

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO À DECISÃO APLICADO NO COMBATE À ARBOVIROSES

George Felipe Fernandes Vieira, Amanda Gondim de Oliveira, Angélica Félix de Castro

Resumo: Este trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema de apoio à tomada de decisão para auxiliar gestores da área da saúde, baseado no trabalho iniciado por esta mesma equipe durante um projeto de pesquisa vinculado à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) envolvendo aplicação de técnicas de ciência de dados voltadas a construção de conhecimento a partir de uma base de dados de arboviroses fornecidos pelo Departamento de Zoonoses da Prefeitura Municipal de Mossoró. Neste trabalho foi utilizado o *framework* Django que é uma ferramenta que usa a linguagem *Python* na construção de um sistema *web* para funcionar no formato de *dashboard*. Com isso, neste trabalho foi possível confeccionar uma aplicação funcional para auxiliar na tomada de decisão para gestores do âmbito na saúde relacionado à dengue, zika e chikungunya.

Palavras-chave: Python; Dengue; Arboviroses; Django; Chikungunya;

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil tem sido atingido por arboviroses que têm graves repercussões para a saúde da população, conforme indicadores operacionais e epidemiológicos, dentre elas as principais que podemos citar são dengue, zika e chikungunya[1]. Agravos foram sinalizados pelo Ministério da Saúde - entidade superior de orientação e formulação de políticas em nível Federal, que devem ser seguidas pelos profissionais de saúde das esferas Estaduais e Municipais - como patologias que sofrem algum tipo de negligência e que requer algum tipo de atenção especial dos profissionais da saúde que realizam a vigilância e gestão no âmbito federal, estadual e municipal.

Nos últimos anos, é válido citar que a área da saúde tem sido uma das áreas mais beneficiadas pelas tecnologias digitais, por ser considerada detentora de problemas clássicos, possuidores de todas as peculiaridades necessárias, para serem instrumentalizados por tais sistemas [2]. Neste contexto, a avaliação dos classificadores e sua implementação em um sistema que auxilie no diagnóstico de doenças como a dengue, chikungunya e zika vírus, que hoje afetam uma grande parte da população mundial, é totalmente possível [3].

Em se tratando de computação aplicada à saúde, desde os anos 2000 até hoje, são desenvolvidos estudos utilizando redes neurais, algoritmos de aprendizado de máquina, até mesmo modelos estatísticos, que tem como intuito contribuir ao combate da dengue e reverter esse quadro alarmante deste agravo no país.[4]

O presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver um sistema *web* prático e que consiga, de maneira simples, entregar um conhecimento gerado a partir de técnicas de ciência de dados de forma que possa ser facilmente atualizado e entregue esta eficiência tão importante para auxiliar nas tomadas de decisões de gestores da saúde nos diversos âmbitos governamentais, para contribuir com a qualidade de vida da população.

2. DESENVOLVIMENTO

Ao longo deste tópico será contemplada a contextualização das arboviroses utilizadas na base de dados deste projeto, assim como um resumo de todas as tecnologias e ferramentas usadas no desenvolvimento e planejamento deste trabalho.

2.1. Arboviroses

As arboviroses são denominadas desta forma por serem vírus transmitidos por artrópodes, tendo como principais vetores de transmissão mosquitos e carrapatos, e devido este tipo de vetor ter a capacidade de se reproduzir em grande escala, as arboviroses se tornaram problemas sérios de saúde pública, especialmente em países de clima tropical, como o Brasil que possui uma grande extensão territorial (8.514.215km²) e com 185.360.000 habitantes. Mais de 1/3 deste território é recoberto por florestas tropicais ou outros ecossistemas naturais com condições ideais para a ocorrência de diversas arboviroses [5].

Dentre todas as arboviroses, neste trabalho foi dada ênfase nas principais doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*, sendo elas a dengue, zika e chikungunya. Apesar de todos os esforços governamentais nos últimos anos,

a quantidade de casos destas enfermidades segue aumentando como podemos confirmar analisando a Figura 01, a exemplo da dengue que até o final de abril de 2023 teve um aumento de 30% da quantidade de casos em relação a este mesmo período no ano anterior [6].

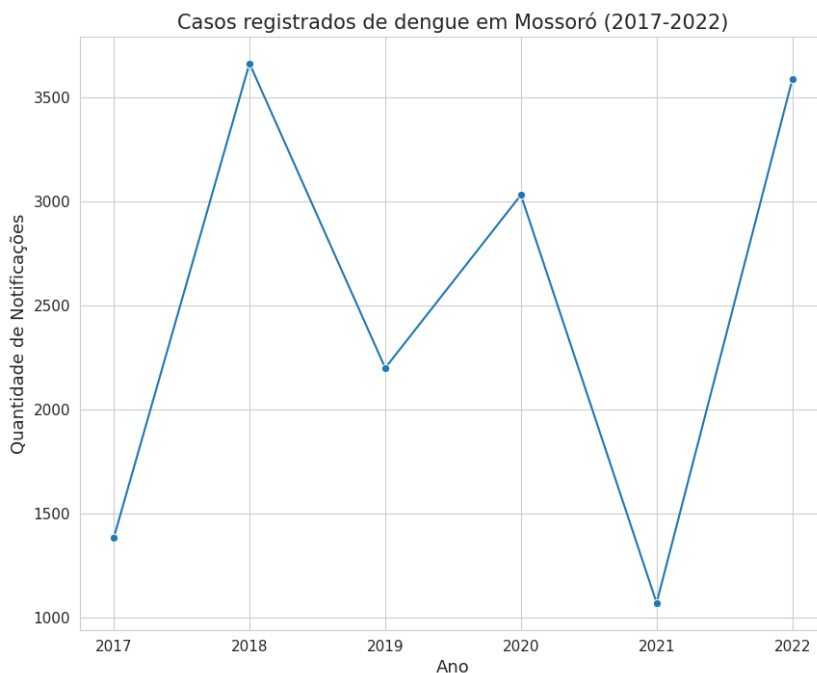


Figura 01. Casos registrados de dengue em Mossoró entre os anos de 2017 e 2022. Fonte: Autoria própria

Para desenvolver este trabalho foram utilizados os dados da cidade Mossoró, sendo ela a segunda maior cidade do estado do Rio Grande do Norte, possuindo uma extensão de 2.099,3 km² e contava com 300.618 mil habitantes até o último censo publicado em 2020. Esta base de dados fornecida pelo Centro de Controle de Zoonoses foi de extrema importância para a existência deste projeto, e os resultados desta parceria renderam diversas publicações em congressos internacionais como o Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação(CISTI)[7] e periódicos como *Brazilian Journal of Health Review*[8] e *Revista Caribeña De Ciencias Sociales*[9] que demonstram a importância da ciência de dados na formação de conhecimentos.

2.2. Problemática

O processo de arquivar as notificações do Sistema Único de Saúde (SUS) se inicia nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) quando os pacientes são cadastrados e têm todo seu relatório escrito à mão pelos profissionais da UBS. Dando continuidade, estes formulários são enviados para o Departamento de Zoonoses, onde as funcionárias deste transferem todos os dados do formulário para uma planilha e em seguida enviam o documento para a base de dados *online* do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

Tendo em vista a contextualização feita anteriormente, é essencial citar a emergencialidade de combater estas patologias, tendo em vista que a base do SINAN não contribui efetivamente. Desta forma a necessidade de destacar a relevância que este sistema pode ter no combate a dengue, zika e chikungunya devido a falta de praticidade e eficiência nesse processo, sendo a principal motivação para o desenvolvimento do sistema *web* com as informações mais relevantes sobre os dados coletados facilitando a visualização dos mesmos e uma tomada de decisão mais assertiva.

2.3. Resultados Preliminares

Como já mencionado anteriormente, o trabalho em questão se iniciou a partir de um projeto de pesquisa com foco na análise dos dados de arboviroses na cidade. Logo, o desenvolvimento deste sistema de apoio à decisão é uma continuação de um projeto que foi realizado ao longo de dois anos de iniciação científica, e os resultados obtidos durante este período podem contribuir para a contextualização no âmbito das arboviroses trabalhadas.

Devido ao projeto que originou este trabalho ser na área de ciência de dados, é válido apresentar alguns dos resultados mais interessantes obtidos anteriormente a este trabalho.

2.3.1. Resultados referentes à influência da chuva na quantidade de casos

O gráfico correspondente à Figura 02 foi confeccionado utilizando a base fornecida pelo Laboratório de

Instrumentação, Meteorologia e Climatologia da UFERSA em conjunto com as bases fornecidas anteriormente pelo Centro de Controle de Zoonoses do município de Mossoró. Analisando a Figura 02 pode-se reafirmar que existe uma relação entre os índices de arboviroses e a taxa de precipitação, confirmando o que a organização Pan-Americana de Saúde afirmou em 2022: que proliferação do mosquito *Aedes aegypti* é altamente influenciada pela temperatura e pelo índice de precipitações da região [10]. Contudo, existem os anos de 2018 e 2021 que fogem a esta regra, apresentando em 2018 um índice muito baixo de chuva em relação à quantidade de casos, enquanto que em 2021 foi o oposto, houveram pouquíssimas notificações para a quantidade de chuva que cresceu em relação ao ano anterior.

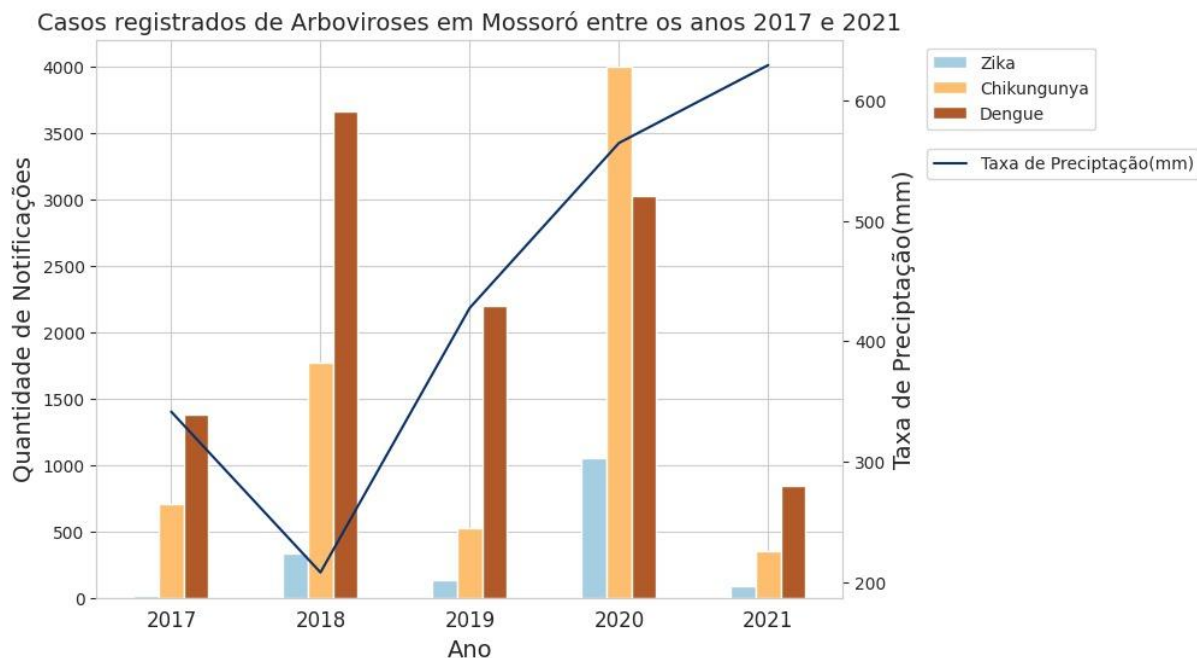


Figura 02. Relação de casos registrados das arboviroses em Mossoró de 2017 a junho de 2021 versus taxa de precipitação. Fonte: Autoria própria

2.3.2. Resultados referentes à idade dos pacientes

Ao analisar a Figura 03 pode-se perceber que a faixa etária média da Chikungunya e da Zika são relativamente mais altas em relação à dengue, sendo a maior parte dos casos da zika entre 28 e 55, chikungunya entre 30 e 56 e a dengue entre 18 e 42. Isso suscita uma observação intrigante, é que são patologias que em sua maioria não afetam tanto os idosos, como pode-se confirmar ao analisar a Figura 03. Lembrando que apesar destas conclusões, esse vírus pode afetar pessoas de todas as idades e possui um amplo espectro clínico que abrange casos simples até casos mais graves [11].

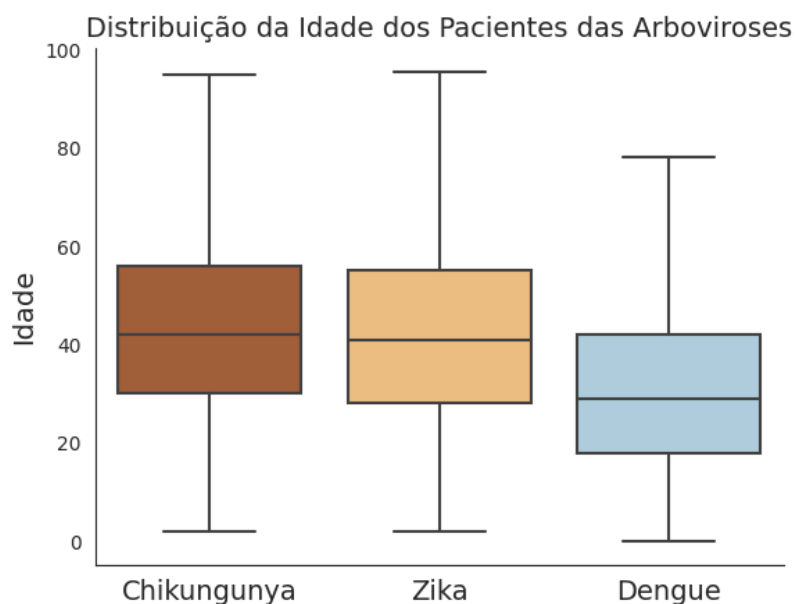


Figura 03. Boxplot da idade dos pacientes. Fonte: Autoria própria

2.3.3. Resultados referentes ao gênero dos pacientes

Analisando a Figura 04, é perceptível que as arboviroses em questão são notificadas com mais frequência em pacientes do sexo feminino, assim como observa-se também que é na zika que ocorre a maior discrepância de valores entre os gêneros, onde as mulheres apresentam 59% das notificações enquanto que os homens ocupam 41%. Portanto, a única conclusão que podemos chegar ao analisar este gráfico é que estes agravos, por pouco, são mais comuns em mulheres.

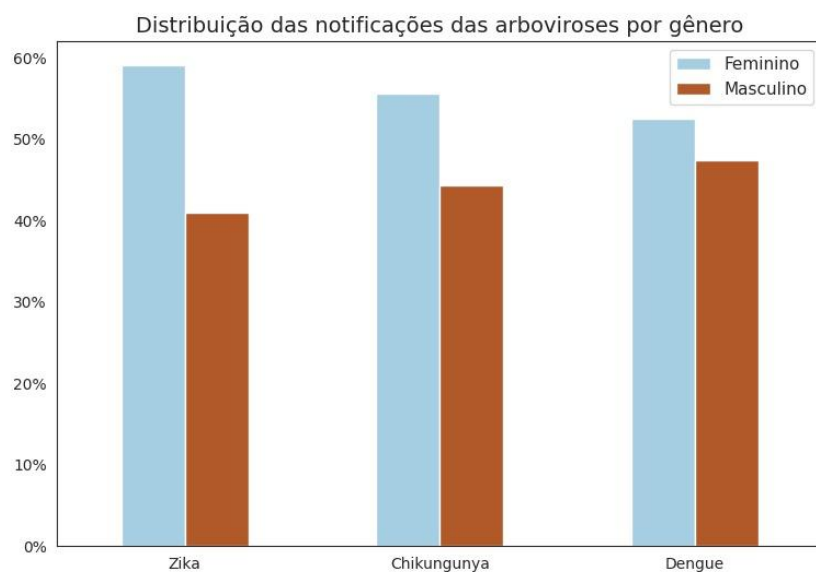


Figura 04. Distribuição das notificações de arboviroses por gênero. Fonte: Autoria própria

2.3.4. Resultados referentes ao bairros mais afetados

Analisando a Figura 05, é perceptível que ocorre uma recorrência dos bairros da Abolição e Santo Antônio em todos os anos que foram analisados: os distritos em questão apresentam proximidade geográfica, o que pode indicar que seja um fator ambiental ou com relação ao saneamento básico desta região e servir para alertar as autoridades sanitárias e ambientais sobre aquela região.

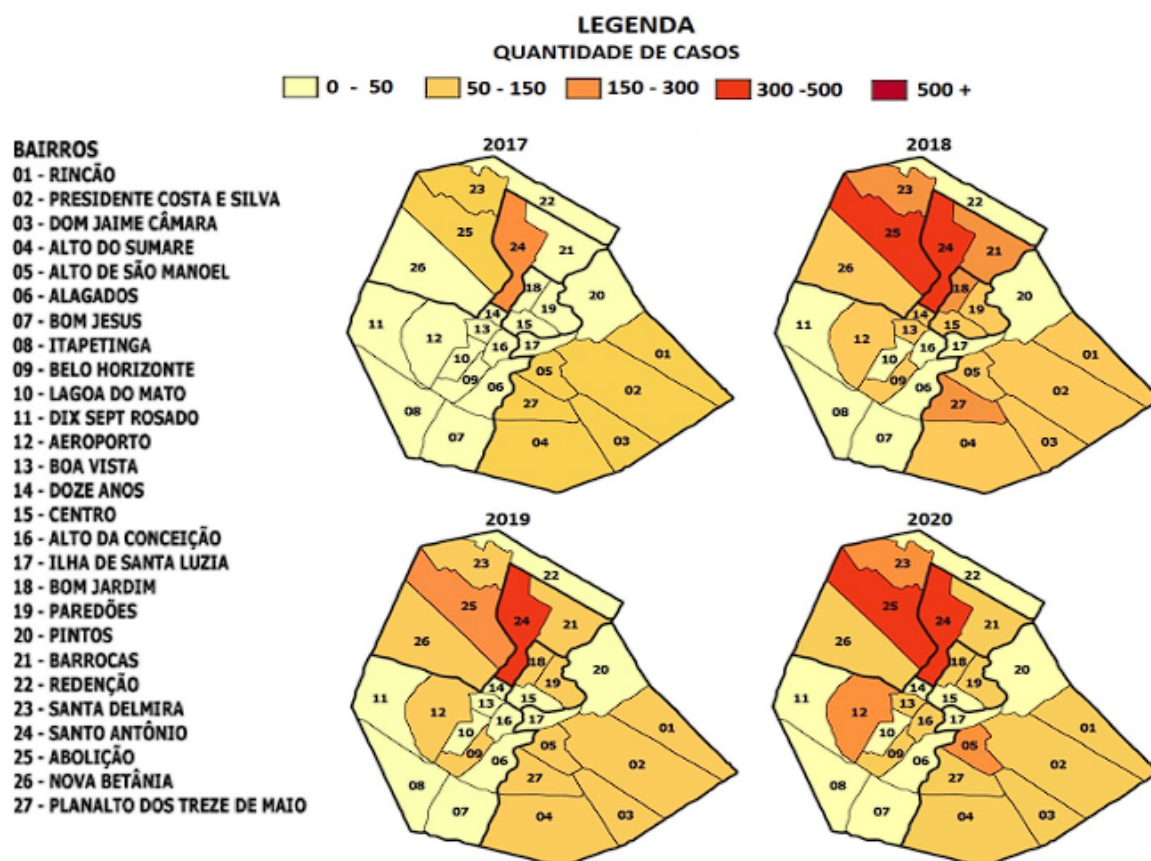


Figura 05. Bairros da cidade de Mossoró mais afetados pela dengue, entre os anos de 2017 e 2021.

Fonte: Autoria própria

Ao analisar o gráfico da Figura 06, a recorrência dos bairros Santo Antônio, Abolição, Barrocas e Santa Delmira, um gestor ligado à saúde do município que poderia se questionar se existe alguma condição ligada a estes bairros em questão que propicia esta recorrência ou quantidade elevada de casos.

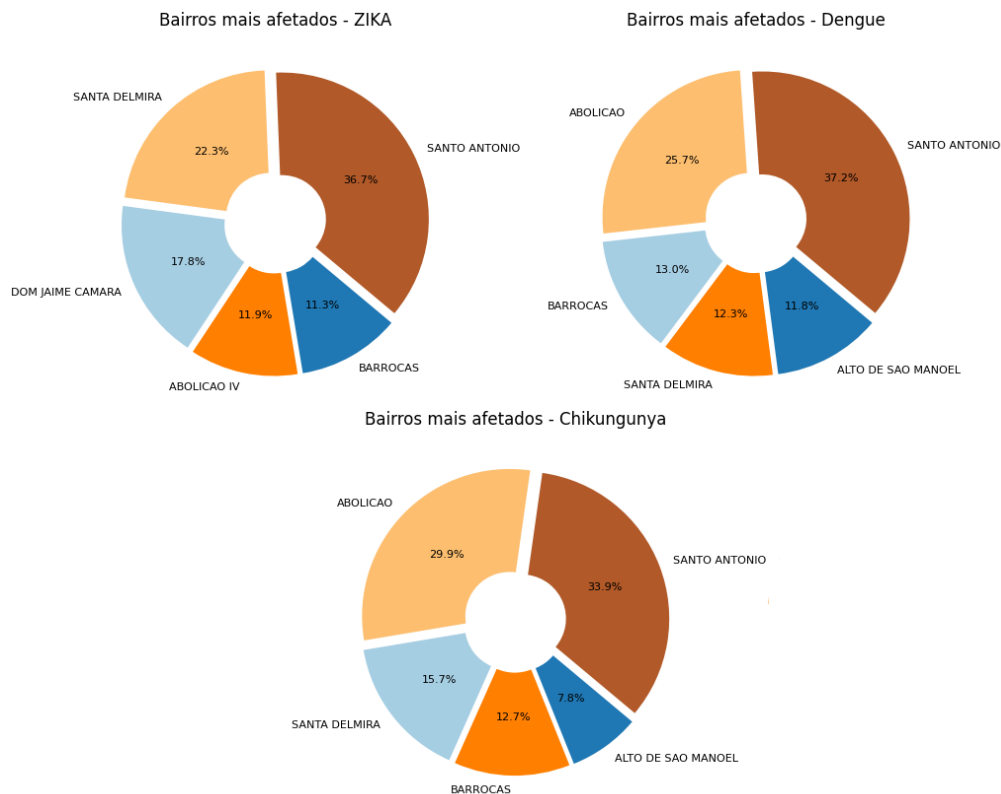


Figura 06. Bairros mais afetados pela chikungunya, dengue e zika entre os anos 2017 e 2021.
Fonte: Autoria própria

2.4. Desenvolvimento do ConectaDengue

Para realizar o desenvolvimento de um sistema usando o *framework Django* é necessário ter em mente que esta arquitetura funciona com um sistema principal que pode possuir diversos aplicativos internos, como demonstrado na Figura 9, o que é uma grande vantagem pois permite uma ampla escalabilidade do sistema, além de que possibilita criar uma pasta, que no ConectaDengue foi nomeada como “Global” que irá armazenar componentes e até mesmo a base para as interfaces do sistema, fazendo com que o desenvolvedor re-aproveite estes na estrutura de suas interfaces de sistema.

2.4.1. Tecnologias utilizadas

O principal *framework* utilizado no desenvolvimento do ConectaDengue foi o *Django*, que por sua vez é uma ferramenta de alto nível amplamente utilizado para desenvolvimento de aplicações *Web*, muito famoso por ser simples e prático de se trabalhar, que possui uma arquitetura que é uma variação da famosa *MVC* (*Model-View-Controller*) sendo ela a *MVT* (*Model-View-Template*), na qual o *Model* corresponde à camada de dados, a *View* trata da lógica de apresentação e o *Template* estrutura a página *html* [12].

O que motivou a escolha deste *framework* foram a produtividade e a sintaxe simples fornecidas pelo *Django* e *Python*, devido a diversas funcionalidades e ferramentas prontas o que foi de extrema importância para concluir o projeto em tempo hábil.

Tendo em vista que para o desenvolvimento base do sistema *web* foi utilizado o *Django*, contudo foram utilizadas algumas bibliotecas auxiliares para plotar gráficos, que no caso a selecionada foi a *Chart.js* que é uma biblioteca de código aberto que fornece diversas opções de gráficos para visualização de dados e o artifício da responsividade que é essencial para desenvolvimento de aplicações *web* atualmente devido a praticidade de se acessar diversos sistemas e aplicações pelo celular a qualquer momento e em qualquer lugar [13].

Outra biblioteca que foi utilizada no desenvolvimento do ConectaDengue foi a *Leaflet* que é a principal biblioteca desenvolvida em JavaScript de código aberto para mapas interativos. É uma biblioteca bastante consolidada no meio do desenvolvimento seja em plataformas *desktop* ou *mobile*, que por sinal, é uma ferramenta muito reconhecida por sua qualidade e praticidade dentro de aplicações que a integram em sistemas que abrangem o cenário *mobile* [14].

Tendo em vista as ferramentas que foram utilizadas no desenvolvimento técnico do ConectaDengue, também é válido citar as ferramentas que tornaram a prática mais eficiente, sendo elas a plataforma *Github* que foi utilizada para armazenar o repositório de desenvolvimento da aplicação, assim como o *Lucidchart* que teve

importância durante a fase de planejamento do sistema, no qual proporcionou um ambiente de confecção de artefatos de planejamento como diagramas e fluxogramas.

2.4.2. Funcionamento do Sistema

Dentre as diversas análises realizadas no trabalho, algumas foram consideradas bastante úteis devido às diversas possibilidades de visualização dos dados e sua integração com dados de outras fontes. A função mais essencial da aplicação é a de abastecimento da base de dados por meio de arquivos no formato csv pelos próprios usuários. Sendo assim, o sistema conectadengue foi criado com o objetivo de auxiliar a gestão da saúde do município por meio de um sistema *web* de fácil acesso à informação e é composto por 3 interfaces principais.

O diagrama de casos usos apresentado na Figura 08 apresenta os possíveis usos de um usuário dentro do sistema do ConectaDengue:

- Interface de Relatórios: Ocupa a função de abastecer a base de dados com relatórios e fornecer ao usuário o histórico de relatórios que foram submetidos à aplicação.
- Interface de Dados Gerais: Apresenta gráficos e dados que fornecem informações que podem auxiliar de alguma forma um gestor com informações sobre pacientes ou agravos em específico.
- Interface de Dados Geográficos: Fornecer ao usuário representações de conhecimento no âmbito geoespacial por meio de dados referente aos bairros especificamente e por meio de um mapa de calor.

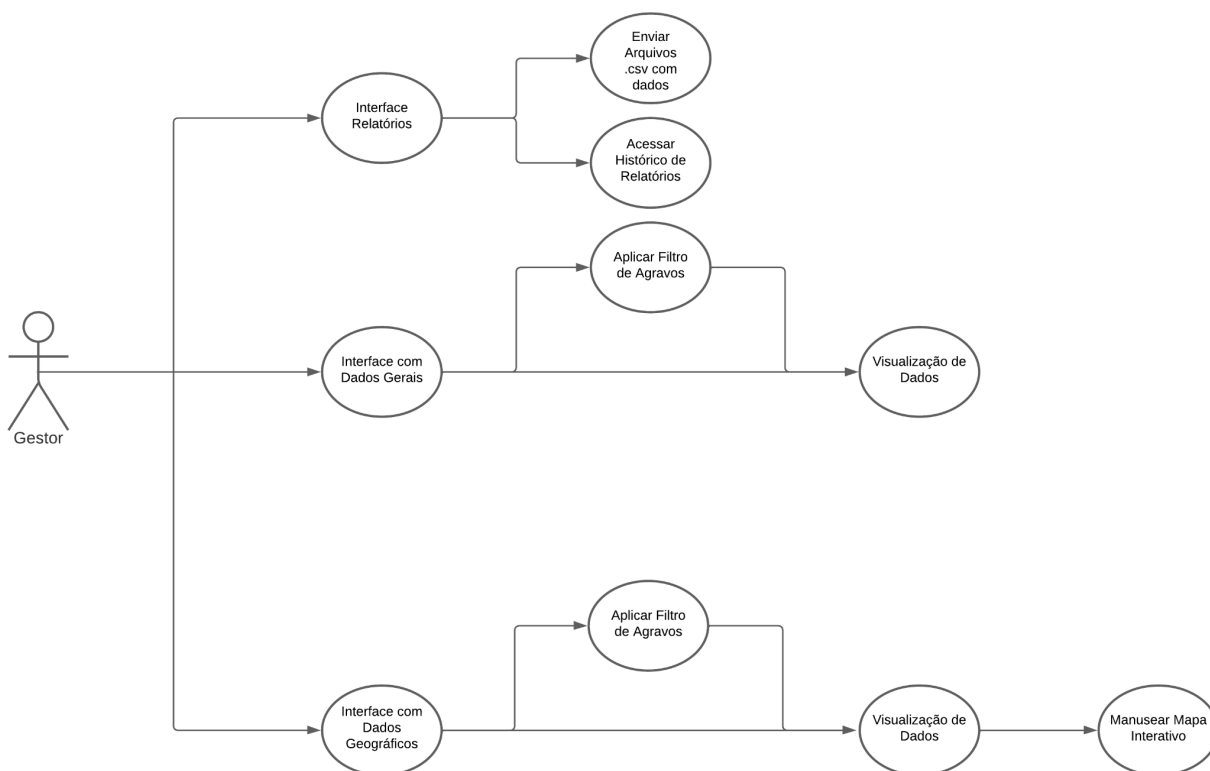


Figura 08. Diagrama de caso de uso. Fonte: Autoria própria

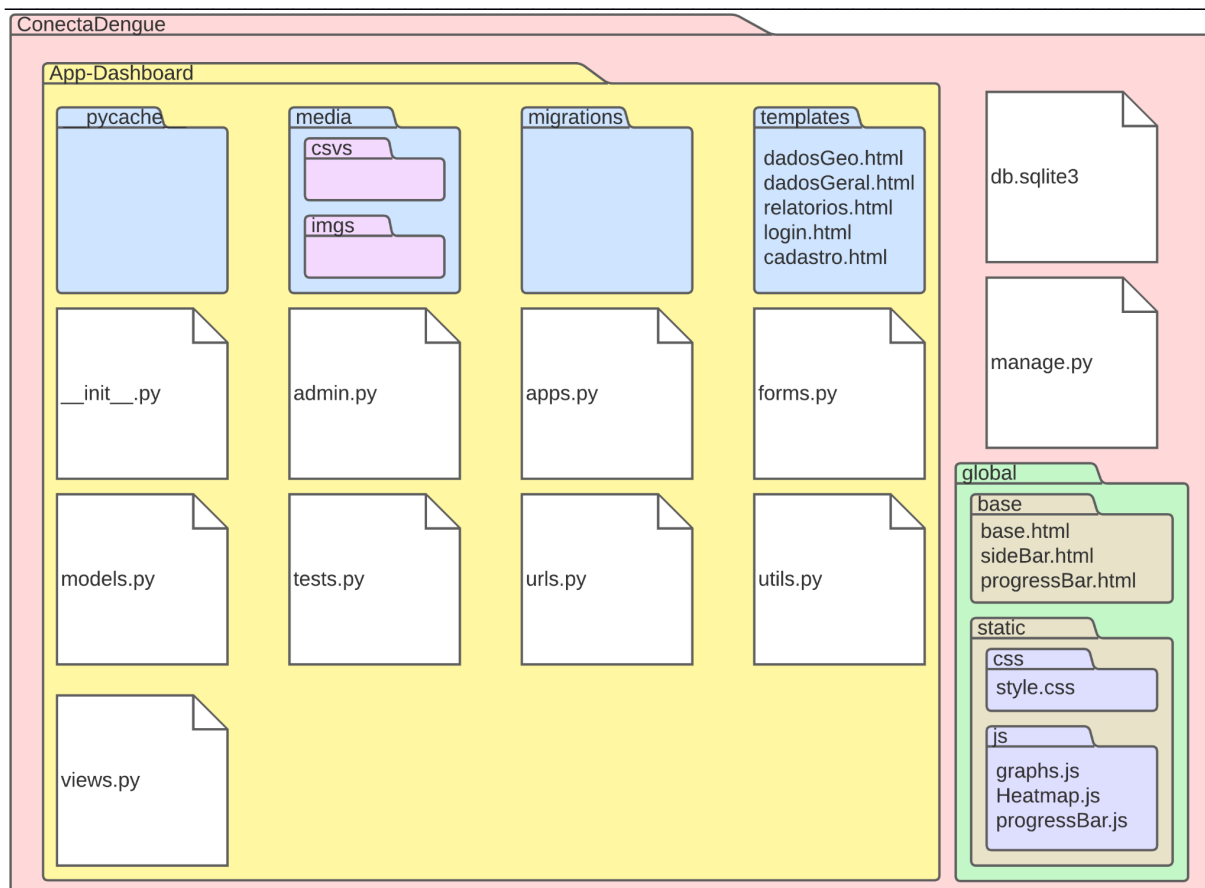


Figura 09. Diagrama de pacotes. Fonte: Autoria própria

O diagrama representado pela Figura 09 representa os pacotes e sua organização dentro da arquitetura da aplicação, em seguida são explicadas algumas das funções dos principais componentes do sistema:

- *templates* correspondem às páginas html visualizadas pelos usuários;
- *models.py* representam as entidades presentes na base de dados do sistema;
- *forms.py* agrupa os formulários preenchidos pelos usuários e trata os arquivos .csv fornecidos pelo usuário na tela de relatórios;
- *urls.py* responsável pelo endereçamento das rotas da aplicação;
- *utils.py* e *views.py* trabalham em conjunto onde na *utils.py* são armazenadas as funções que realizam as consultas no banco de dados, enquanto que na *views.py* essas funções são chamadas passando alguns parâmetros de busca e fornece os resultados das consultas para as páginas do ConectaDengue;
- O pacote *global* armazena os pacotes de *base*, onde são estruturas que são chamadas frequentemente pelas páginas *html* presentes no *template* de maneira que reutiliza estas estruturas evitando repetições desnecessárias de código, deixando a formação dos templates mais limpos;
- Assim como a pasta *base*, dentro de *global* também encontramos a pasta *static* que armazena os arquivos *css* e *js* que cooperam com os arquivos *html*, sejam com a visualização estética da aplicação ou com funcionalidades primordiais como plotagem de gráficos que correspondem à essência de um dashboard;

2.4.3. Interfaces e Aplicações do Sistema

O sistema foi desenvolvido para ser utilizado pelos profissionais responsáveis por administrar a saúde em todos os níveis de gestão, seja federal, estadual ou municipal a fim de auxiliar o gerenciamento de medidas preventivas e corretivas para o problema das arboviroses.

Sendo assim, a tela inicial apresenta as informações básicas sobre o agravo na cidade, tais como:

- Barra de filtros
- Quantidade de notificações, óbitos e casos confirmados acumulados
- Bairro mais afetado

A tela em questão na Figura 10 tem a presença da aba de filtro de agravos, dados absolutos de notificações, óbitos e casos confirmados, assim como o bairro mais afetado e o gráfico de rosca dos gêneros.

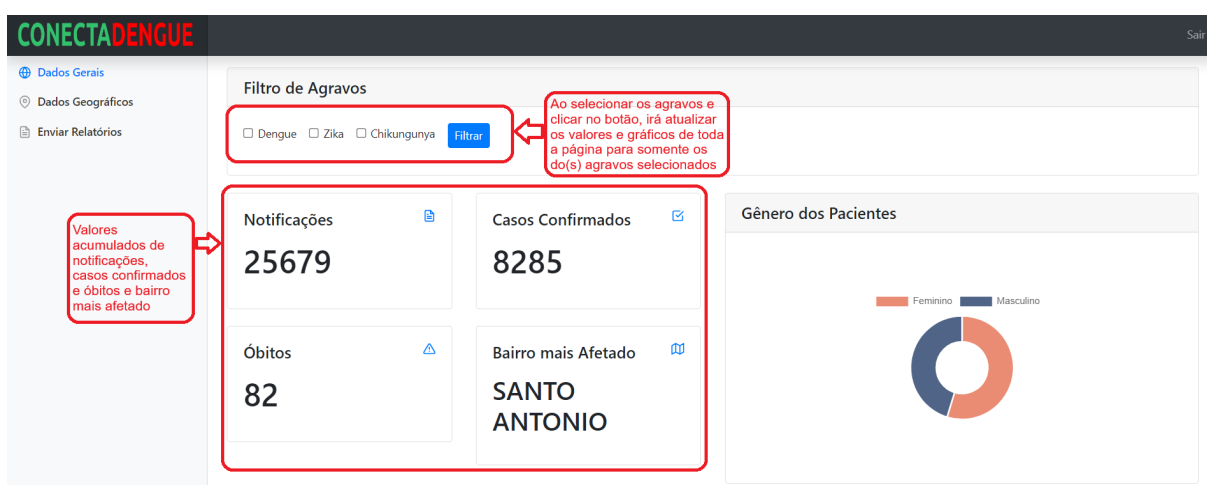


Figura 10. Interface de dados gerais 1/3.(Autoria própria)

A Figura 11 apresenta o gráfico relativo aos intervalos de idades dos pacientes e a tabela de evolução dos casos que reporta a conclusão dos casos.



Figura 11. Interface de dados gerais 2/3. Fonte: Autoria própria

A tela presente na Figura 12 tem a presença do gráfico de linhas que representa a progressão dos agravos ao longo dos anos.

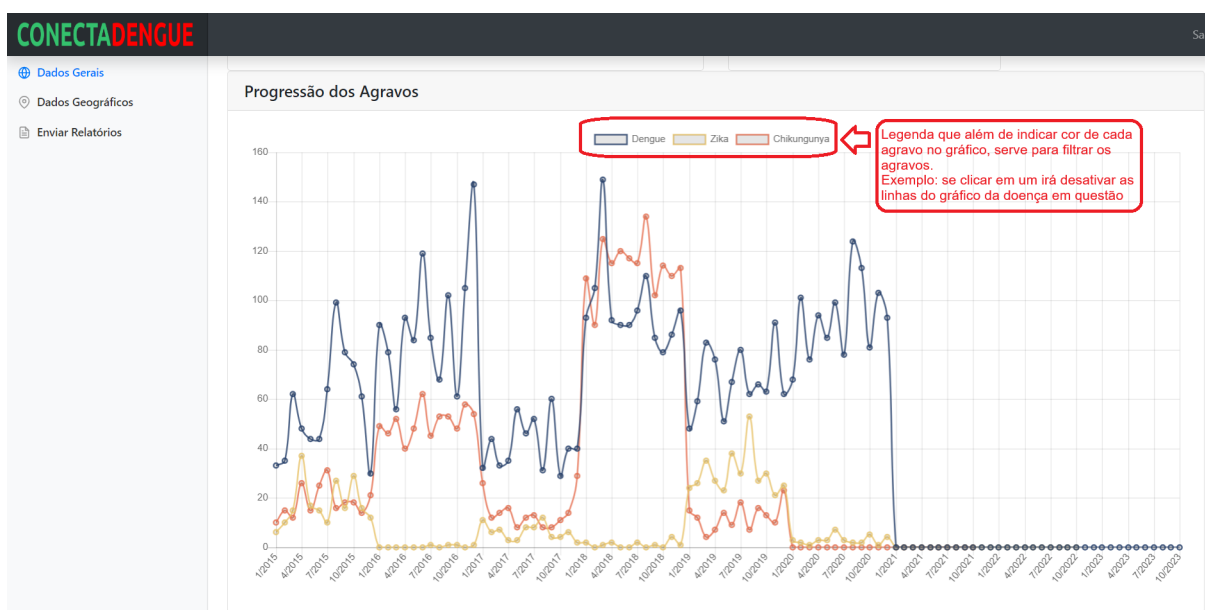


Figura 12. Interface de dados gerais 3/3. Fonte: Autoria própria

A tela em questão na Figura 13 tem a presença de uma tabela com os 20 bairros mais afetados do município ao lado de um mapa interativo do município.

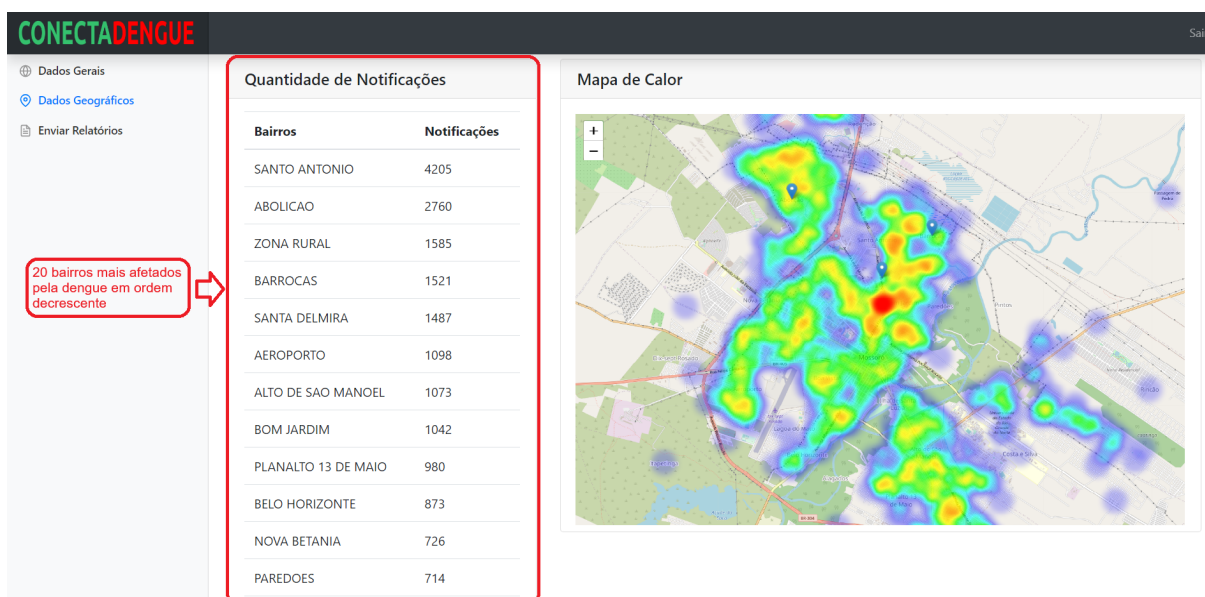


Figura 13. Interface de dados geográficos 1/2. Fonte: Autoria própria

A Figura 14 apresenta o gráfico de barras que expõem os 20 bairros mais afetados do município.

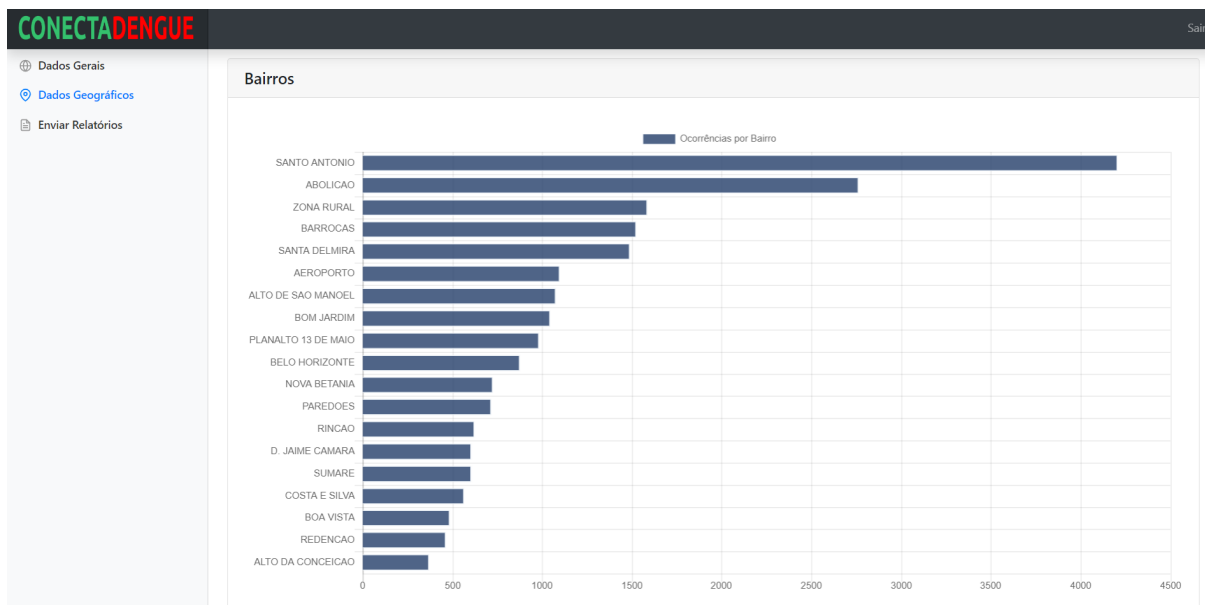


Figura 14. Interface de dados geográficos 2/2. Fonte: Autoria própria

A tela da Figura 15 possui apenas uma interface que contém a função de realizar o *upload* de um arquivo .csv do armazenamento local do usuário para abastecer a base de dados da aplicação por meio deste documento fornecido.

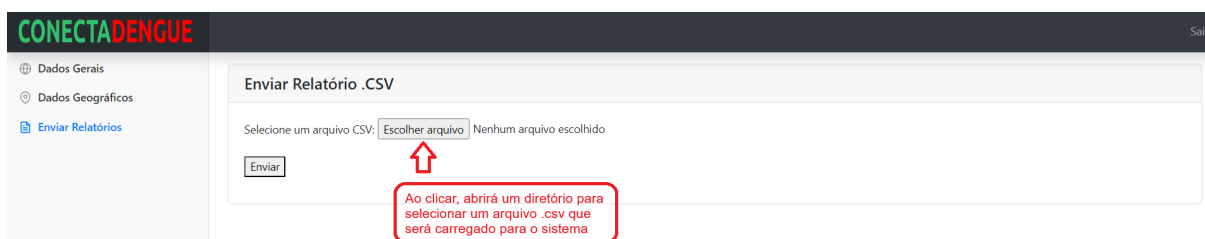


Figura 15. Interface de Relatório. Fonte: Autoria própria

2.5. Trabalhos Relacionados

A seguir seguem trabalhos com aplicações desenvolvimento similar de conhecimento a partir de diversas técnicas de ciência de dados aplicadas em contextos diferentes do atual, seja por uma doença diferente que também é uma arbovirose que no caso, seria a febre amarela[15] ou pela própria dengue em um grande centro no qual teve o cenário escolhido sendo a capital do estado de Pernambuco, Recife[16]

- Perfil epidemiológico da Febre Amarela no Brasil, entre os anos de 1994 e 2021, através da análise de dados oficiais do Datasus[15]
- Use of Python language in the analysis of dengue data in Recife, capital of the state of Pernambuco, Northeast of Brazil and definition of trend line using Machine Learning[16]

2.6. Trabalhos Futuros

Analisando as perspectivas de continuidade no desenvolvimento do ConectaDengue, é válido citar que busca-se aprimorar o sistema para torná-lo um sistema inteligente baseado em variáveis climáticas e no histórico de casos confirmados baseado na análise 2.3.1, onde foi possível confirmar que existe relação entre estas variáveis e a partir de um trabalho realizado na área de aprendizagem de máquina, se busca encontrar algum padrão, e em seguida implementar este algoritmo ao sistema *web* do ConectaDengue, para torná-lo ainda mais eficiente.

3. CONCLUSÃO

As principais dificuldades enfrentadas durante o desenvolvimento do ConectaDengue foram no início deste projeto, devido à pouca familiaridade com desenvolvimento *web* por parte do desenvolvedor da aplicação, contudo, foi algo que no decorrer do desenvolvimento da aplicação foi sendo superado.

Através da linguagem *Python*, juntamente com o *framework Django* e as bibliotecas do *Chart.js* e *Leaflet.js* foi possível desenvolver uma aplicação *web* no formato *dashboard* utilizando a base de dados de arboviroses, dentre as funcionalidades que foram desenvolvidas podemos citar:

- Visualização de dados absolutos como: quantidade de notificações, casos confirmados, óbitos e quantidade de casos por bairro;
- Visualização de dados por meio de gráficos representando idade, gênero, progressão dos agravos e bairros mais afetados;
- Abastecimento da base de dados por meio de arquivos *.csv* fornecidos pelo próprio usuário;
- Filtragem de dados por agravos;

4. AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pelo apoio financeiro, pela infraestrutura disponibilizada e pelas bolsas PICI e PIBIC concedidas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] P. M. S. Silva e S. A. SIEBR, “A construção do repositório de dados da UFPB: a experiência com o dataset de Arboviroses”, Métodos e Pesquisa em Administração, Seção: Pesquisas científicas. v. 4, n. 1, p. 48-54, 2019.
- [2] N. S. Nilson, “Principles of Artificial Intelligence”, Springer Verlag, Berlin, 1982
- [3] W. C. Lima, “Estudo de classificadores e construção de dataset para diagnóstico de dengue, chikungunya e zika”, Trabalho de conclusão de curso, Departamento Acadêmico de Informática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- [4] P. I. Andrade e L. V. T. Brilhante, “Predizendo epidemias de Dengue, no Distrito Federal, utilizando algoritmos de Regressão”, Monografia de Graduação, Universidade de Brasília, 2018.
- [5] L. T. M. Figueiredo. 2007. Arboviroses emergentes no Brasil. In Rev. Soc. Bras. Med. Trop. [online]. Vol.40, N.2, 224-229. ISSN 1678-9849. <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822007000200016>.
- [6] GOV.BR. 2023. Ministério da Saúde. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/maio/ministerio-da-saude-lanca-campanha-de-combate-a-dengue-zika-e-chikungunya>. Acesso em: 30 set. 2023.
- [7] G. F. F. Vieira, A. F. De Castro and A. G. De Oliveira, "Analysis of dengue data, in the municipality of Mossoró, Northeast Brazil, between the years 2015 and 2020, using Python language," 2023 18th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Aveiro, Portugal, 2023, pp. 1-7, doi: 10.23919/CISTI58278.2023.10211686.
- [8] A. F. de Castro, A. G. de Oliveira, and G. F. F. Vieira, “Estudo comparativo entre dengue, chikungunya e zikavírus na cidade de Recife (PE), no ano 2021, usando a linguagem python”, Braz. J. Hea. Rev., vol. 6, no. 3, pp. 10988–10997, May 2023.
- [9] A. G. de Oliveira, A. F. de Castro, and G. F. F. Vieira, “Perfil epidemiológico das Arboviroses Dengue, Chikungunya e Zikavírus na cidade de Mossoró (RN), entre os anos de 2017 e 2021, utilizando linguagem de programação Python”, Rev. Car. Cien. Soc., vol. 12, no. 3, pp. 1068–1080, Aug. 2023
- [10] OPAS –Organização Pan-Americana de Saúde. 2022. In: Dengue. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/dengue>. Acesso em: 30 set. 2023.
- [11] MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2022. In: Diretrizes para a organização dos serviços de atenção à saúde em situação de aumento de casos de epidemia por arboviroses. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/diretrizes_arboviroses.pdf. Acesso em: 30 set. 2023.
- [12] DJANGO. 2023. In: Meet Django. Disponível em: <https://www.djangoproject.com/>. Acesso em: 30 set. 2023.
- [13] CHART. 2023. In: Chart.js Documentation. Disponível em: <https://www.chartjs.org/>. Acesso em: 30 set. 2023.
- [14] LEAFLET. 2023. In: Leaflet Documentation. Disponível em: <https://leafletjs.com/>. Acesso em: 30 set. 2023.
- [15] Vieira, G. F. F., de Castro, A. F., & de Oliveira, A. G. (2023). Perfil epidemiológico da Febre Amarela no Brasil, entre os anos de 1994 e 2021, através da análise de dados oficiais do Datasus. Brazilian Journal of Health Review, 6(3), 13800–13812. <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n3-421>

[16]A. F. De Castro, A. G. De Oliveira, G. F. F. Vieira and D. E. F. Da Silva, "Use of Python language in the analysis of dengue data in Recife, capital of the state of Pernambuco, Northeast of Brazil and definition of trend line using Machine Learning," 2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Madrid, Spain, 2022, pp. 1-7, doi: 10.23919/CISTI54924.2022.9820548.