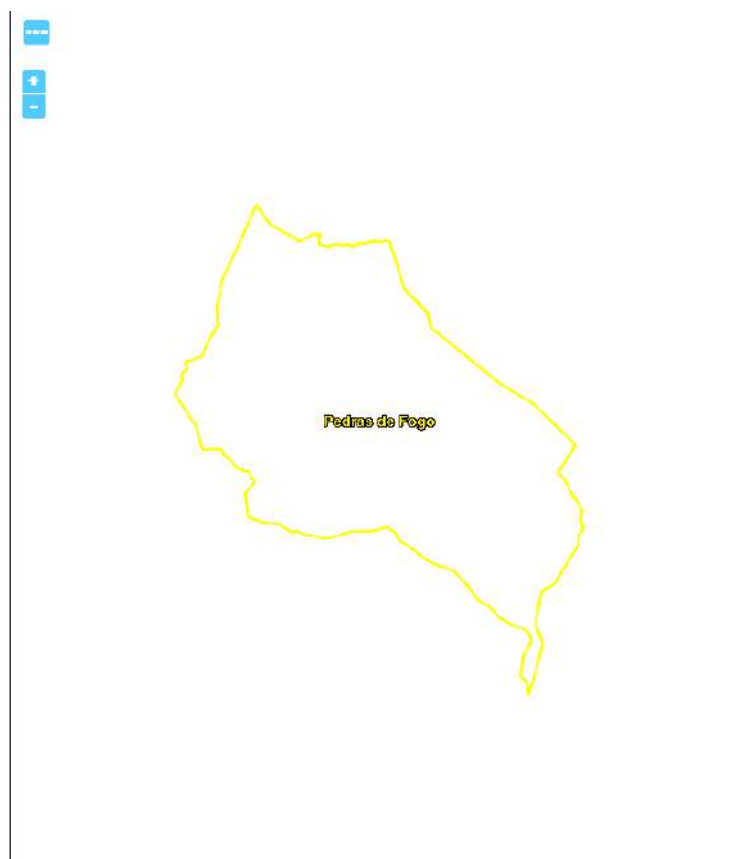


Figura 10. Camada publicada no visualizador de camadas do servidor. Fonte: Autora (2021).

A página de Visualizador de Camada oferece suporte a uma ampla variedade de formatos de saída para seu uso posterior ou no compartilhamento de dados, você pode visualizar todos os três tipos de camada nos formatos *OpenLayers* e KML comuns. Da mesma maneira, ao utilizar o menu “Todos os formatos”, você pode visualizar todos os tipos de camada em sete formatos de saída adicionais: AtomPub, GIF, GeoRss, JPEG, KML (compactado), PDF, PNG, SVG e TIFF. Porém, as camadas nos formatos vetoriais fornecem visualizações de saída WFS, incluindo o GML comum, bem como os formatos CSV, GML3, GeoJSON e *shapefile*.

4.2.3.2 Criação de uma interface interativa utilizando o Mapbender

O *Mapbender* permite que os seus usuários criem de uma forma fácil navegadores de mapas na web personalizados ou geoportais a partir de uma ampla variedade de aplicativos ou *widgets*, necessitando de pouca ou nenhuma linha de código de programação durante o processo de construção.

O acesso ao *Mapbender* foi realizado através da URL: “http://localhost:8080/mapbender/app.php”, para termos acesso às aplicações foi preciso fazer o login na página inicial da ferramenta, concluído o *login* foi possível visualizar as aplicações disponíveis para a construção do nosso *SIG Web*. O *Framework* nos fornece os seguintes tipos de aplicações: aplicativos de administração, aplicativos de mapas e aplicativos de conteúdo, como podemos ver na figura abaixo.

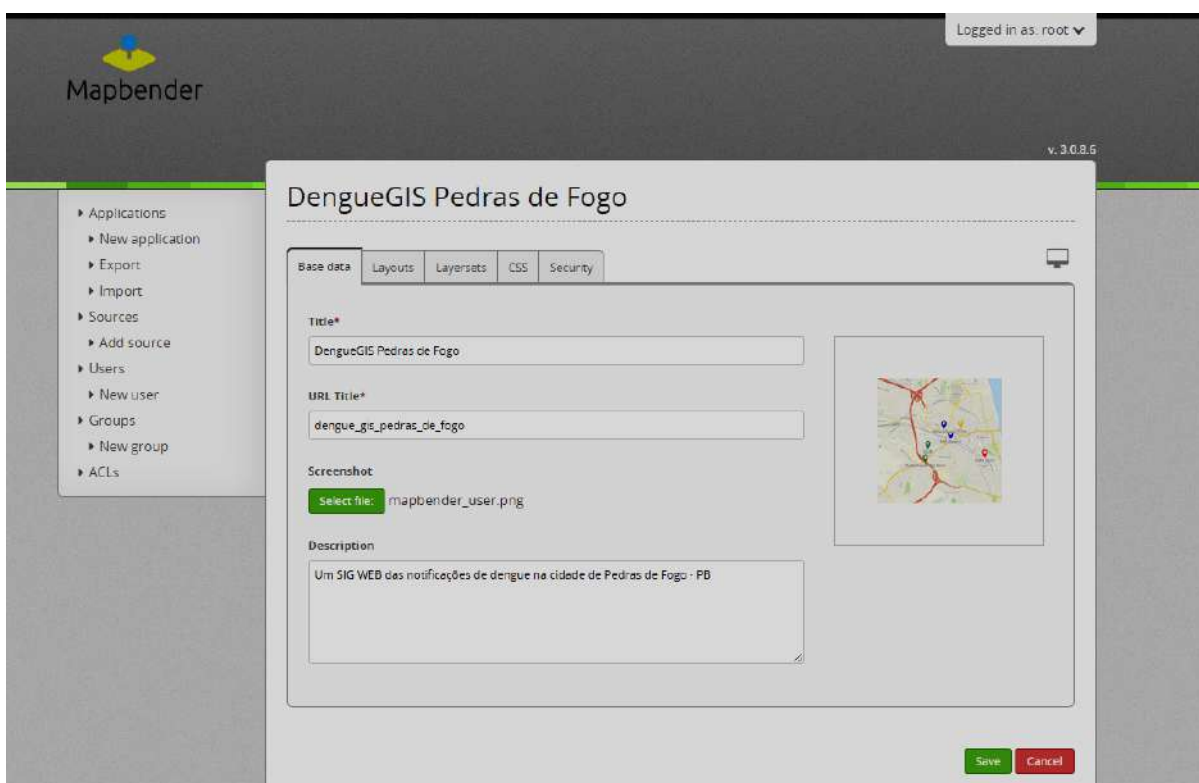


Figura 11. Página inicial de criação da aplicação. Fonte: Autora(2021).

Os aplicativos de administração nos permitem carregar serviços, criar usuários e novos aplicativos, cada um fornecendo diferentes funcionalidades, podendo o usuário carregar o seu próprio aplicativo de administração com as funcionalidades necessárias. Já os aplicativos de mapas contêm serviços OGC semelhantes a WMS, incluídos: um ou mais mapas, botões, explorador de geodados, item de legenda, o seu próprio logotipo e muito mais.

A ferramenta nos dá a possibilidade de criar um aplicativo de conteúdo que contenha o serviço OGC WMS, porém, ter o serviço WMS contido ou armazenado em um aplicativo Mapbender não significa que ele seja implantado automaticamente. Com os chamados "contêineres", você pode criar um repositório rebuscado para serviços na web para mapas.

O SIG *Web* foi construído utilizando conexões WMS feitas pelo servidor do *Geoserver* e pelo acesso de bases cartográficas oferecidas gratuitamente pelo *OpenStreetMap*, onde foram adicionadas as URLs na aba de "fontes" da aplicação como podemos ver na figura 12. Para adicionar as fontes publicadas no *geoserver* foi inserido o endereço "http://localhost:8000/geoserver/web/wicket/bookmarkable/org.geoserver.wms.web.WMSAdminPage?8&workspace=dengue_gis", já para utilizar a base cartográfica do *OpenStreetMap* foi usada a URL "<https://ows.terrestris.de/osm/service?>".

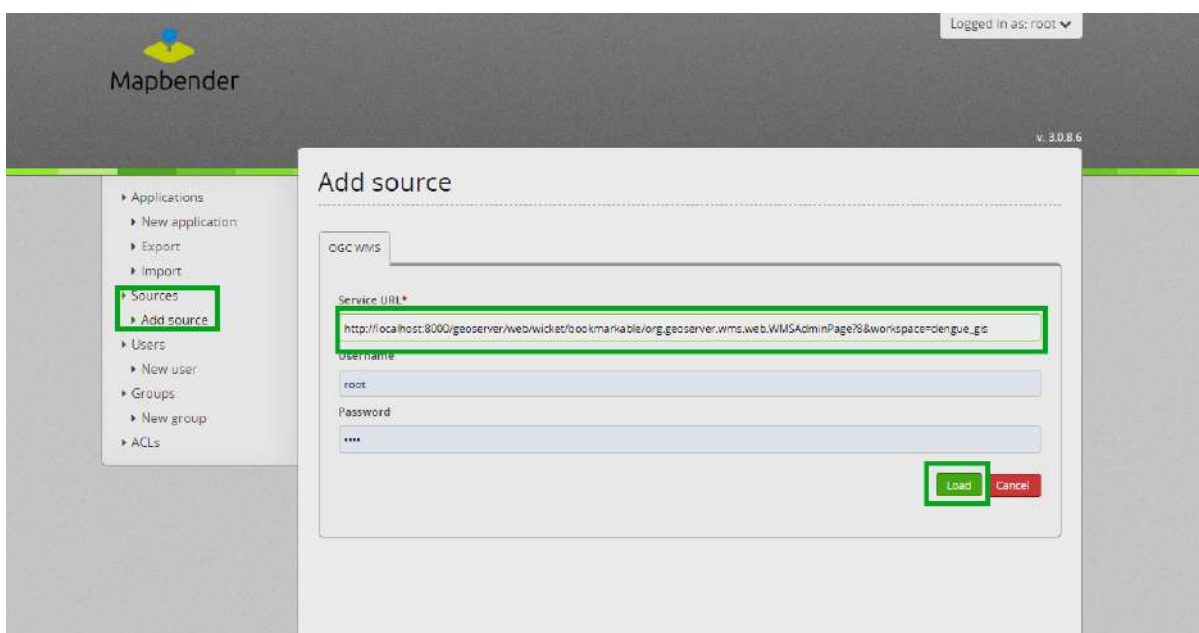


Figura 12. Adicionando conexões WMS. Fonte: Autora(2022).

Já o *layout* da aplicação desenvolvida foi montado através de *widgets*, onde foi possível escolher os elementos do *web* mapa através de simples seleções de caixas que definiam quais instrumentos pré-definidos podiam ser adicionados ao SIG *Web*. Onde foi possível fazer a adição de cada elemento sem necessitar escrever

uma linha de código, foi clicado em adicionar o *widget*, e após a escolha do que gostaria de incrementar nas funcionalidades da aplicação, foi realizada a edição de cada elemento para deixar no aspecto desejável. Na figura abaixo mostra os elementos escolhidos para serem aplicados no mapa interativo.



Figura 13. Construção do Layout da aplicação SIG Web. Fonte: Autora(2022)

Na aba de *Layersets*, foi configurada a visualização das bases cartográficas que foram publicadas e disponibilizadas através das URLs dos WMS. Em “*main*” ficaram centralizadas as camadas principais, para que servissem de base de fundo. Já em “*overview*” foi selecionada a camada de delimitação do município para servir de mapa de referência como podemos ver na figura abaixo.

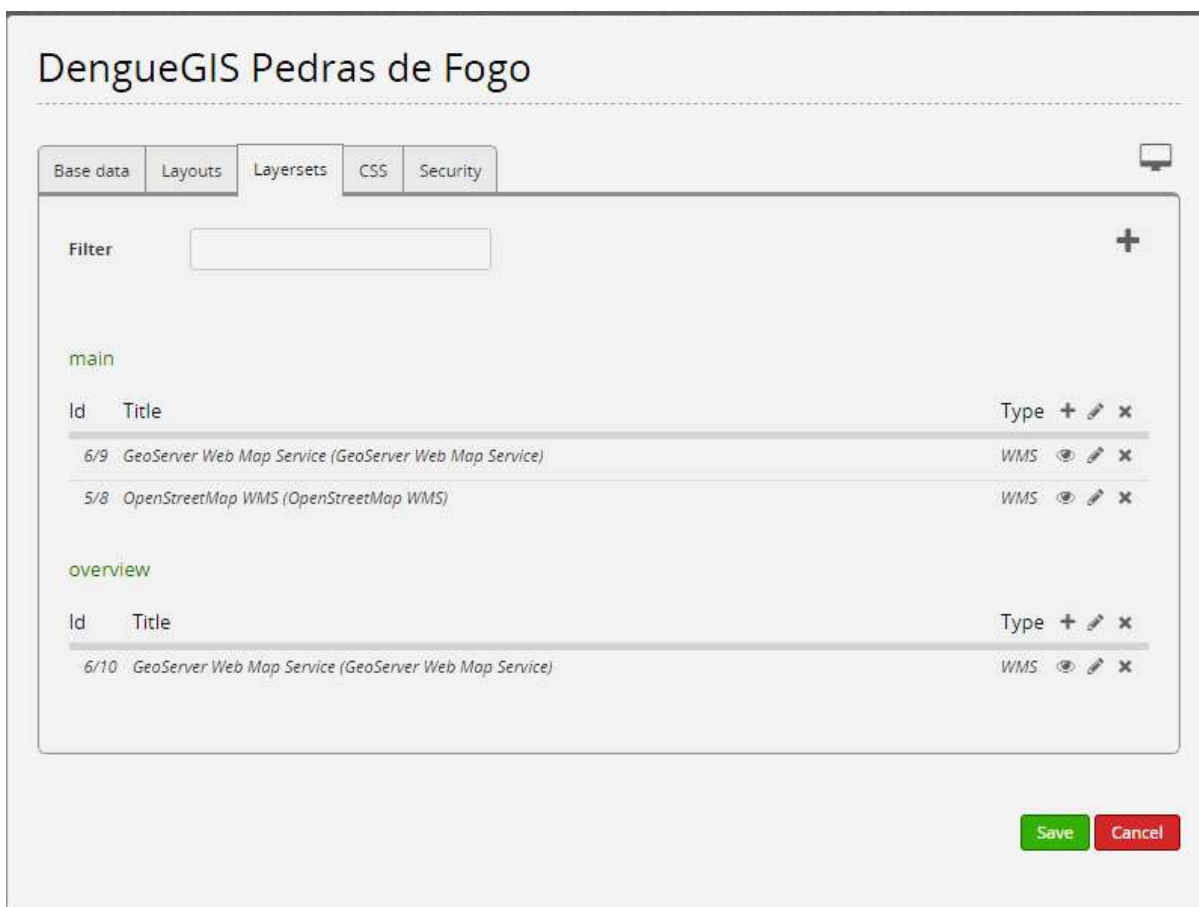


Figura 14. Definição de camadas da aplicação. Fonte: Autora(2022).

Em CSS é possível customizar a aplicação adicionando elementos ou incrementos visuais através da linguagem de estilização CSS como podemos visualizar na figura 15, porém, a aplicação já estava atendendo aos requisitos projetados, portanto, não foi adicionado código nesta parte.

DengueGIS Pedras de Fogo

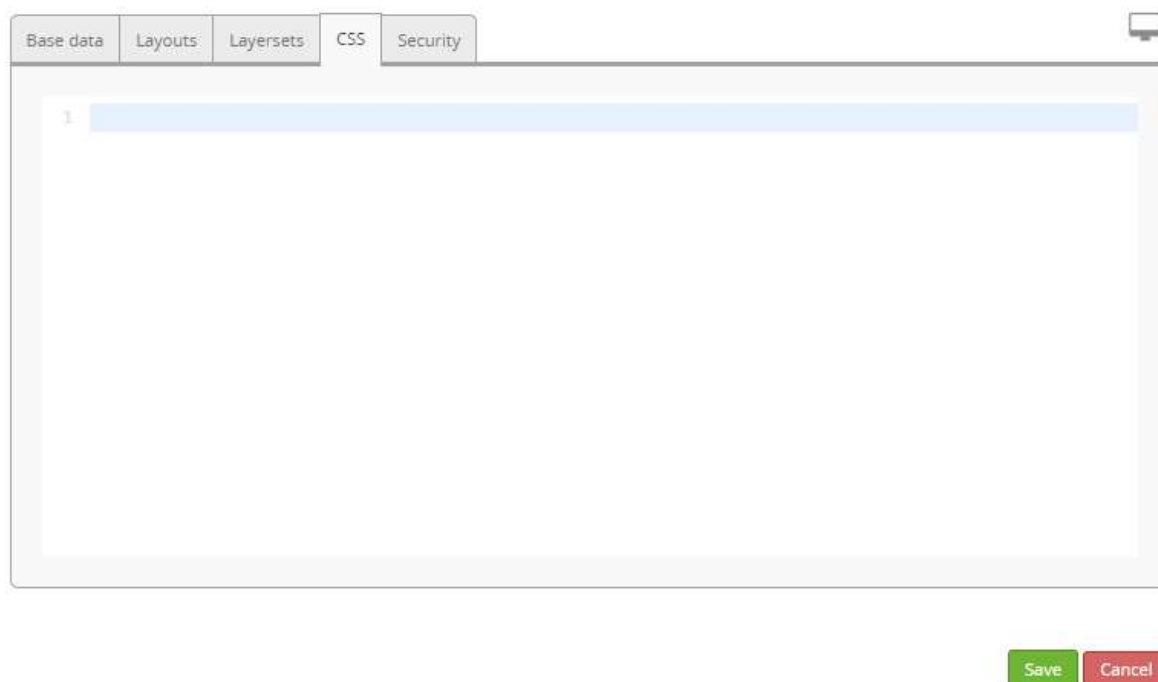


Figura 15. Aba de inserção de código de estilização. Fonte: Autora(2022).

E por fim, na aba de segurança foi deixada a configuração padrão mesmo como podemos ver na figura 16, onde pede o *login* de usuário e senha para o acesso ou execução de edição da aplicação. Atribuindo ao usuário *root* a função de *owner*, e para os outros indivíduos que desejarem utilizá-la, foi aplicada a função de visualizador.




Figura 16. Definição de segurança da aplicação. Fonte: Autora(2022)

Após realizar todas as configurações e edições da aplicação, por fim, foi possível salvá-la e visualizar todas as suas funcionalidades clicando no ícone do monitor, ilustrado na figura a seguir.

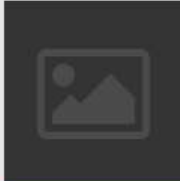
Applications

Filter




Mapbender Demo Map mapbender_user

Fullscreen style, Simple map showing WMS use.




Mapbender Digitize Demo mapbender_user_digitizer


Try the Mapbender Digitize Demo



DengueGIS Pedras de Fogo dengue_gis_pedras_de_fogo

Um SIG WEB das notificações de dengue na cidade de Pedras de Fogo - PB





Mapbender Demo Map mapbender_user_yml

Fullscreen style, Simple map showing WMS use.

Figura 17. Aplicação salva e criada no Mapbender. Fonte: Autora (2022)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Dados epidemiológicos

Nas análises dos dados epidemiológicos, comparando as ocorrências com os meses, foi identificado que as notificações em sua totalidade tiveram maior ocorrência no mês de abril com 5 casos, em segundo lugar foi o mês de agosto registrando 4 casos, em terceiro empataram os meses de maio e junho ambos com 3 casos registrados, em outubro obteve 2 casos e em fevereiro registrou somente 1 caso no sistema, como mostra a figura 18. Lembrando que esses meses estão dentro do intervalo de tempo de maio de 2018 até junho de 2020, nota-se que os meses que registraram maior número de ocorrências foram justamente os meses que estão relacionados a época de tempo chuvoso perto do litoral da Paraíba, deixando as condições favoráveis para o crescimento dos mosquitos.

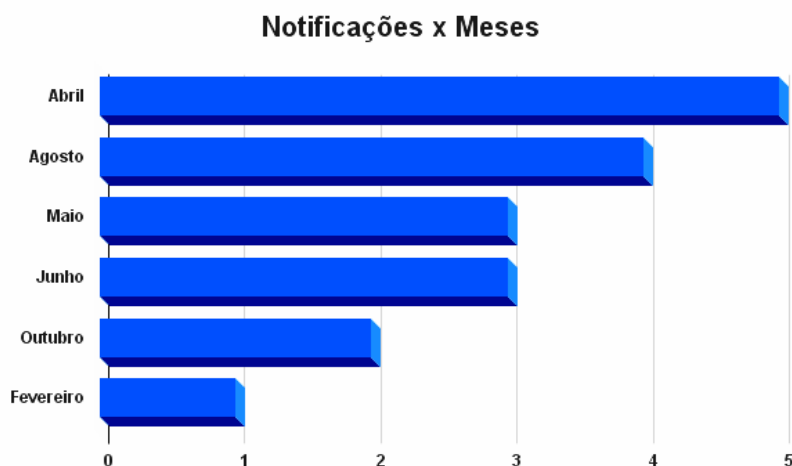


Figura 18. Gráfico da distribuição das notificações em comparação com os meses. Fonte: Autora(2022)

Na figura 19, traz a visualização da distribuição das notificações em cada bairro da zona urbana, sendo o bairro da Mangueira com maior quantidade de ocorrência obtendo 4 registros, já o Centro contabilizou 2 notificações, Santo Antônio também

obteve 2 registros, e por último, Gasparino Ribeiro e Planalto com apenas 1 registro. Totalizando 10 registros para a zona urbana.



Figura 19. Gráfico da distribuição das ocorrências registradas nos bairros da cidade. Fonte: Autora(2022)

Já na terceira visualização, mostrada na figura 20, foi trago o seguinte resultado para a zona rural: Engenho Fazendinha, Engenho Novo e Nova Tatiane com 2 registros cada um, Campo verde e Sítio Bela com apenas 1 registro cada um, contabilizando 8 notificações na zona rural.

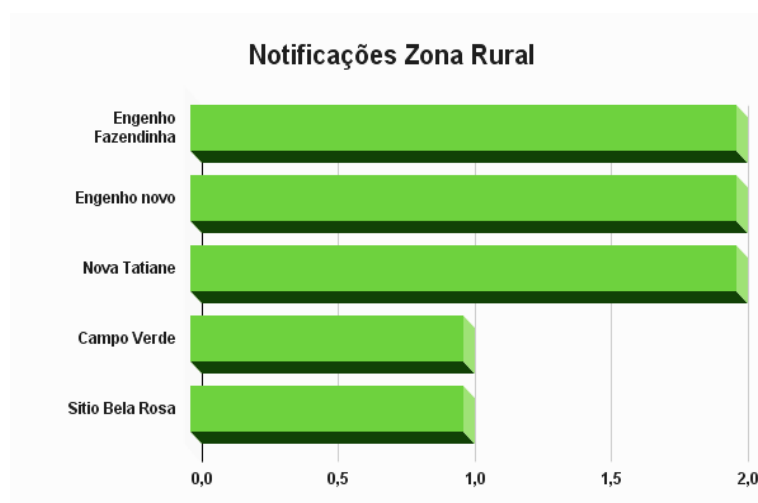


Figura 20. Gráfico da distribuição das ocorrências registradas nas localidades da zona rural. Fonte: Autora(2022)

Como o previsto, lugares mais antropizados tendem a ser ambientes mais propícios para a reprodução do mosquito da dengue, e somado ao fator do clima litorâneo, cria o ambiente ideal para a proliferação destes indivíduos.

5.2 Apresentação da Interface da Aplicação SIG Web

Com os procedimentos metodológicos concluídos, foi possível chegar a uma aplicação SIG Web desenvolvida com o auxílio de *softwares* livres, alcançando um resultado muito satisfatório, comprovando-se com a figura a seguir que é possível construir um produto utilizando somente ferramentas gratuitas.

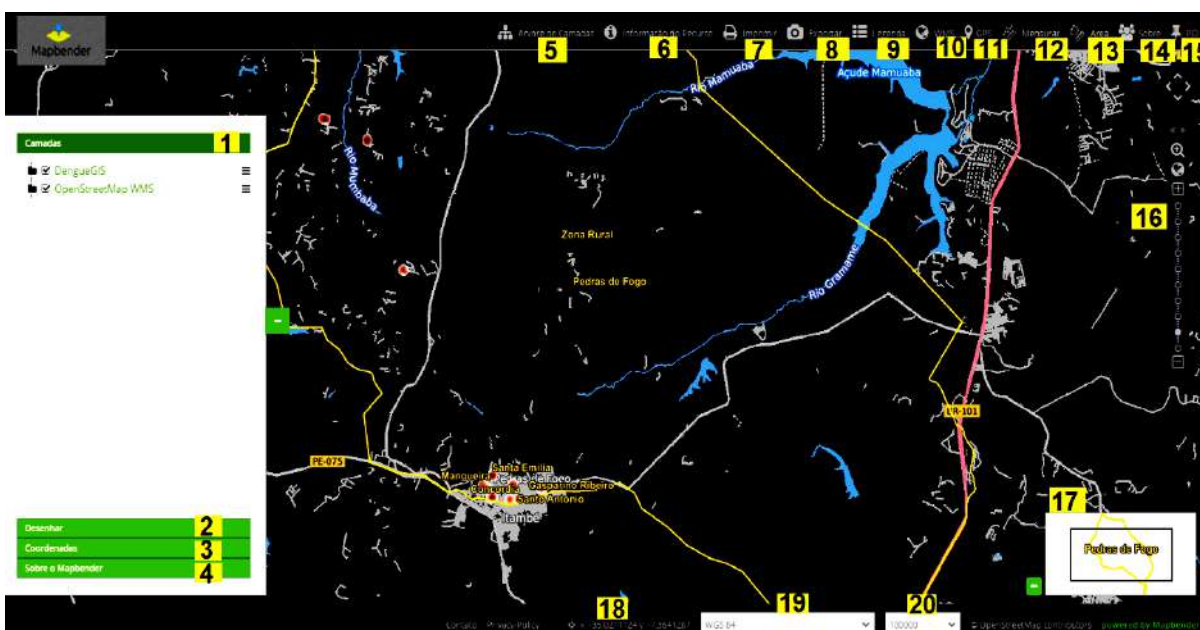


Figura 21. Visão completa da aplicação concluída. Fonte: Autora(2022)

Na figura abaixo podemos visualizar como se comporta a distribuição dos casos na área urbana, e ter um norte de quais são os bairros mais afetados. Como foi previsto nas análises dos gráficos, na região do Centro e bairro da Mangueira são as localidades mais afetadas.



Figura 22. Zoom na zona urbana da cidade. Fonte: Autora (2022)

Na figura 21 mostra a interface final com os seus itens numerados, atribuindo para cada um deles os seguintes elementos, seguindo a ordem respectivamente:

1) Marcador de camadas

Com o marcador de camadas, é possível mostrar no mapa as camadas *raster* ou vetoriais que estão sendo disponibilizadas pelo servidor ou carregadas através de um *link* de conexão WMS. A visibilidade dessas camadas é definida pela marcação de qual item deseja-se exibir através da marcação de caixa, ficando a critério do usuário o que vai ser mostrado ou não dentro da aplicação como mostra a figura a seguir.

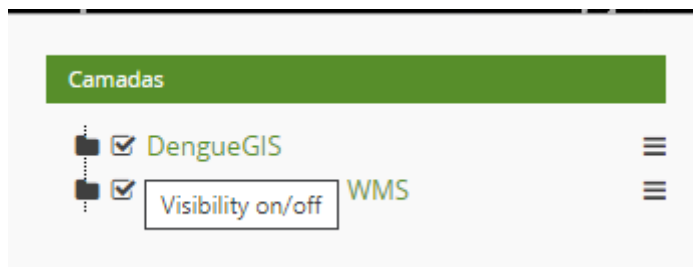


Figura 23. Marcador de camadas. Fonte: Autora (2022)

2) Desenhar

A funcionalidade de desenhar atribui ao utilizador o poder fazer-se desenhos geométricos sob o mapa ou inserir textos, caso o indivíduo almeja detalhar melhor ou dar ênfase a uma determinada área de estudo a ser analisada. Podendo escolher entre os seguintes desenhos: ponto, linha, polígono, retângulo ou textos. A figura a seguir ilustra a funcionalidade, onde foi possível desenhar um retângulo no mapa.



Figura 24. Função de desenhar objetos. Fonte: Autora(2022).

3) Coordenadas

Permite selecionar o Sistema de Coordenadas Geográficas que vai ser utilizado como padrão na aplicação, como mostra a figura abaixo.



Figura 25. Seleção de sistema coordenadas padrão. Fonte: Autora(2022)

4) Sobre o Mapbender

Exibe as informações do Mapbender, disponibilizando links para que informações sobre o projeto sejam consultadas, no qual podemos ver na figura a seguir.



Figura 26. Sobre o Mapbender. Fonte: Autora(2022)

5) Árvore de camadas

Assim como a aba de marcador de camadas, a árvore de camadas também mostra quais camadas estão disponíveis para serem selecionadas. Porém a interação com o usuário é diferente, pois ao clicar no ícone imediatamente abre uma janela à parte para selecionar as camadas, a figura 27 nos mostra as camadas sendo marcadas através das caixas.

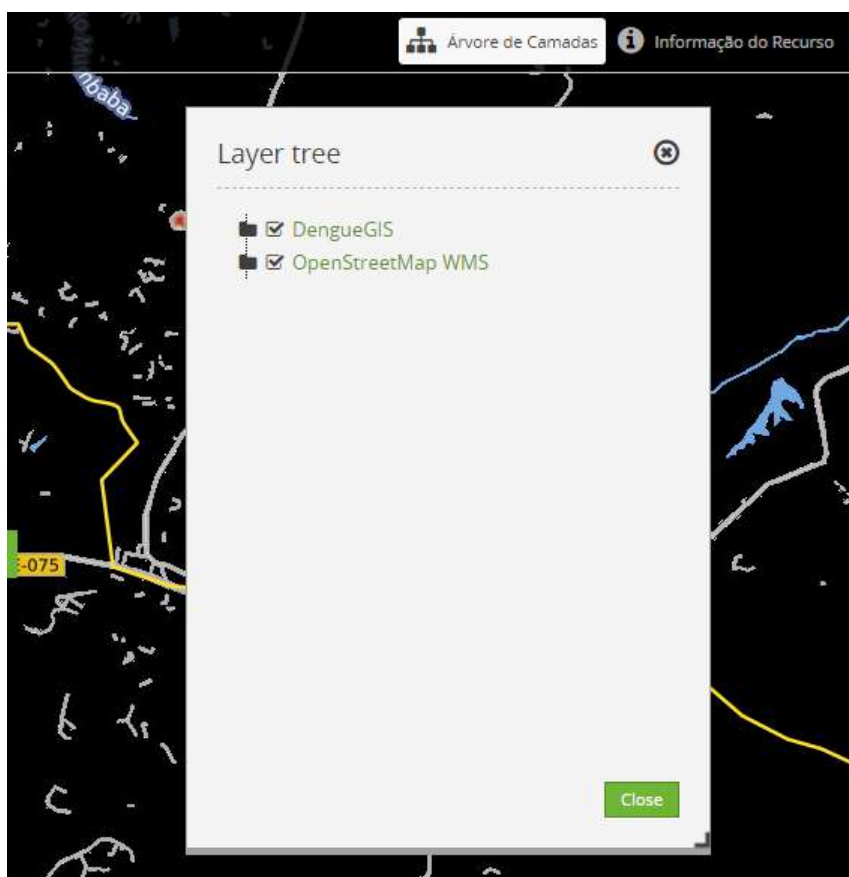


Figura 27. Árvore de camadas. Fonte: Autora(2022)

6) Informações do Recurso

Permite a inserção de texto sobre as informações de descrição do recurso, como pode ser visualizado na figura a seguir.

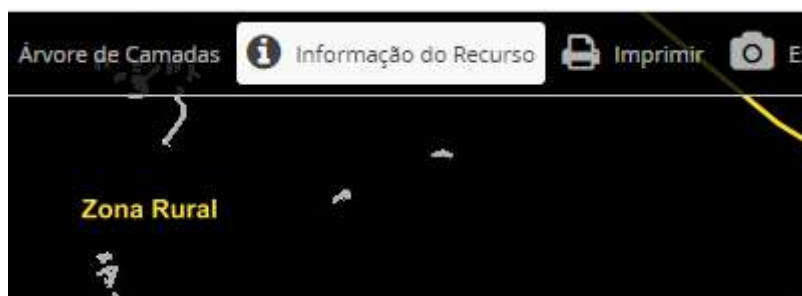


Figura 28. Informação do Recurso. Fonte: Autora(2022)

7) Imprimir

Imprime a tela atual selecionando a área desejada, podendo escolher o tamanho da folha entre as seguintes opções: A4 em opção de retrato, A4 em opção de paisagem, A3 em opção de retrato ou A3 em opção de paisagem. Essas opções podem ser setadas em “template”, como podemos ver na figura abaixo.

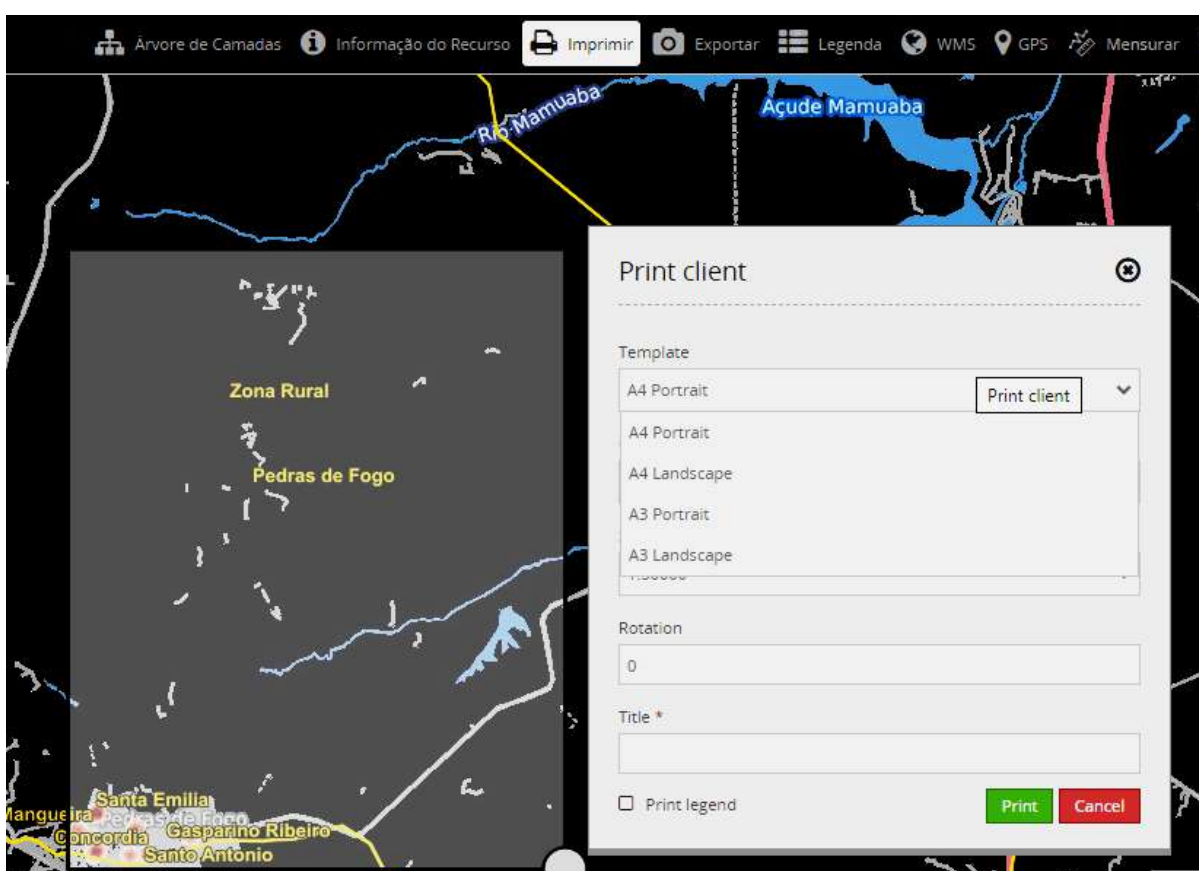


Figura 29. Função de impressão. Fonte: Autora(2022)

Nessa mesma funcionalidade também tem a opção de escolher a qualidade da impressão, mostrada na figura 30, dependendo da finalidade que o usuário irá aplicar. Listando a opção de “draft” que seria um rascunho dessa impressão possuindo uma qualidade menor de 72 DPI e também a opção de imprimir no modo de “document” que seria numa qualidade melhor de 288 DPI.



Figura 30. Selecionando a qualidade da impressão. Fonte: Autora(2022)

Também é possível escolher a escala desejada, selecionando os valores de 1:500, 1:1000, 1:5000, 1:10000, 1:25000 e 1:50000, como podemos ver na figura a seguir.

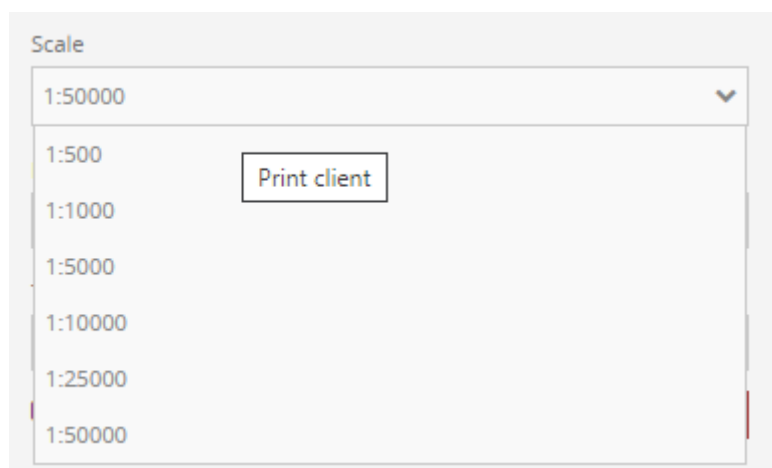


Figura 31. Selecionando a escala da impressão. Fonte: Autora(2022).

Após escolher todas as configurações necessárias para imprimir, clicando no botão print o SIG Web abre uma nova aba onde faz o download do arquivo no formato PDF, com o título, mapa ilustrado de acordo com a área escolhida, mapa de referência, sua escala, data de impressão e o norte, resultado mostrado na figura 32.



Figura 32. Resultado da impressão. Fonte: Autora(2022).

8) Exportar

Salva o mapa em formato de arquivo de imagem, podendo optar entre os formatos PNG ou JPEG, a figura 33 nos mostra as opções de formato de imagem disponíveis e a figura 34 é o resultado da exportação em formato PNG.

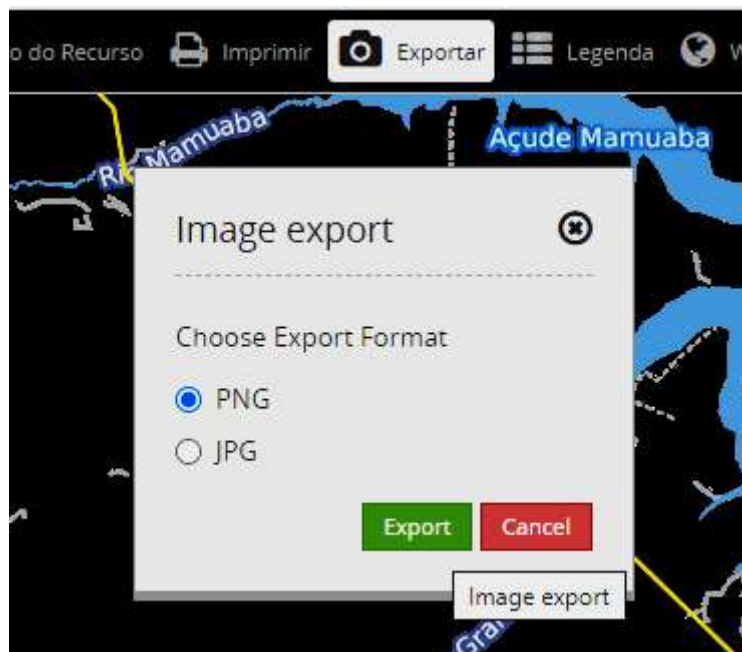


Figura 33. Função exportar. Fonte: Autora(2022).

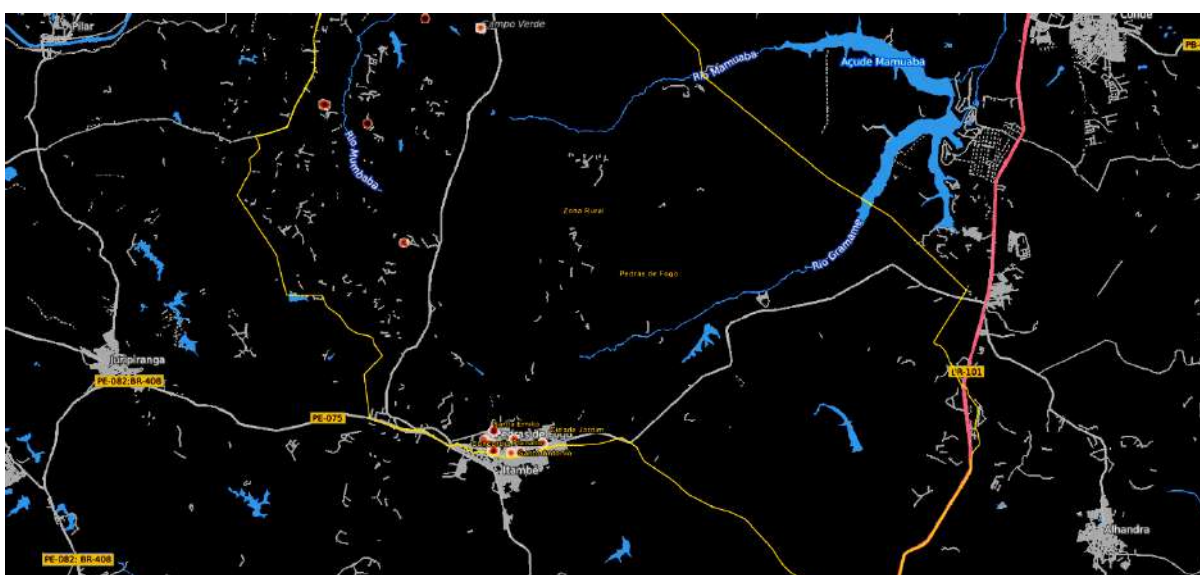


Figura 34. Resultado da exportação de imagem. Fonte: Autora(2022).

9) Legenda

Exibe as legendas atribuídas aos dados espaciais, como podemos ver na figura abaixo.

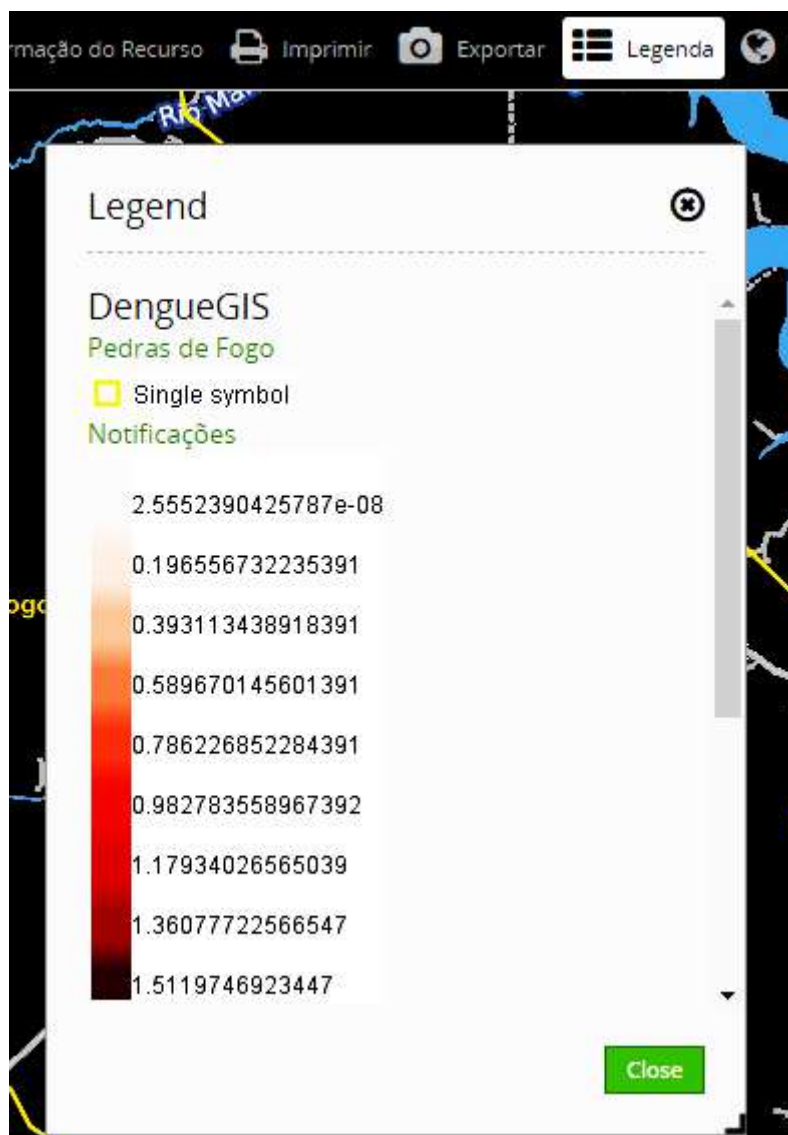


Figura 35. Legendas. Autora(2022)

10) WMS

Permite fazer conexões WMS inserindo o endereço da URL desejada, e fazendo o login com o usuário, funcionalidade ilustrada na figura abaixo.

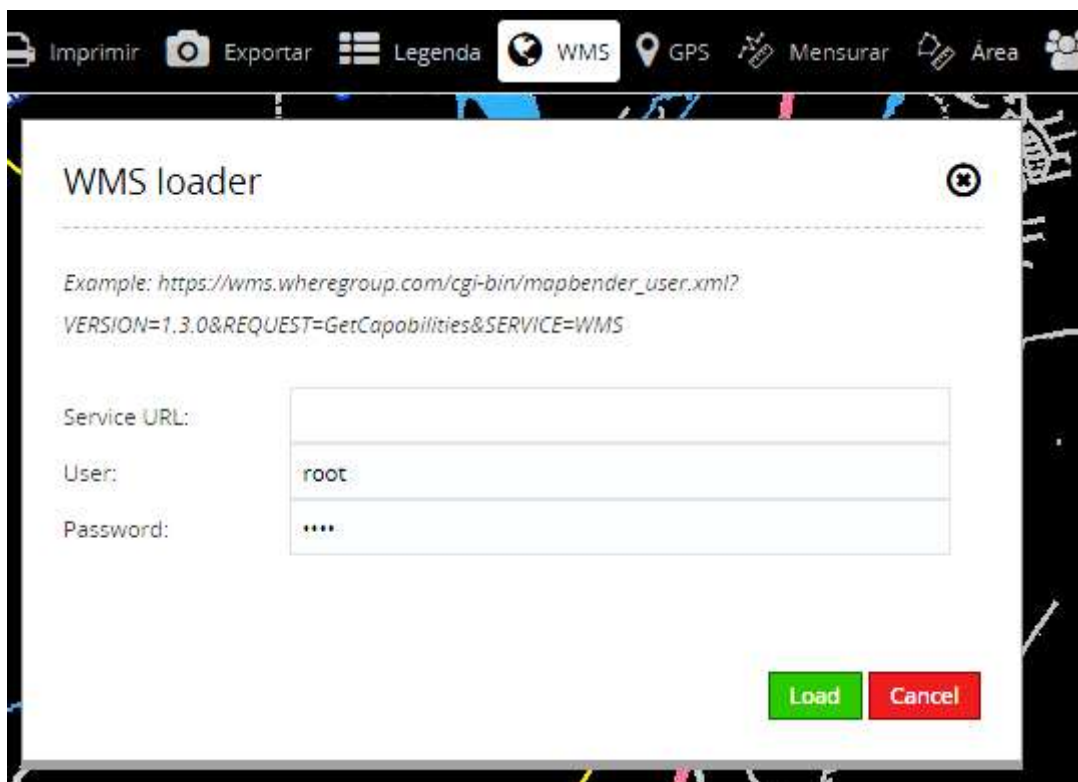


Figura 36. Inserção de fonte WMS. Fonte: Autora(2022).

11) GPS

Mostra a sua localização atual no mapa, como podemos ver na figura abaixo.

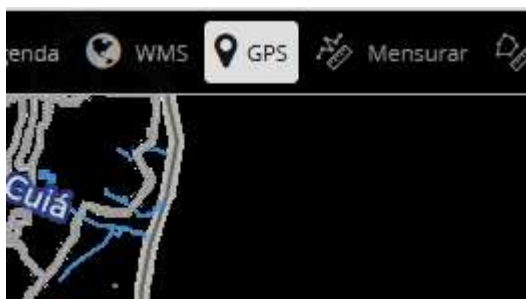


Figura 37. Função de GPS. Fonte: Autora(2022).

12) Mensurar

Calcula a distância de um ponto para outro, na figura 38 mostra o resultado obtido ao desenhar uma distância do município de Pedras de Fogo-PB até o município de Conde-PB foi possível obter o resultado da distância de aproximadamente 21,01 Km.

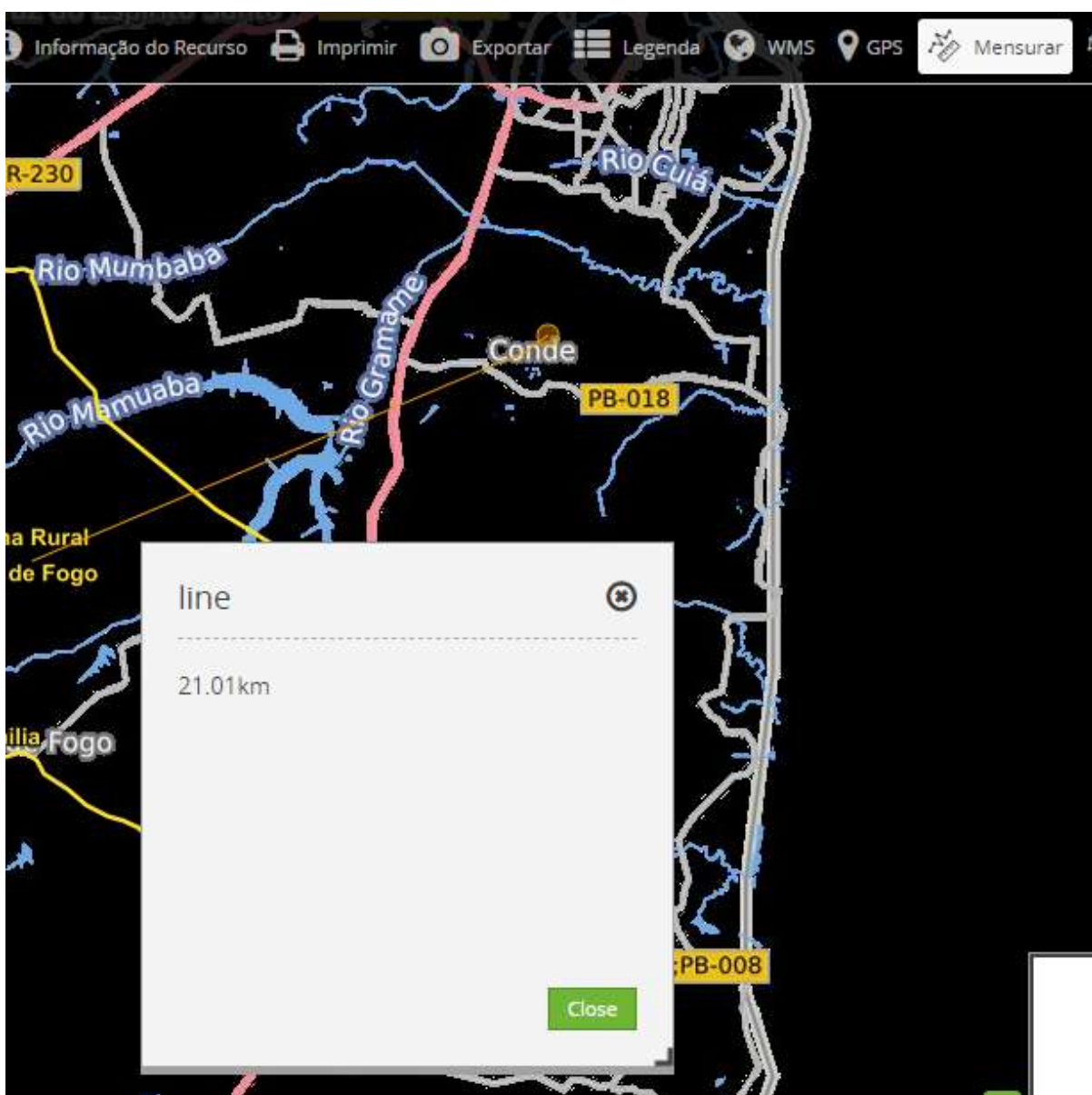


Figura 38. Função mensurar. Fonte: Autora(2022)

13) Área

Calcula a área de uma determinada seleção no mapa, essa seleção se dá através do desenho de um polígono no lugar almejado do mapa. Como teste, ilustrado na figura 39, o polígono desenhado no SIG Web deu uma área de aproximadamente 23587,78 m².

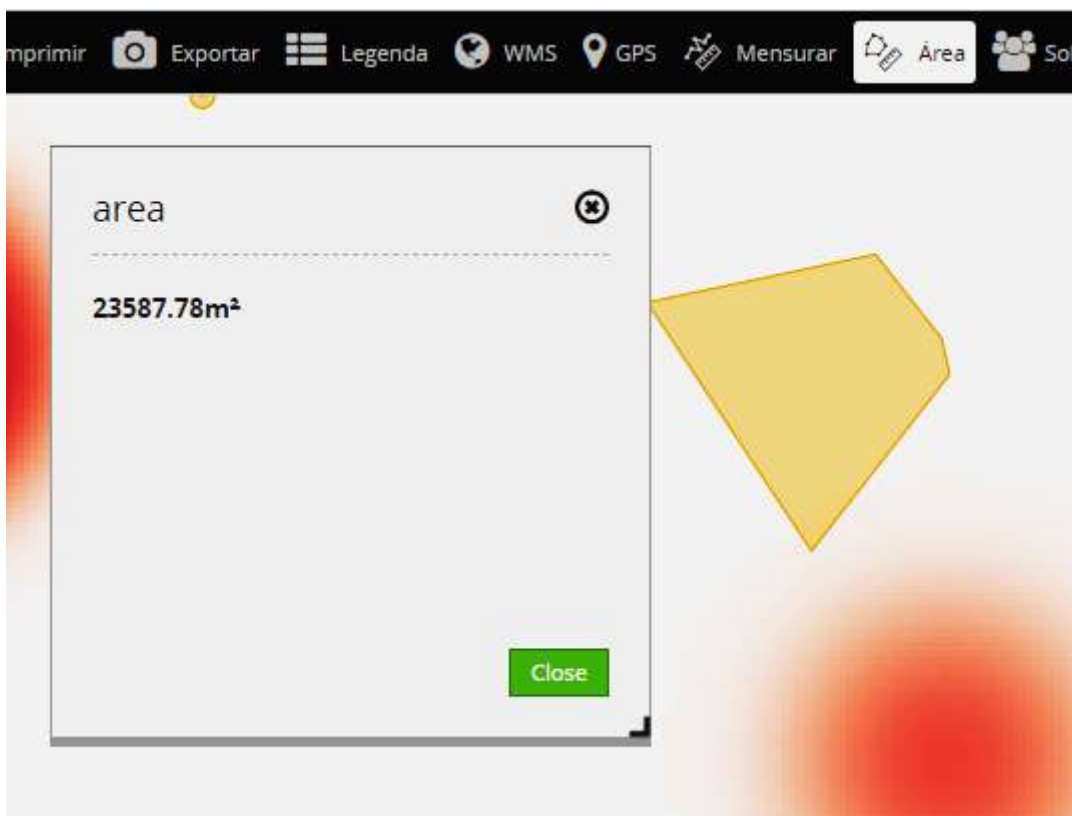


Figura 39. Função de cálculo de área. Fonte: Autora(2022).

14) Sobre

Exibe informações sobre a aplicação SIG Web em si, como mostra a figura abaixo.

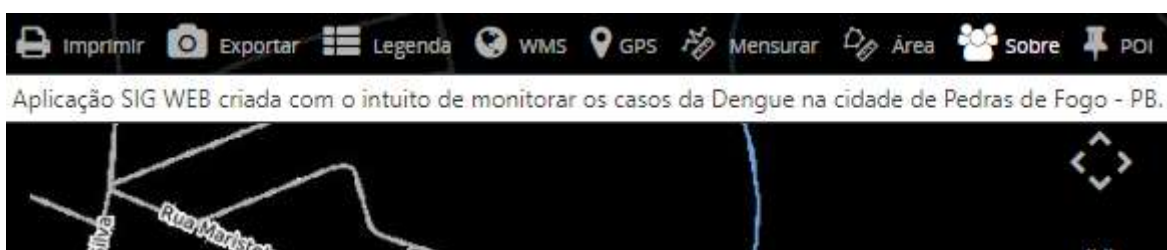


Figura 40. Widget de "Sobre". Fonte: Autora(2022)

15) POI

Permite o compartilhamento do ponto plotado no mapa com sua localização geográfica, através de um link gerado pela aplicação, como podemos ver nas figuras 41 e 42.



Figura 41. Funcionalidade de compartilhamento de pontos do mapa. Fonte: Autora(2022)



Figura 42. Compartilhando o ponto gerado. Fonte: Autora(2022)

16) Controle padrão

Controles que permitem a movimentação dentro do mapa, tais como movimentar para esquerda, direita, cima, baixo e aplicar zoom, como podemos ver na figura abaixo.



Figura 43. Controles de movimentação do mapa. Fonte: Autora(2022)

17) Mapa de localização

Mostra a área de estudo onde o mapa se encontra, destacando-a, como mostra a figura a seguir.



Figura 44. Mapa de localização. Fonte: Autora(2022).

18) Coordenadas geográficas

Coordenadas geográficas que mudam de acordo com a movimentação do mouse sob o mapa, funcionalidade mostrada na figura abaixo.

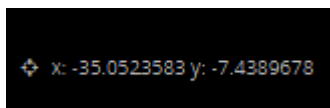


Figura 45. Visualização das coordenadas geográficas do mapa. Fonte: Autora(2022).

19) Sistema de referência

Sistema de referência geográfica do SIG Web, que pode ser alterado se clicar na seta, como mostra a figura a seguir.



Figura 46. Funcionalidade de alteração do sistema de referência geográfica. Fonte: Autora(2022)

20) Escala

Escala do mapa, que pode ser alterada a critério do usuário clicando na seta, a figura 47 nos mostra as opções disponíveis, podendo fazer a escolha das seguintes: 1:250000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000, 1:7500, 1:5000, 1:2500, 1:1000 e 1:500.

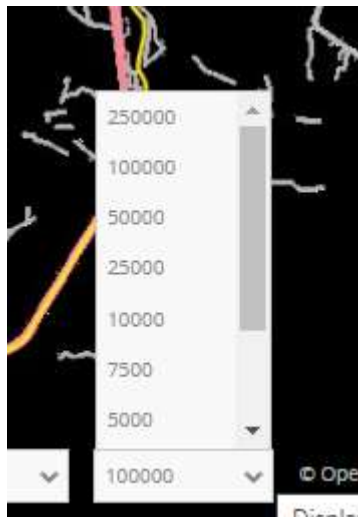


Figura 47. Funcionalidade de alteração de escala. Fonte: Autora(2022).

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Este SIG WEB serviu como uma aplicação base desenvolvida com ferramentas gratuitas e de fácil manuseio, apesar das dificuldades no caminho, o produto final saiu muito perto do desejável. Foi observado que, provavelmente, existe grande número de subnotificações dos casos reportados no município, ilustrando bem a precariedade das bases de dados públicas do país. E mais precisamente, de cidades interioranas, servindo de alerta para correção do problema por parte dos órgãos públicos. Mas, com os dados atuais, dá para se ter uma noção de quais bairros estão mais afetados, justamente porque são os mais antropizados. E a zona rural revelou-se como a região que menos teve notificações relacionadas com a dengue, indicando o esperado, ambientes que são mais impactados pela ação humana são os mais suscetíveis à dengue.

As geotecnologias são ferramentas importantes na ajuda ao combate às epidemias, nesses últimos tempos teve como enxergar isso através da pandemia da COVID-19, a inteligência espacial tornou-se aliada aos métodos de combate ao vírus proporcionando uma visão mais completa acerca do problema. E não é diferente aplicado ao mapeamento de outros problemas sanitários, dentre eles a dengue e os outros vírus que são transmitidos pelo mosquito *Aedes Aegypti*. Portanto, este SIG Web serve como base para a aplicação no mapeamento de diversas doenças,

apresentando-se como uma ferramenta efetiva para os órgãos públicos utilizarem para executar tomadas de decisões mais assertivas e planejarem medidas profiláticas mais eficientes para a mitigação do problema.

Logo, o nosso intuito é que o produto desse mapeamento epidemiológico seja aliado ao combate à dengue em Pedras de Fogo-PB, apresentando os *insights* gerados ao poder executivo do município, para que este monte estratégias sanitárias mais eficientes junto aos agentes de endemias, que estão na linha de frente no trabalho diário de eliminar o problema e conscientizar a população para amenizar o mesmo. Entretanto, este trabalho científico também poderá servir como um auxílio para outras cidades também, principalmente nas regiões metropolitanas, por serem os ambientes mais acometidos pelas ações humanas.

7. REFERÊNCIAS

DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Eds.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos-SP: INPE, 2001. p.5. (INPE-8562-PRE/4306).

Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 15 de jun. de 2021.

CERDA L, J.; VALDIVIA C, G. John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. **REVISTA CHILEÑA DE INFECTOLOGÍA**, Santiago, v.24, n.4, p.331-334, agosto 2007.

Disponível em:

<https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182007000400014/>. Acesso em: 30 de jun. de 2021.

FORATINNI, O. P. Identificação de Aedes (Stegomyia) Albopictus (Skuse) no Brasil. **REVISTA SAÚDE PÚBLICA** v.20, n.3, São Paulo, Jun.1986.

Disponível em:<

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101986000300009/>. Acesso em: 19 de jun. de 2021.

GUZMAN, M.; GUBLER, D.; IZQUIERDO, A.; MARTINEZ, E.; HALSTEAD, S. B. **Dengue infection. NATURE VER. DIS PRIMERS 2**, 16055 (2016).

Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nrdp201655/>>. Acesso em: 19 de jun. de 2021.

IBGE. **Cidades e Estados: Pedras de Fogo**. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/pedras-de-fogo.html/>> Acesso em: 25 de jun. de 2021.

IBRAHIN, F. I. D. **Introdução ao Geoprocessamento Ambiental**. 1ª ed. São José dos Campos-SP: Editora Érica, 2014.

LISBOA FILHO, J. **Modelos Conceituais de Dados para Sistemas de Informações Geográficas / Jugurta Lisboa Filho**. - Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1997.

Disponível em: <<http://www.dpi.ufv.br/~jugurta/papers/exqual.pdf/>>.

Acesso em: 15 de jun. de 2021.

LUNDBERG, C. **Geographic information in Internet related technologies**. Tese (Doutorado em Licenciatura) Departamento de Engenharia Ambiental - Universidade de Tecnologia Lulea. Lulea, 55p. 2000.

Disponível em:

<<https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A999045&dswid=7048/>>.

Acesso em: 30 de jun. de 2021.

MANIERO, V. C. *et al.* **Dengue, chikungunya e zika vírus no brasil: situação epidemiológica, aspectos clínicos e medidas preventivas**. Almanaque Multidisciplinar de pesquisa da UNIGRANRIO, ano 3, v.1, n.1, 2016.

Disponível em:

<<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/amp/article/view/3409/2110/>>.

Acesso em: 19 de jun. de 2021.

RIBEIRO, C. A. S.; VARELLA, C. A. A.; JÚNIOR, D.G.S.; SOARES, V.P. Sistemas de Informações Geográficas. *In*: RIBEIRO, C. A. S. *et al.* (eds.) **Agricultura de precisão**. Viçosa-MG, 2000. p.381. Disponível em:

<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT190_principios_em_agricultura_de_precisao/livros/Capitulo_18.pdf/>. Acesso em: 15 de jun. de 2021.

SALJE, H. *et al.* Dengue diversity across spatial and temporal scales: Local structure and the effect of host population size. **SCIENCE**, **24** mar 2017. v.355, ed.6331. p.1302-1306 Disponível em:

<<https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aaj9384>>. Acesso em 19 de jun. de 2021.

SCHIMIGUEL, J; BARANAUSKAS, M. C .C; MEDEIROS, C. B. Usabilidade de Aplicações SIG Web na Perspectiva do Usuário: um Estudo de Caso. **VII Simpósio Brasileiro de Geoinformática, Campos do Jordão**, Brasil, 20-23 novembro 2005, INPE, p.262-268. Disponível em:

<<http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/geoinfo@80/2006/07.11.12.45/doc/P44.pdf/>>.

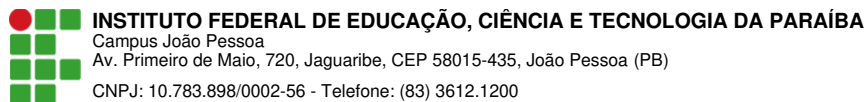
Acesso em: 29 de jun. de 2021.

SNOW, J. **Report on the cholera outbreak in the Parish of St. James, Westminster, during the autumn of 1854**. Soho, 1854. Disponível em:

<<https://wellcomecollection.org/works/uxgfjt62>>. Acesso em: 20 de jun. de 2022.

TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L; GUERRA, Z. **Epidemiologia e medidas de prevenção do Dengue**. *Inf. Epidemiol. Sus* v.8 n.4 Brasília dez. 1999. Disponível em:

<http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?pid=S0104-16731999000400002&script=sci_arttext&lng=es/>. Acesso em: 19 de jun. de 2021.



Documento Digitalizado Restrito

TCC com Ficha Catalográfica

Assunto: TCC com Ficha Catalográfica
Assinado por: Vivian Miranda
Tipo do Documento: Tese
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Restrito
Hipótese Legal: Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Vivian Gabriela de Souza Miranda, ALUNO (20182620009) DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL - JOÃO PESSOA**, em 24/08/2022 10:14:28.

Este documento foi armazenado no SUAP em 24/08/2022. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 604893
Código de Autenticação: aae7ac591f

