

## Vigilância em saúde ambiental: o uso de geotecnologias como ferramenta de apoio à análise espacial do *Aedes Aegypti* no bairro da Santa Lúcia, Maceió, Alagoas, Brasil

*Environmental health surveillance: the use of geotechnologies as a tool to support the spatial analysis of aedes aegypti in the neighborhood of Santa Lúcia, Maceió, Alagoas, Brazil*

**Alesson Santana Ferro** 

Especialista em Análise Ambiental  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
[alesson.ferro@gmail.com](mailto:alesson.ferro@gmail.com)

**Silvana Quintella Cavalcanti Calheiros** 

Doutora em Geografia  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
[qsilvana@uol.com.br](mailto:qsilvana@uol.com.br)

### Resumo

As doenças causadas pelo *Aedes aegypti* representam um grande problema de saúde pública no Brasil. A dengue, chikungunya, zika e febre amarela são doenças virais infecciosas causadas pela picada da fêmea do mosquito infectado. O município de Maceió não está incluído na área de risco da febre amarela, entretanto, as outras doenças citadas têm casos registrados com frequência. Algumas pandemias e epidemias tiveram resultados catastróficos devido à falta de tecnologia para o processamento de dados. Os avanços tecnológicos possibilitaram analisar grandes volumes de dados e, tendo em vista o componente espacial desses, as geotecnologias tornam-se essenciais para tais análises. A escolha do tema se justifica pela necessidade de uma vigilância epidemiológica eficaz nos Pontos Estratégicos (PE) de desova do *Aedes aegypti*. Esses locais são depósitos propícios para a desova da fêmea do mosquito, como borracharias, ferro-velhos, depósitos de materiais de construção, entre outros. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar análises espaciais nos Pontos Estratégicos de proliferação do *Aedes aegypti* utilizando geotecnologias como suporte. Como metodologia, houve a aquisição e tratamento dos dados; geolocalização dos Pontos Estratégicos; atividade de campo para corrigir os pontos e identificar riscos ambientais; e delimitação do foco do vetor utilizando o QGIS. Os resultados retornaram a identificação de Pontos Estratégicos, os riscos ambientais e as áreas que necessitam de maior atenção por parte da vigilância epidemiológica, através da delimitação de foco do vetor. Portanto, foi possível abstrair



<https://doi.org/10.28998/contegeo.11i.25.18098>.

Artigo publicado sob a Licença Creative Commons 4.0

Submetido em: 30/08/2024

Aceito em: 08/04/2026

Publicado: 01/05/2026

*e-Location: 18098*

que as ferramentas geográficas podem auxiliar na vigilância epidemiológica da dengue, zika, chikungunya e febre amarela. O trabalho foi desenvolvido em um bairro, entretanto, é possível replicá-lo em outros territórios.

**Palavras-chave:** Análise ambiental; Geoprocessamento; Dengue.

### **Abstract**

Diseases caused by *Aedes aegypti* represent a major public health problem in Brazil. Dengue, chikungunya, zika and yellow fever are infectious viral diseases caused by the bite of an infected female mosquito. Maceió is not included in the yellow fever risk area, however, the other diseases mentioned have frequently recorded cases. Some pandemics and epidemics have had catastrophic results due to a lack of technology for data processing. Technological advances have made it possible to analyze large volumes of data and, given their spatial component, geotechnologies have become essential for spatial studies. The choice of the topic is justified by the need for effective epidemiological surveillance in the Strategic Points (PE) of *Aedes aegypti* spawning. These places are deposits suitable for female mosquitoes to spawn, such as tire repair shops, junkyards, construction materials warehouses, among others. Therefore, the objective of this research is to carry out spatial analysis of the Strategic Points of *Aedes aegypti* proliferation using geotechnologies as support. As a methodology, there was the acquisition and processing of data; geolocation of Strategic Points; visit to the neighborhood to correct issues and identify environmental risks; and delimiting the vector focus using QGIS. The results returned the identification of Strategic Points, environmental risks and areas that require greater attention from epidemiological surveillance, through the delimitation of the vector's focus. Therefore, it was possible to abstract that geographic tools can assist in the epidemiological surveillance of dengue, zika, chikungunya and yellow fever. The work was developed in one neighborhood, however, it is possible to replicate it in other territories.

**Keywords:** Environmental analysis; Geoprocessing; Dengue.

## **INTRODUÇÃO**

As doenças causadas pelo *Aedes aegypti* representam um grande problema de saúde pública no Brasil. A dengue, chikungunya, zika e febre amarela são doenças virais infecciosas causadas pela picada da fêmea do mosquito infectado (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023). O município de Maceió não está incluído na área de risco da febre amarela, entretanto, as outras doenças citadas têm casos registrados com frequência. De acordo com o Ministério da Saúde (2023), a dengue pode causar febre alta, dor no corpo e articulações, dor retro orbital, mal estar, dor de cabeça, falta de apetite e manchas vermelhas no corpo. Segundo o Boletim Epidemiológico de Arboviroses, houve um aumento de 114,63% dos casos de dengue em Maceió nos quatro primeiros meses de 2024, em relação ao mesmo período de 2023 (PREFEITURA MUNICIPAL

DE MACEIÓ, 2024). Em relação ao bairro da Santa Lúcia, o Boletim de 2023 apresentou uma taxa de incidência com o intervalo de 75 a 150 casos por 100 mil habitantes (PREFEITURA DE MUNICIPAL DE MACEIÓ, 2023). Portanto, as medidas de prevenção a essas doenças são primordiais.

A vigilância epidemiológica do *Aedes aegypti* possui diversas especificações, de acordo com as características ambientais e os dados do local monitorado. O ciclo de vida do mosquito possui quatro fases: ovo, pupa, larva e adulto. A fêmea do vetor pode colocar até 1.500 ovos durante sua fase adulta. Além disso, cada ovo pode sobreviver por mais de 400 dias em local seco (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019). Tais informações reforçam o poder de disseminação do mosquito vetor do vírus da dengue, zika, chikungunya e febre amarela. Logo, é essencial que o município disponha de um efetivo de Agentes de Combate às Endemias suficiente para controlar os níveis de infestação do mosquito.

Algumas pandemias e epidemias tiveram resultados catastróficos devido à falta de tecnologia para o processamento de dados. Os avanços tecnológicos possibilitaram analisar grandes volumes de dados e, tendo em vista o componente espacial desses, as geotecnologias tornam-se essenciais para estudos espaciais, como foi evidenciado na pandemia do Sars-CoV-2. A geolocalização foi um componente essencial no desenvolvimento de estudos que fomentaram políticas públicas. As ações baseadas na ciência e na análise de dados se apresentaram mais eficientes. Tal fato não é novidade, pois, no século XIX, o médico britânico John Snow criou um mapa e demarcou os casos de cólera durante a pandemia em Londres, na Inglaterra. Através do mapa, ele notou que os casos da doença estavam concentrados próximos a uma bomba de água compartilhada em que as pessoas usavam para beber água e para higiene pessoal. Foi descoberto então que a água dessa bomba estava contaminada pela fossa de uma casa (BBC NEWS BRASIL, 2020).

Dessa forma, é preciso que ocorra uma vigilância epidemiológica eficaz nos Pontos Estratégicos (PE) de desova do *Aedes aegypti*. Esses locais são depósitos propícios para a desova da fêmea do mosquito, como borracharias, ferro-velhos, depósitos de materiais de construção, entre outros, desta forma, devem ser visitados pelo Agente de Combate às Endemias em ciclos quinzenais para pesquisa larvária (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). As ferramentas geográficas são essenciais para a análise ambiental desses locais, tendo em vista que diversos dados vetorizados podem ser integrados para resultar em análises assertivas. Portanto, o objetivo deste trabalho

é realizar análises espaciais dos Pontos Estratégicos de proliferação do *Aedes aegypti* utilizando geotecnologias como suporte.

## DISCUSSÃO CONCEITUAL

Para melhor o entendimento da temática, é preciso discutir os conceitos dos seguintes tópicos: Saúde Ambiental, Vigilância Epidemiológica, Geoprocessamento e Análise Espacial.

### Saúde Ambiental

Segundo o Ministério da Saúde (2024), a saúde ambiental é uma importante área da saúde pública que se concentra em entender e mitigar os efeitos que fatores ambientais, tanto naturais quanto causados por atividades humanas, exercem sobre a saúde das pessoas. Esse campo combina ciência, políticas públicas e ações práticas com o objetivo de melhorar a qualidade de vida das populações de maneira sustentável.

As questões de saúde ambiental, tanto globalmente quanto no Brasil, têm exigido um esforço crescente e indispensável dos órgãos governamentais para implementar medidas de controle e prevenção dos riscos ambientais que prejudicam a saúde humana (FUNASA, 2020). O Ministério da Saúde (2022) reforça a influência das questões socioeconômicas e culturais na vulnerabilidade do indivíduo:

“A vulnerabilidade às doenças, a exposição ambiental e seus efeitos sobre a saúde distribuem-se de maneira diferente a depender dos indivíduos, das regiões e dos grupos sociais, e relacionam-se com a pobreza, o modelo de desenvolvimento social e econômico, a cultura, a organização do território e o nível educacional, por exemplo. As atividades produtivas, em especial, alteram o ambiente de maneira mais significativa, gerando exposição humana a possíveis efeitos negativos à saúde. A exposição aos fatores condicionantes e determinantes do meio ambiente não afetam todas as pessoas da mesma forma, causando então os efeitos adversos sobre a saúde, que variam conforme as suas características individuais (hábitos, predisposições, características genéticas, entre outros) e sociais (classe social, renda, escolaridade, entre outros)” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022, p. 6)

De acordo com Radicchi e Lemos (2009), o tema da saúde ambiental dentro da saúde pública é amplo, englobando questões críticas como o aquecimento global, a redução da camada de ozônio, desastres naturais como enchentes e tufões, a proliferação de vetores como insetos e roedores, condições de moradia e saneamento básico, entre muitos outros aspectos relevantes para a saúde ambiental.

## Vigilância Epidemiológica

De acordo com o Ministério da Saúde (2009), objetivo da vigilância epidemiológica é detectar precocemente a propagação de doenças, identificar concentrações de casos e localizar áreas onde o vetor está ativo (vigilância entomológica), intervindo de forma ágil para resolver tais situações, conduzir investigações sobre casos suspeitos de acordo com os protocolos recomendados e aplicar medidas de prevenção e gestão de forma eficaz.

Algumas doenças, como dengue, zika, chikungunya e febre amarela, possuem obrigatoriedade de notificação de casos em um sistema federal, o Sistema de Informação de Agravos e Notificação (Sinan). As informações registradas nas unidades de saúde ou obtidas por meio da busca ativa da vigilância epidemiológica local devem ser inseridas no Sinan e, em seguida, enviadas para a vigilância epidemiológica do Estado. Posteriormente, essas informações devem ser encaminhadas pelo Estado para o Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Ainda segundo o Ministério da Saúde (2009), as responsabilidades da vigilância são divididas entre as esferas municipal, estadual e federal. Cabe a vigilância municipal incluir os casos suspeitos no Sinan, investigar todos os casos notificados, acompanhar a curva de casos, consolidar os dados municipais, capacitar as equipes em vigilância epidemiológica, entre outras atividades. Já a vigilância estadual deve verificar os dados dos municípios semanalmente, acompanhar a curva de casos, divulgar diretrizes técnicas aos municípios, auxiliar a investigação de casos graves e óbitos, prestar assessoria técnica às Secretarias Municipais de Saúde, entre outras atividades. A vigilância do Ministério da Saúde também verifica os dados do Sinan e acompanha as curvas de casos a nível federal, além de elaborar diretrizes técnicas para os estados e fornecer insumos para a rede laboratorial.

Os principais métodos de controle de vetores são: mecânico (destruição de criadouros, coleta de resíduos sólidos e vedação de depósitos), biológico (utilização de predadores naturais, parasitoides, entre outros), químico (inseticidas) e legal (aplicação de normas e leis). Segundo Santos et al. (2019), as armadilhas, inseticidas e larvicidas são os principais métodos usados no controle do mosquito vetor da dengue, de acordo com o número de patentes depositadas no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

Os agentes de combate às endemias (ACE) têm função primordial na vigilância epidemiológica. Esses devem ter o conhecimento acerca dos métodos de controle citados acima. Em pesquisa realizada por Maia et al. (2013), os agentes obtiveram um nível de conhecimento considerado bom ou ótimo em saneamento básico e meio ambiente, mesmo não tendo capacitação formal na temática. Esses profissionais desempenham um papel fundamental no controle vetorial, envolvendo atividades de atualização de registros de propriedades e pontos estratégicos, inspeções para identificar focos de mosquitos, aplicação de larvicidas, instrução aos moradores sobre a prevenção da dengue, condução de reuniões com a comunidade e integração com a equipe de saúde. Além disso, o ACE encaminha casos suspeitos de dengue para as unidades de saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

No caso da dengue, que é uma doença de propagação rápida, é importante que se tenha qualidade nos dados para que a delimitação do foco seja satisfatória. A utilização de ferramentas geográficas como apoio à formulação de políticas públicas é essencial em casos que é preciso realizar uma análise espacial. Se faz necessária a utilização de um software para o processamento de uma gama de dados diários, como ocorre em endemias, epidemias e pandemias. Dessa forma, o agente público poderá tomar decisões que envolvem vidas em tempo hábil.

## Geoprocessamento

A temática do geoprocessamento se difundiu nas últimas décadas, devido ao avanço da tecnologia computacional. Atualmente, os órgãos públicos buscam soluções eficientes para desburocratizar processos e obter resultados mais rápidos em suas ações. Nesse contexto, as geotecnologias passaram a ser amplamente utilizadas para solucionar problemas relacionados ao espaço.

Através de Xavier-Da-Silva, um dos maiores nomes da temática no Brasil, podemos compreender o geoprocessamento como:

“(...) um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciados, para transformar em informação (que é um acréscimo de conhecimentos) relevante, deve necessariamente apoiar-se em estruturas de percepção ambiental que proporcionem o máximo de eficiência nesta transformação.” (XAVIER-DASILVA, 2001, p. 2).

O próprio autor ressalta que o geoprocessamento é primordial no apoio à decisão, algo que é objetivado neste artigo. Para isto, é preciso associá-lo

acertadamente aos procedimentos que fomentem a inserção de conhecimentos gerados em pesquisas ambientais ou em planejamento e gestão de ambientes, o que Jorge Xavier da Silva define como “Geoinclusão” (XAVIER-DA-SILVA, 2016).

As geotecnologias são um conjunto de procedimentos, produtos e técnicas voltados à coleta e aos tratamentos de informações espaciais. São constituídas pela cartografia digital, sensoriamento remoto, sistemas de informação, topografia, entre outros (BACANI e LUCHIARI, 2014). Segundo Macedo (2018), o geoprocessamento e as técnicas de cartografia digital são essenciais para mapeamentos e análises de uma área em estudo, permitindo que o pesquisador faça sobreposição de variáveis para realizar análises espaciais.

Devido a dificuldade de se compreender a dinâmica espacial de uma doença, o geoprocessamento tem grande contribuição para a saúde pública, auxiliando na adoção de estratégias de restrições de circulação de pessoas, priorizando políticas públicas em locais em que há maior ocorrência da doença ou até auxiliando a população no entendimento de onde está maior a sua incidência (CARDOSO et al., 2020).

## **Análise Espacial**

A análise espacial de um evento é essencial para compreender se existe alguma tendência entre as ocorrências ou se essas são apenas aleatórias. Antes de se realizar qualquer análise, é preciso compreender o espaço geográfico. Para Polon (2016), o espaço é uma constante, representando vários tempos históricos, em permanente transformação. Ainda segundo a autora, o dinamismo do espaço é o mesmo da própria Geografia.

Não obstante, é essencial trazer as contribuições do professor Milton Santos : “ A espacialização é um momento da inserção territorial dos processos sociais. O espaço é mais do que isso, pois funciona como um dado do próprio processo social” (SANTOS, 1988, p. 26). Santos (1994), relacionava o espaço com o que ele denominava de “Meio Técnico- Científico”:

“Enquanto geógrafo, acreditamos que a elaboração da realidade espacial tenha dependência estreita com as técnicas. Daí uma outra ênfase neste conjunto de ensaios, dada pelo fato de que, no presente período histórico, o espaço geográfico pode ser considerado como aquilo que estou denominando de Meio Técnico-Científico. Podemos dizer que o Meio Técnico-Científico é a resposta geográfica ao processo de globalização.” (SANTOS, 1994, p. 2).

Lavor e Santos (2018) comparam a visão filosófica do espaço com o espaço da geografia. Para os autores, o espaço da geografia é o espaço social em produção, enquanto o espaço filosófico: “a questão central se faz na produção e reprodução das relações sociais da existência humana, quer dizer, produção, dinâmica e contradições das diferentes atividades e práticas sociais” (LAVOR E SANTOS, 2018, p. 4).

Segundo Andrade et al. (2020), a análise espacial aumenta a capacidade de tratamento dos dados. No trabalho desenvolvido junto ao Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente - IGDEMA, da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, os autores apresentaram a vulnerabilidade socioespacial à pandemia de COVID-19 em Maceió, Alagoas. Tais análises ressaltam a importância da Geografia no processo de análise espacial, além evidenciar a importância do geoprocessamento em estudos relacionados à pandemia de Sars-CoV-2.

Outros trabalhos relevantes foram desenvolvidos utilizando a análise espacial durante a pandemia da Sars-CoV-2. Pedrosa e Albuquerque (2020) realizaram uma análise espacial dos casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no Ceará. Cardoso et al. (2020) apresentaram a análise espacial para a tomada de decisão, ressaltando o uso do geoprocessamento no apoio do gerenciamento de crises. Em sua revisão de literatura sobre saúde coletiva no Brasil em 2016, Guimarães (2016) já pontuava sobre as publicações que tiveram o foco na análise espacial e geoprocessamento, algo que foi posto em prática durante a pandemia e que há diversas possibilidades novas de implementação.

Neste trabalho, foram utilizadas duas técnicas de análise espacial no software QGIS: mapa de calor (densidade de Kernel) e a criação buffers. De acordo com Druck et al. (2004), para calcular a densidade de Kernel é realizada uma contagem dos pontos em uma região e esses são ponderados pela distância à localização de interesse. Dessa forma, o agrupamento de pontos em uma mesma região resulta em uma alta densidade. Já os buffers são áreas de influência criadas a partir de uma origem, com dimensões pré-definidas (QGIS, 2024).

## **METODOLOGIA**

A pesquisa possui um método dedutivo, sendo do tipo exploratória e pode ser classificada como quali-quantitativa.

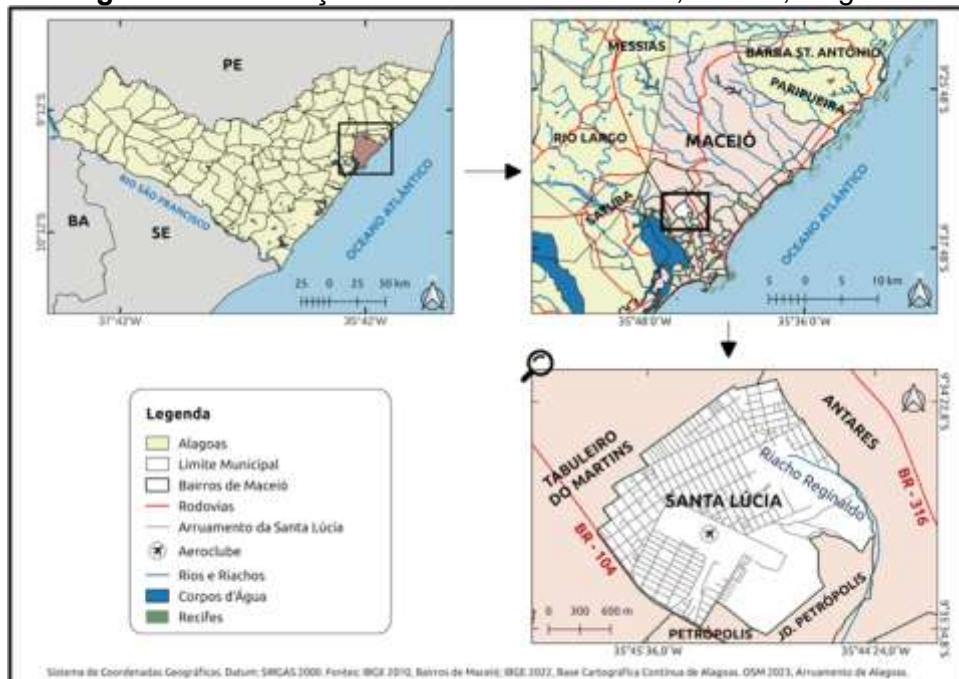
## **Caracterização da área de estudo**

O bairro da Santa Lúcia localiza-se no município de Maceió, estado de Alagoas, e está contido entre os paralelos 9° 34' 15,8" e 9° 35' 35,3", latitude sul, e meridianos 35° 44' 24,27" e 35° 45' 52", longitude oeste. O bairro possui uma área de aproximadamente 4 km<sup>2</sup>. Ao norte e ao oeste, Santa Lúcia limita-se com o bairro do Tabuleiro do Martins, ao sul, Petrópolis e Jardim Petrópolis e, a leste, o bairro do Antares (IBGE, 2010).

De acordo com o resultado preliminar dos setores censitários do Censo Demográfico do IBGE de 2022, Santa Lúcia possui uma população na ordem de 24.172 pessoas (IBGE, 2022b), o que representa uma redução de 7,25% de sua população em relação ao Censo Demográfico de 2010, quando o bairro tinha 26.061 pessoas (IBGE, 2010). Sua densidade demográfica é de 6.043 hab/km<sup>2</sup>.

Mapas produzidos pela Embrapa (2013) mostram que o bairro da Santa Lúcia possui o clima do tipo As', que corresponde ao clima tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen adaptada para o Brasil. A temperatura média do ar é de 26 °C em seu território, sendo as médias mínima e máxima, 21 °C e 30 °C, respectivamente. Ainda segundo a Embrapa (2013), a precipitação total anual da área de estudo foi de 1.900 mm. No bairro, de acordo com a Semarh (2019), existem duas bacias hidrográficas: riacho do Silva e rio Reginaldo.

**Figura 1** – Localização do bairro da Santa Lúcia, Maceió, Alagoas.



Fontes: IBGE (2010), IBGE (2022a) e OSM (2023). Elaboração: Autores (2024)

## Aquisição e tratamento dos dados

Os dados e os arquivos vetoriais foram adquiridos em portais oficiais:

- Ministério da Saúde (MS): dados e informações sobre a vigilância epidemiológica;
- Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh): bacias hidrográficas;
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): dados demográficos e bases vetoriais do bairro da Santa Lúcia;
- Portal Alagoas em Dados: demais bases vetoriais de Alagoas.

Os dados foram tratados, pois é comum que o formato baixado não esteja tabulado da maneira correta. É preciso que esses estejam padronizados para que não ocorram problemas no SIG.

### Geolocalização dos Pontos Estratégicos

De acordo com o Ministério da Saúde (2009), são considerados PEs: cemitérios, borracharias, ferros-velhos, depósitos de sucata ou de materiais de construção, garagens de ônibus e de outros veículos de grande porte. Ou seja, são locais propícios para a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*. Inicialmente, houve a busca ativa e geolocalização dos Pontos Estratégicos (PEs) utilizando imagens de satélite e ferramentas geográficas, como o Google Earth, Google Maps e o Google Street View (Figura 2).

Em seguida, os pontos foram carregados no QGIS no formato CSV (planilha), através de suas coordenadas geográficas (latitude e longitude) coletadas durante a geolocalização. Nesta etapa, alguns pontos foram ajustados no software para corrigir erros de precisão. Ademais, cada ponto recebeu um número identificador que serviu de suporte para a análise na etapa seguinte.

**Figura 2** – Exemplos do uso de geotecnologias (Google Maps e Google Street View).



Fonte: Autores (2024)

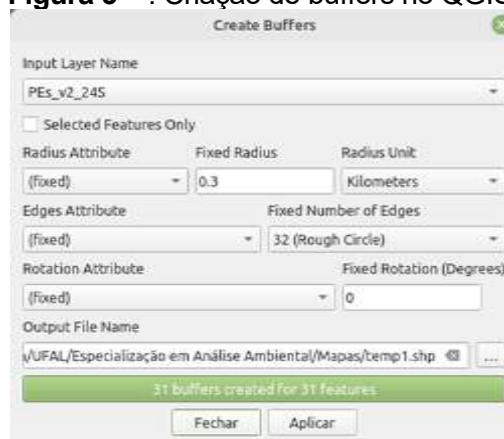
### Trabalho de campo no bairro da Santa Lúcia

Devido à provável desatualização da base de dados das ferramentas utilizadas na etapa anterior, foi necessário conferir os Pontos Estratégicos geolocalizados in loco. Não obstante, a atividade serviu para que novos pontos fossem encontrados e adicionados à base de dados. Nesta etapa, todo o bairro foi percorrido em janeiro de 2024 e, simultaneamente, foi realizada a análise espacial para identificar riscos ambientais nos Pontos Estratégicos, tendo como suporte o material desenvolvido na etapa anterior.

### Delimitação do foco do vetor através do geoprocessamento

Nesta etapa houve a criação do mapa de calor (estimativa de densidade Kernel) e de buffers (áreas de influência) no QGIS. Os buffers serviram para representar uma provável delimitação de foco do mosquito. Em cada Ponto Estratégico foi criado um raio de 300 metros, que representa a delimitação de foco do vetor, ou seja, a área com o potencial de disseminação do mosquito, com base no Ministério da Saúde (2009). Para esta atividade, foi utilizado o plugin MMQGIS, que é um complemento que pode ser baixado e instalado no QGIS.

**Figura 3 –** Criação de buffers no QGIS.



Fonte: Autores (2024)

Em seguida, utilizando a ferramenta de geoprocessamento do QGIS, os buffers foram dissolvidos, formando uma única feição e o produto resultante foi recortado de acordo com a delimitação do bairro da Santa Lúcia (Figura 4).

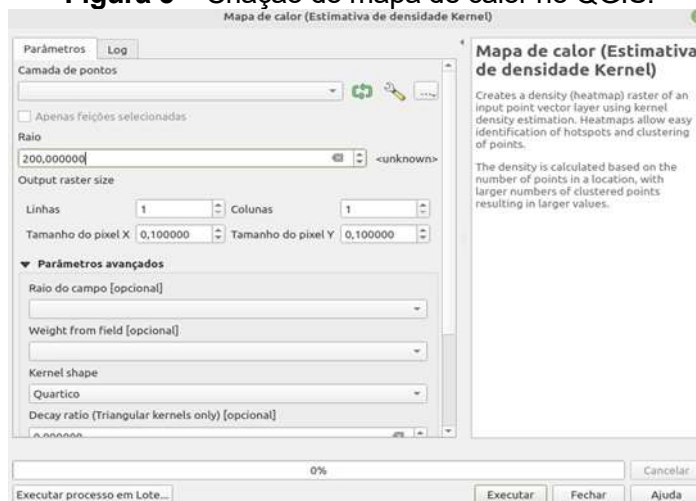
**Figura 4 –** Utilização da ferramenta de geoprocessamento do QGIS.



Fonte: Autores (2024)

Já o mapa de calor é importante para representar uma possível concentração de Pontos Estratégicos em determinado local do bairro, retornando as áreas de alto risco de contágio pelo vetor da doença. A ferramenta utilizada para criá-lo é nativa do próprio QGIS. Abaixo é possível visualizar as configurações utilizadas. Assim como no mapa anterior, o resultado final foi recortado para o bairro da Santa Lúcia.

**Figura 5 – Criação do mapa de calor no QGIS.**



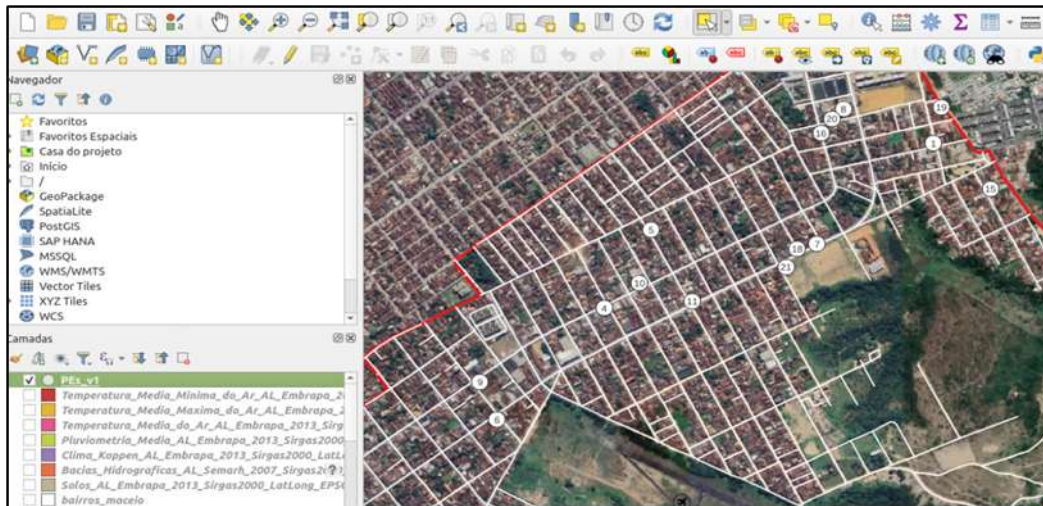
Fonte: Autores (2024)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Pontos Estratégicos geolocalizados

Como resultado da geolocalização dos Pontos Estratégicos, foram encontradas sete borracharias, oito depósitos de material de construção, cinco depósitos de sucata, dois ferros-velhos e uma garagem de veículos de grande porte, totalizando 23 PEs (Figura 6).

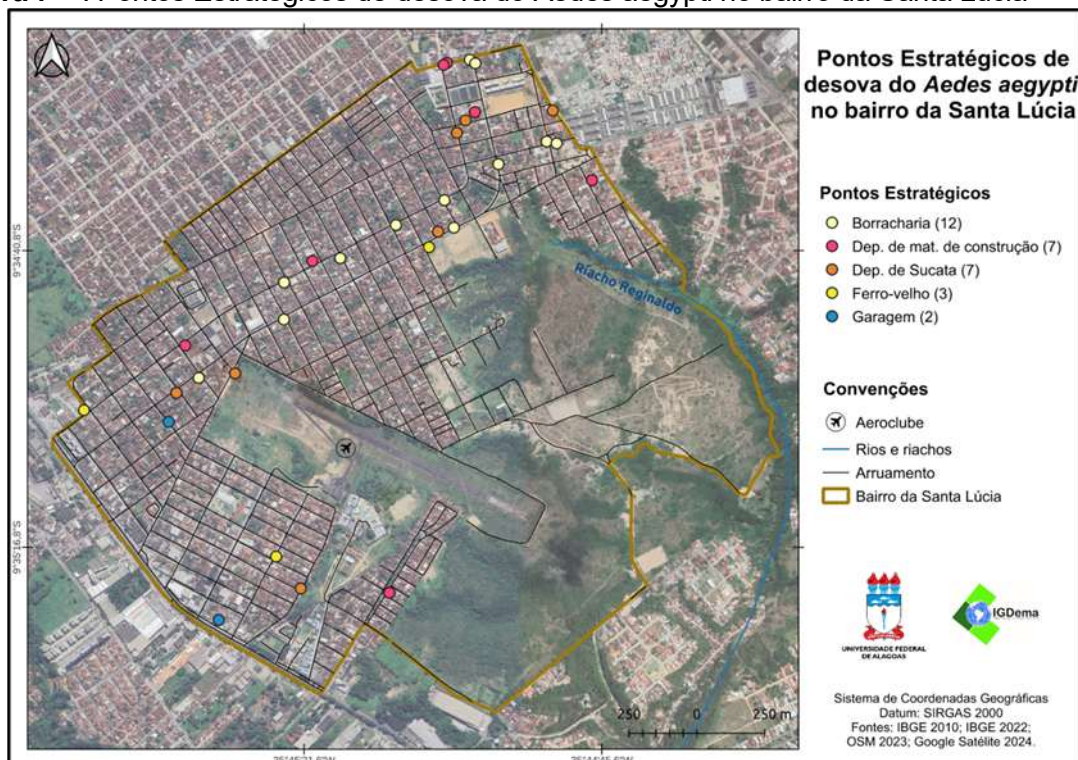
**Figura 6 – . Pontos preliminares inseridos no QGIS**



Fonte: Autores (2024)

Após a sua validação no trabalho de campo, um desses pontos foi desconsiderado, por não ter mais característica de PE. Porém, outros nove foram encontrados, totalizando 31 PEs, detalhados na Figura 7 e no Gráfico 1.

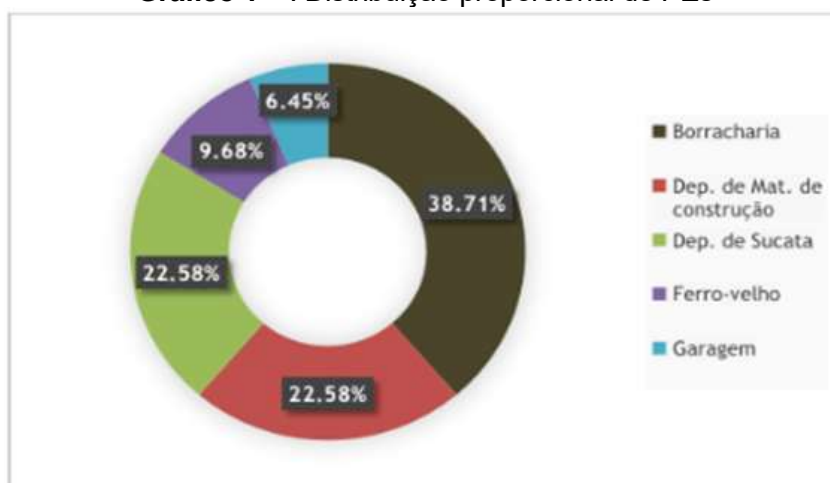
Figura 7 – . Pontos Estratégicos de desova do *Aedes aegypti* no bairro da Santa Lúcia



Fontes: IBGE (2010), IBGE (2022a) e OSM (2023). Elaboração: Autores (2024).

Portanto, como pode ser observado na Figura 7, tem-se doze borracharias, sete depósitos de material de construção, sete depósitos de sucata, sete ferros-velhos, sete garagens de veículos de grande porte e nenhum cemitério. O grande número de borracharias (38,71%) se justifica pelo fato da Santa Lúcia ser um bairro de ligação entre duas grandes avenidas de Maceió: Avenida Durval de Góes Monteiro e Avenida Menino Marcelo, gerando um grande fluxo de veículos que demandam tal serviço.

**Gráfico 1 – . Distribuição proporcional de PEs**



Elaboração: Autores (2024)

As três primeiras categorias (borracharias, depósitos de material de construção e depósitos de sucata) representam 83,87% de todos os Pontos Estratégicos do bairro.

### Riscos ambientais identificados

Alguns riscos ambientais foram identificados durante a visita in loco aos PEs, tais riscos são resultantes de atividades humanas. Segundo Veyret e Meschinet de Richemond (2007, p. 63), é possível abstrair que os riscos ambientais: “resultam da associação entre os riscos naturais e os riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território.”. Portanto, como destacado por Dagnino e Carpi Junior (2007, p. 61): “O risco é sempre um objeto social.”

**Figura 8 – Ferro-velho irregular**



Fonte: Autores (2024)

Às margens da Avenida Francisco Afonso de Melo foi localizado um ferro-velho funcionando de forma irregular, em uma área descoberta próxima a um campo de futebol. O local possui grande movimentação de crianças e adolescentes que utilizam o espaço como área de lazer. Alguns vetores de doenças podem se proliferar no local, como o próprio *Aedes aegypti*; o *Clostridium tetani*, bactéria encontrada no ferrugem dos veículos causadora do tétano; roedores que transmitem a bactéria *Leptospira*, causadora da leptospirose; entre outros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023).

**Figura 9** – Depósito irregular de lixo



Fonte: Autores (2024)

Em diversos pontos do bairro da Santa Lúcia foram identificados depósitos de lixo irregulares. Nesses locais podem ser encontrados lixos residenciais, entulhos, materiais de construção, móveis, pneus, entre outros materiais. Além do prejuízo à

paisagem, o lixo representa um grande risco ambiental. Nesses locais podem ocorrer a degradação do solo e a propagação de doenças.

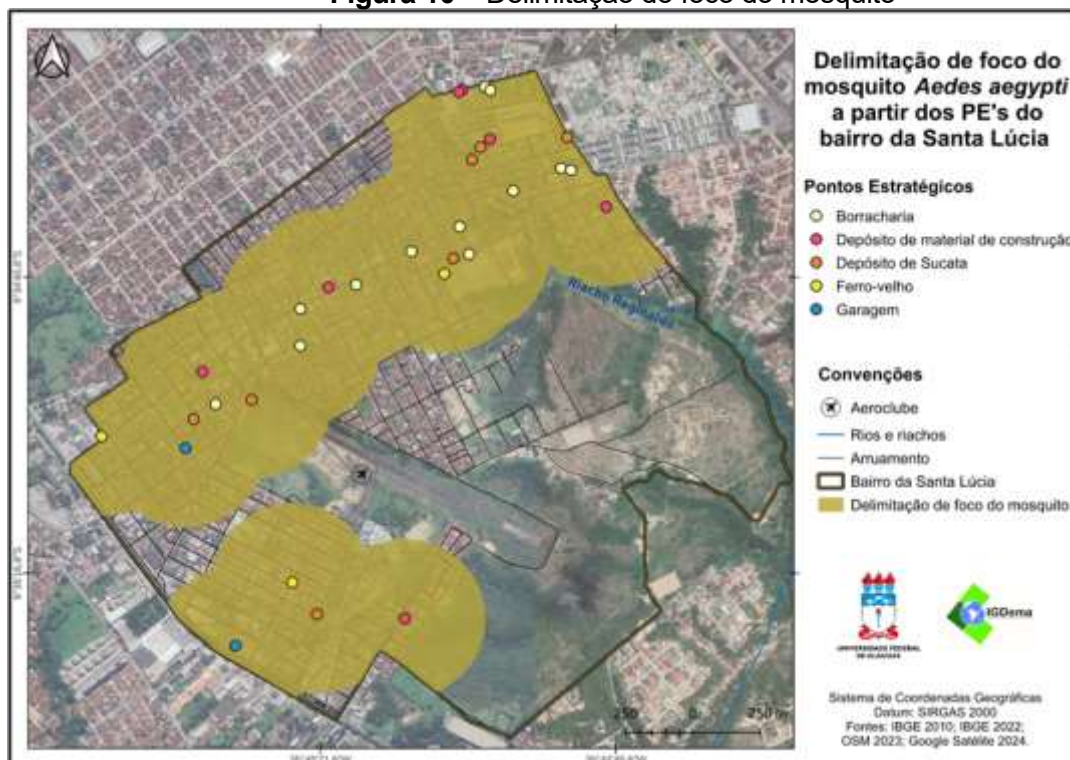
### Delimitação de foco do vetor

Os mapas criados no QGIS representam os locais de maior atenção para o mosquito *Aedes aegypti*, sendo essencial para a definição de prioridades durante a vigilância epidemiológica.

### Área influência dos Pontos Estratégicos

Nos limites do bairro da Santa Lúcia, a delimitação do foco do mosquito *Aedes aegypti* totalizou uma área de 2,14 km<sup>2</sup>, o que representa 53,63% da área total do bairro. Como pode ser observado na Figura 10, a maior parte do foco do mosquito está presente na área urbanizada, restando poucos pontos onde não há risco conhecido. Se for considerada somente a área urbanizada (2,53 km<sup>2</sup>) para o cálculo, a delimitação do foco nessa área (1,92 km<sup>2</sup>) corresponde a 76,01% do total, de acordo com a base vetorial de manchas urbanas para o ano de 2019 (SEPLAG, 2019).

**Figura 10 – Delimitação do foco do mosquito**



Fontes: IBGE (2010), IBGE (2022a) e OSM (2023). Elaboração: Autores (2024).

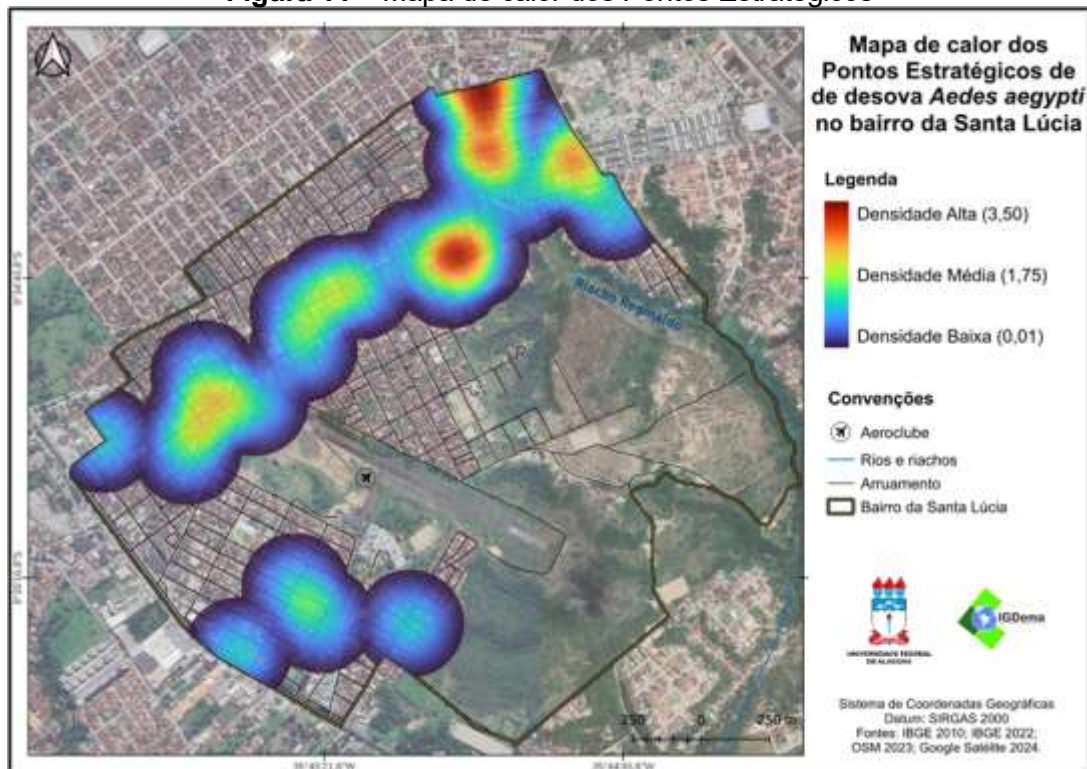
É importante ressaltar que devem existir outros focos em endereços residenciais, entretanto o objetivo deste trabalho limitou-se aos Pontos Estratégicos. A área de influência poderia ser ainda maior se fossem considerados os PEs dos bairros vizinhos.

### Mapa de calor dos Pontos Estratégicos

O mapa de calor revelou uma tendência da densidade dos pontos, que se concentrou nas principais avenidas do bairro (Av. Francisco Afonso de Melo e Av. Belmiro Amorim). Além disso, há uma densidade baixa/média nas proximidades do Aeroclube. É importante ressaltar que não há pesos atribuídos pelo Ministério da Saúde aos Pontos Estratégicos de acordo com sua categoria, logo, deve ser considerado que todos têm o mesmo potencial de disseminação do vetor.

As densidades altas (cor vermelha) se concentraram na faixa norte da Santa Lúcia, nos limites com os bairros do Tabuleiro do Martins e Antares, onde estão localizados quatro depósitos de material de construção, cinco borracharias e três depósitos de sucata. Ainda na faixa ao norte, em outro ponto com alta densidade próximo ao riacho Reginaldo, há três borracharias, um depósito de sucata e um ferro-velho.

Figura 11 – Mapa de calor dos Pontos Estratégicos



Fontes: IBGE (2010), IBGE (2022a) e OSM (2023). Elaboração: Autores (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, foi possível abstrair que as ferramentas geográficas podem auxiliar na vigilância epidemiológica da dengue, zika, chikungunya e febre amarela. É importante ressaltar que foram utilizadas ferramentas gratuitas, que poderiam ser incorporadas às políticas públicas sem que comprometam o orçamento, necessitando somente do conhecimento técnico de um profissional.

Os resultados revelaram que há o risco de disseminação do mosquito *Aedes aegypti* no bairro da Santa Lúcia, pois, considerando apenas os Pontos Estratégicos, a sua área de abrangência pôde ser observada na maior parte da área de estudo, com ocorrências de alta, média e baixa densidade na área urbanizada. Dessa forma, é necessário que a periodicidade quinzenal de visitação para pesquisa entomológica desses pontos seja cumprida, de acordo com as normas do Ministério da Saúde. Além disso, é preciso que ocorram ações por parte da Prefeitura de Maceió em relação aos riscos ambientais observados in loco, que contribuem para a disseminação de diversas doenças.

A pandemia do Sars-CoV-2 realçou a necessidade da utilização de geotecnologias e do conhecimento do território no combate à disseminação de doenças zoonóticas. Vale mencionar que os órgãos públicos responsáveis pela vigilância epidemiológica de endemias possuem diversos dados que podem ser incorporados à estudos como este, aumentando o nível de precisão das ações em campo por parte dos Agentes de Combate às Endemias.

O trabalho foi desenvolvido em um bairro, considerando somente os PEs, entretanto, é possível replicá-lo em escalas maiores e com uma base de dados de residências que possuem focos de disseminação do mosquito, tornando a análise ampla e precisa.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. L. de. Vulnerabilidade socioespacial à pandemia de Covid-19 em Maceió. Maceió: Esdras Andrade, 2020, 79 p.

BACANI, V. M; LUCHIARI, A. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento ambiental da Bacia do Alto Rio Coxim - MS. GEOUSP (Online), São Paulo, v. 18, n. 1, p. 184-197, abr. 2014.

BBC NEWS BRASIL. O médico que descobriu como a cólera se espalha (e impediu a doença de causar mais mortes). 2020. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-53376925>>. Acesso em: 29 de set. de 2023.

CARDOSO, P. V. et al. A importância da análise espacial para a tomada de decisão: um olhar sobre a pandemia de COVID-19. Revista Tamoios, São Gonçalo, v. 16, n. 1, p. 125-137, mai. 2020.

DAGNINO, R. De, S; CARPI JUNIOR, S. Risco ambiental: conceito e aplicações. CLIMEP, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 50-87, dez. 2007.

DRUCK, S. et al. Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2004. 39 p.

EMBRAPA. Dados vetoriais - Temperatura média do ar, Pluviometria média e Clima. 2013. Disponível em <[www.ima.al.gov.br/servicos/downloads/download-de-dados-vetoriais/](http://www.ima.al.gov.br/servicos/downloads/download-de-dados-vetoriais/)>. Acesso em: 30 de dez. de 2021.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. Saúde ambiental para a redução de riscos à saúde humana. 2020. Disponível em <<https://www.funasa.gov.br/saude-ambiental-para-reducao-dos-riscos-a-saude-humana>>. Acesso em 13 de ago. de 2024.

GUIMARÃES, R. B. Geografia e saúde coletiva no Brasil. Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 869-879, dez. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Bairros de Alagoas / Alagoas em Dados. 2010. Disponível em <<https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/bairros-de-alagoas/resource/b3a2a29a-285a-48d1-aafd-a5dee7e245b6>>. Acesso em: 29 de set. de 2023.

\_\_\_\_\_. Base cartográfica contínua de Alagoas. 2022a. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15807-estados.html?edicao=35515>>. Acesso em: 29 de set. de 2023.

\_\_\_\_\_. Censo demográfico 2022 - Agregado por setores censitários. 2022b. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=39499&t=resultados>>. Acesso em: 17 de jul. de 2024.

LAVOR, P. P. de; SANTOS, A. R. dos. Reflexões sobre o espaço e escalas espaciais. Mercator, Fortaleza, v. 17, n. 1, p. 1-13, dez. 2018.

MACEDO, Y. M. Contribuições do geoprocessamento para estudos de risco e vulnerabilidade socioambiental em Natal/RN, Brasil. REGNE, Natal, v. 4, n. 2, p. 44-62, dez. 2018.

MAIA, L. S. et al. Conhecimentos dos agentes de endemias: aplicação de bases teóricas sobre saneamento e ambiente. Vigilância Sanitária em Debate, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 27-34, ago. 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS. Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias da dengue. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. 160 p.

\_\_\_\_\_. Vetor da dengue e da febre amarela. 2019. Disponível em <<https://www.saude.gov.br/biblioteca/7531-vetor>>. Acesso em: 28 de nov. de 2023.

\_\_\_\_\_. Caderno temático do Programa Saúde na Escola: saúde ambiental. Ministério da Saúde, 2022. 42 p.

\_\_\_\_\_. Saúde de A a Z. 2023. Disponível em <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z>>. Acesso em: 28 de nov. de 2023.

\_\_\_\_\_. Saúde Ambiental. 2024. Disponível em <<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/saude-ambiental>>. Acesso em: 13 de ago. de 2024.

OPEN STREET MAPS - OSM. Malha de ruas e avenidas de Alagoas / Alagoas em Dados. 2023. Disponível em <<https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/malha-de-ruas-e-avenidas>>. Acesso em: 17 de dez. de 2023.

POLON, L. C. K. Espaço geográfico: breve discussão teórica acerca do conceito. Revista Geográfica Acadêmica, Boa Vista, v. 10, n. 2, p. 82-92, dez. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACEIÓ. Boletim Epidemiológico de Arboviroses de 2023. 2023. Disponível em <<https://maceio.al.gov.br/uploads/documentos/Boletim-arboviroses-ate-SE-50.pdf>>. Acesso em 10 de ago. de 2024.

\_\_\_\_\_. Vigilância sanitária realiza ação de combate à dengue na parte alta de Maceió. 2024. Disponível em <<https://maceio.al.gov.br/noticias/sms/vigilancia-sanitaria-realiza-acao-de-combate-a-dengue-na-parte-alta-de-maceio>>. Acesso em 31 de mai. de 2024.

PEDROSA, N. L.; ALBUQUERQUE, N. L. S. de. Análise espacial dos casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará, Brasil. Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 25, n. 6, p. 2461-2468, jun. 2020.

QGIS. Vector Spatial Analysis (Buffers). 2024. Disponível em <[https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/gentle\\_gis\\_introduction/vector\\_spatial\\_analysis\\_buffers.html](https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/gentle_gis_introduction/vector_spatial_analysis_buffers.html)>. Acesso em 10 de ago. de 2024.

RADICCHI, A. L. A; LEMOS, A. F. Saúde Ambiental. Belo Horizonte: Nescon/UFMG, 2009. 75 p.

SANTOS, M. A. dos; Metamorfose do espaço habitado. São Paulo: Hucitec, 1988. 27 p.

\_\_\_\_\_; Técnica espaço tempo: Globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Edusp, 1994, 94 p.

SANTOS, S. C. dos; PAZ, L. C. M; LIMA, M. O. A. Prospecção tecnológica sobre os métodos de controle do mosquito *Aedes aegypti*. Cadernos de Prospecção, Salvador, v. 12, n. 1, p. 105-112, jan. 2019.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS - SEMARH. Regiões Hidrográficas e Bacias Hidrográficas do estado de Alagoas. 2019. Disponível em <<https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/regioes-hidrograficas-e-bacias-hidrograficas-do-estado-de-alagoas>>. Acesso em: 29 de set. de 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, GESTÃO E PATRIMÔNIO - SEPLAG. Manchas Urbanas dos municípios alagoanos. 2019. Disponível em <<https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/http-dados-al-gov-br-dataset-manchas-urbanas-dos-municipios-alagoanos>>. Acesso em: 08 de ago. de 2024.

VEYRET, Y.; MESCHINET DE RICHEMOND, N. O risco, os riscos. In: VEYRET, Y. (Org.) Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007. p. 23-79.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento para análise ambiental. Rio de Janeiro: D5 Produção Gráfica, 2001. 228 p.

\_\_\_\_\_. Geoprocessamento no apoio à decisão. Revista Continentes, Rio de Janeiro, v. 2, n. 9, p. 105-115, 2016.