

# ANÁLISE DOS DETERMINANTES SOCIOAMBIENTAIS RELACIONADOS ÀS ARBOVIROSES NA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE (RMVALE-LN)

## Resumo

*As arboviroses são um grupo de doenças virais que são transmitidas por artrópodes (Ministério da saúde, 2026). No Brasil, dengue, chikungunya e zika são as mais comuns em todo território, além de possuírem o mesmo vetor de transmissão: o mosquito Aedes aegypti. Há um conjunto de fatores socioambientais que podem contribuir para o aumento de casos. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo compreender os fatores socioambientais, segundo a literatura, que mais contribuem para o aumento de casos na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVALE-LN).*

## 1. Introdução

As arboviroses são um grupo de doenças virais que são transmitidas principalmente por artrópodes, como mosquitos e carrapatos (Ministério da Saúde, 2026). No Brasil, temos cinco tipos de arboviroses: dengue, zika, chikungunya, oropouche e febre amarela. A chikungunya, dengue e zika possuem o mesmo vetor transmissor, o mosquito Aedes aegypti.

A chikungunya, dengue e zika, além de possuírem o mesmo vetor, possuem sintomas parecidos, dificultando o diagnóstico. Diante disso, embora as taxas de incidência precisem ser analisadas separadamente para a orientação clínica correta, a análise conjunta ajuda a compreender as falhas na prevenção e controle da proliferação do mosquito.

“A taxa de incidência é uma maneira de compreender a ocorrência de eventos incidentes de interesse em um determinado período de tempo” (Merchán-Hamann et.al, 2000). Na epidemiologia, a incidência ajuda na vigilância da população e na prevenção dessas doenças.

Como a taxa de incidência ajuda a compreender quantas pessoas são infectadas em um determinado local e em um determinado período de tempo, há fatores externos que podem contribuir para o aumento ou diminuição da taxa de incidência. A densidade populacional, se ocorre de forma desordenada, desencadeia diversos outros problemas sociais como a falta de saneamento básico decente, falta do acesso à educação, entre outros fatores que contribuem para a desigualdade social.

Em um estudo realizado no Nordeste do Brasil, os cientistas perceberam que a falta de acesso a água canalizada teve uma correlação negativa com a dengue nos anos de 2014 e 2017 (Lima-Camara, 2024). Ou seja, a falta de uma canalização adequada para os habitantes dos municípios, deixa-os vulneráveis ao mosquito transmissor dessas arboviroses. Além disso, “a urbanização rápida e não planejada, aliada a condições sanitárias precárias, pouca infraestrutura de saúde pública, redução do acesso aos cuidados de saúde e esforços limitados

de controle do mosquito vetor também contribui para as epidemias de dengue” (Lima-Camara, 2024).

A falta de um saneamento básico para a população afeta diretamente os casos de arboviroses, independentemente do município. A falta de água canalizada, esgotamento sanitário interno e coleta adequada de lixo transformam a população em um alvo fácil para que o mosquito transmissor deixe-os infectados contribuindo para a precariedade do sistema de saúde local.

Este trabalho analisa a relação espacial entre a taxa de incidência das arboviroses chikungunya, dengue e zika, e indicadores socioambientais, densidade populacional, urbanização, cobertura de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo, nos 39 municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVALE-LN) no período de 2018 a 2022.

## **2. Objetivos**

O objetivo deste trabalho é compreender os fatores socioambientais que influenciaram ou não, o aumento de casos de dengue, chikungunya e zika na RMVALE-LN em um determinado período de tempo.

## **3. Metodologia**

O trabalho foi dividido em dois passos metodológicos: o primeiro passo consistia em criar um banco de dados com os dados das arboviroses dos anos de 2015 à 2025 na RMVALE-LN, depois foi calculado a taxa de incidência geral das arboviroses para a escolha do período e por último, foram criadas as tabelas no banco de dados com a taxa de incidência para o período escolhido. O segundo passo consistia em mapear a taxa de incidência para cada arbovirose, mapear os indicadores e relacionar os resultados da variável, incidência, com os indicadores escolhidos.

### **3.1. Ferramentas e Ambiente de Processamento**

O processamento dos dados epidemiológicos e censitários foi executado em ambiente Python. Para a estruturação e consulta eficiente das séries temporais de grande volumes, foi utilizado o DuckDB como banco de dados. A espacialização geográfica, elaboração de mapas temáticos e estruturação das camadas em formato vetorial GeoJSON foram conduzidas no software QGIS.

### **3.2. Indicadores**

Os indicadores usados neste trabalho são: densidade populacional, urbanização, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo.

### 3.3. Dados

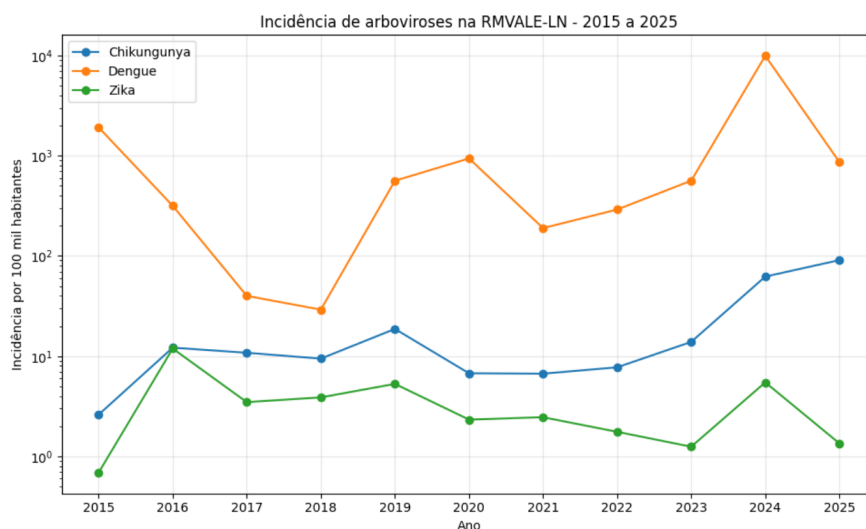
Todos os dados passaram por um tratamento de padronização para facilitar a manipulação. Os dados das arboviroses foram extraídos do SINAN do período de 2015 à 2025. Foi calculado a taxa de incidência geral da dengue, chikungunya e zika para que fosse escolhido um período a ser estudado.

A Figura 1 é um gráfico que mostra a evolução das arboviroses ao longo dos anos, e o período escolhido foram os anos de 2018 à 2022 pelo comportamento parecido entre a dengue, chikungunya e zika, não havendo nenhum ano atípico entre elas. Foi usada a escala logarítmica para que fosse possível visualizar a evolução das arboviroses em conjunto, sem ocorrer interferência por conta de valores atípicos das doenças.

Com a escolha do período, foi calculado para cada município da RMVALE-LN a taxa de incidência para dengue, chikungunya e zika. A fórmula usada para calcular a taxa de incidência para cada município foi:

$$Taxa\ de\ incidência = \left( \frac{Novos\ casos}{População\ residente} \right) \times Base$$

A base usada foi a de 100 mil habitantes e foi usado a população estimada do IBGE.



**Figura 1: gráfico da taxa de incidência geral das arboviroses na RMVALE-LN**

Para facilitar o mapeamento, as tabelas criadas no banco de dados acompanhavam a geometria de cada município que foram extraídas do arquivo do tipo *shape* do IBGE do ano de 2025. As tabelas do banco de dados acompanhavam os nomes dos municípios da RMVALE-LN padronizado com a shape do IBGE, a taxa de incidência respectiva para cada arbovirose e a geometria do município.

Essas tabelas eram convertidas para o tipo GeoJSON para que fosse mais prático mapear no QGIS a taxa de incidência para dengue, chikungunya e zika para os anos de 2018 a 2022.

A densidade populacional foi calculada usando a população estimada do IBGE para os anos de 2018 a 2021, e 2022 foi usado o Censo Demográfico. A área de cada município também foi extraída do IBGE. Com isso, a densidade populacional foi calculada da seguinte forma:

$$\text{Densidade populacional} = \frac{\text{População estimada}}{\text{Área do mun. por km}^2}$$

Depois foi criado um arquivo do tipo *xlsx* e foi transformado no tipo GeoJSON para facilitar o mapeamento.

Os dados de urbanização, também extraídos do IBGE, são dos anos de 2019 e 2022. Continham informações sobre a *área por km²* que era urbanizada de cada município da RMVALE-LN. Foi feita a junção da geometria para que os arquivos fossem transformados no tipo GeoJSON para o mapeamento.

Os dados sobre abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo foram extraídos do Censo Demográfico de 2022, e foram calculados da seguinte forma, respectivamente:

$$\text{Percentual de água vulnerável} = \left( \frac{\text{Sem água canalizada}}{\text{Total de domicílios}} \right) \times 100$$

$$\text{Percentual de esgoto precário} = \left( \frac{\text{Vala+Fossa séptica+Rudimentar+Rio+Outras formas+Sem banheiro}}{\text{Total de domicílios}} \right) \times 100$$

$$\text{Percentual de coleta de lixo inadequada} = \left( \frac{\text{Total} - (\text{Coletado} + \text{Depositado})}{\text{Total de domicílios}} \right) \times 100$$

Após o cálculo, eram criados arquivos do tipo *xlsx* e depois transformados em GeoJSON para o mapeamento.

#### 4. Resultados

Os resultados deste trabalho foram obtidos através do mapeamento da variável, taxa de incidência da dengue, chikungunya e zika, e dos indicadores, urbanização, densidade demográfica, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo.

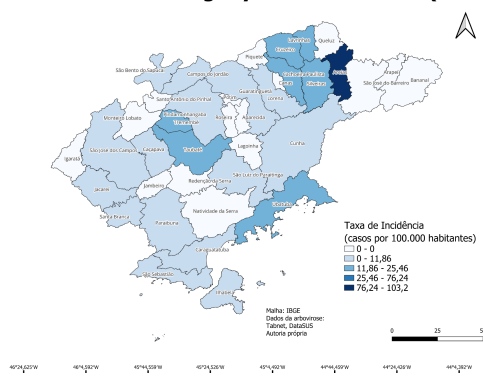
A Figura 2 é um conjunto de mapas referentes à arbovirose Chikungunya na RMVALE-LN. Ela é dividida em 5 partes: A) é sobre o ano de 2018; B) é sobre o ano de 2019; C) é sobre o ano 2020; D) é sobre o ano de 2021 e E) é sobre o ano de 2022. É a evolução espaço-temporal da doença, e é usada a taxa de incidência para a espacialização.

Ao longo do período a chikungunya teve um avanço significativo na região. Em 2018 grande parte dos municípios obtiveram uma taxa de incidência baixa, em torno de 12 casos a

cada 100 mil habitantes. O município de Areias ganha destaque neste ano, ultrapassando os 100 casos a cada 100 mil habitantes. Já em 2019, há mais municípios com taxa de incidência acima de zero, como São José dos Campos, Ubatuba e Bananal, com quase 56 casos a cada 100 mil habitantes.

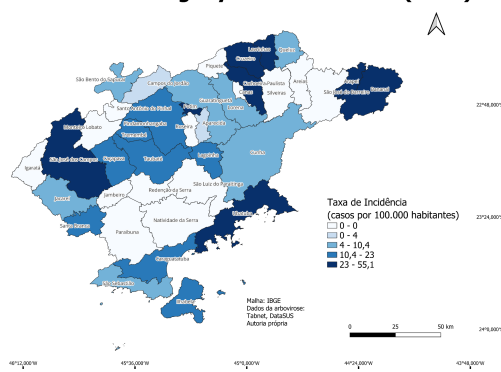
Em 2020 e 2021, a maioria dos municípios possuíam uma taxa parecida. Municípios como São José dos Campos, Ubatuba e Bananal, que tiveram altas no ano anterior, neste tiveram, em 2020, uma baixa na taxa de incidência, e em 2021 apenas São José dos Campos teve a taxa aumentada entre 6 à 11 casos a cada 100 mil habitantes em 2020 para 7 à 27 casos em 2021. E em 2022 é possível perceber uma alta na taxa de incidência. Grande parte dos municípios da RMVALE-LN obtiveram cerca de 15 à 84 casos a cada 100 mil habitantes. O litoral norte ganha destaque por sempre ter casos ao longo do período analisado.

**Incidência de Chikungunya na RMVALE-LN (2018)**



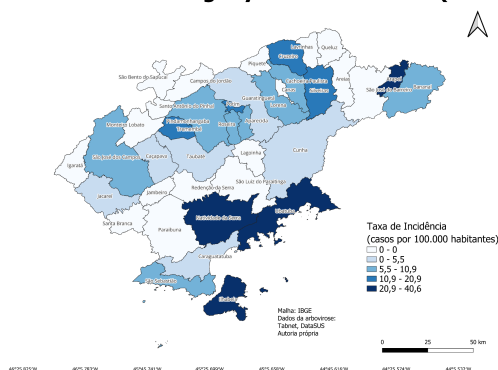
**A) 2018**

**Incidência de Chikungunya na RMVALE-LN (2019)**



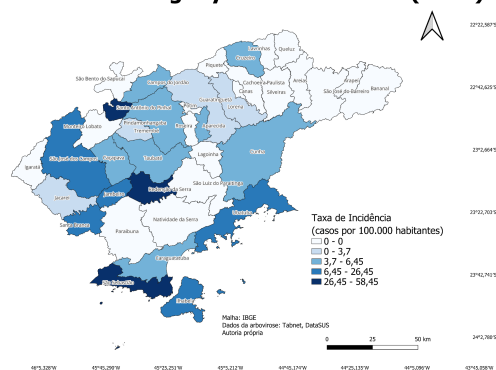
**B) 2019**

**Incidência de Chikungunya na RMVALE-LN (2020)**



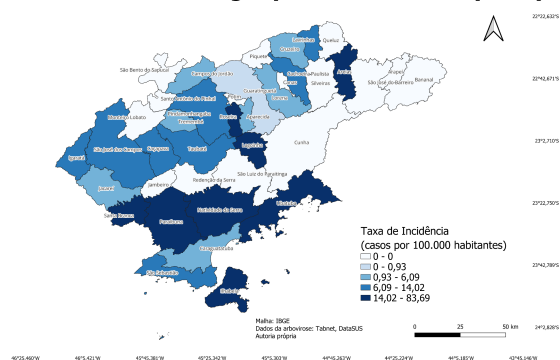
**C) 2020**

**Incidência de Chikungunya na RMVALE-LN (2021)**



**D) 2021**

### Incidência de Chikungunya na RMVALE-LN (2022)



E) 2022

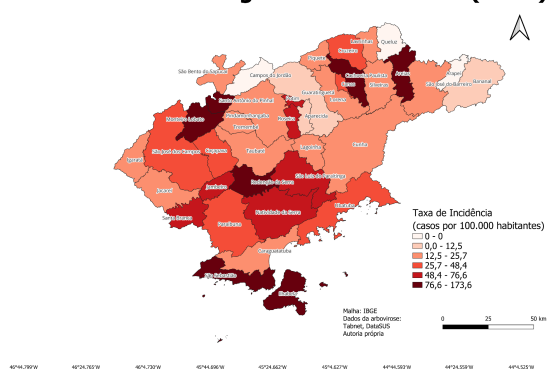
**Figura 2: Conjunto de mapas sobre a evolução da Chikungunya na RMVALE-LN no período de 2018 à 2022 com base na taxa de incidência**

A Figura 3 é um conjunto de mapas referentes à arbovirose Dengue na RMVALE-LN. Ela é dividida em 5 partes: A) é sobre o ano de 2018; B) é sobre o ano de 2019; C) é sobre o ano de 2020; D) é sobre o ano de 2021 e E) é sobre o ano de 2022.

O ano de 2018 foi um dos anos do período em que grande parte dos municípios tiveram a taxa de incidência acima de zero. Apenas três, dos 39, obtiveram a taxa zerada.

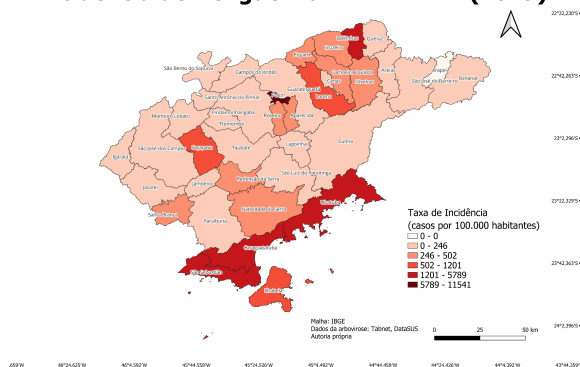
Ao longo dos próximos anos, é possível observar que poucos municípios obtiveram taxas zeradas. O Litoral Norte ganha destaque, ao longo dos anos, sendo a região que possui as maiores taxas da RMVALE-LN. Dando destaque ao município de Ilhabela, que em todos os anos obteve valores muito próximos à taxa máxima do ano.

### Incidência de Dengue na RMVALE-LN (2018)

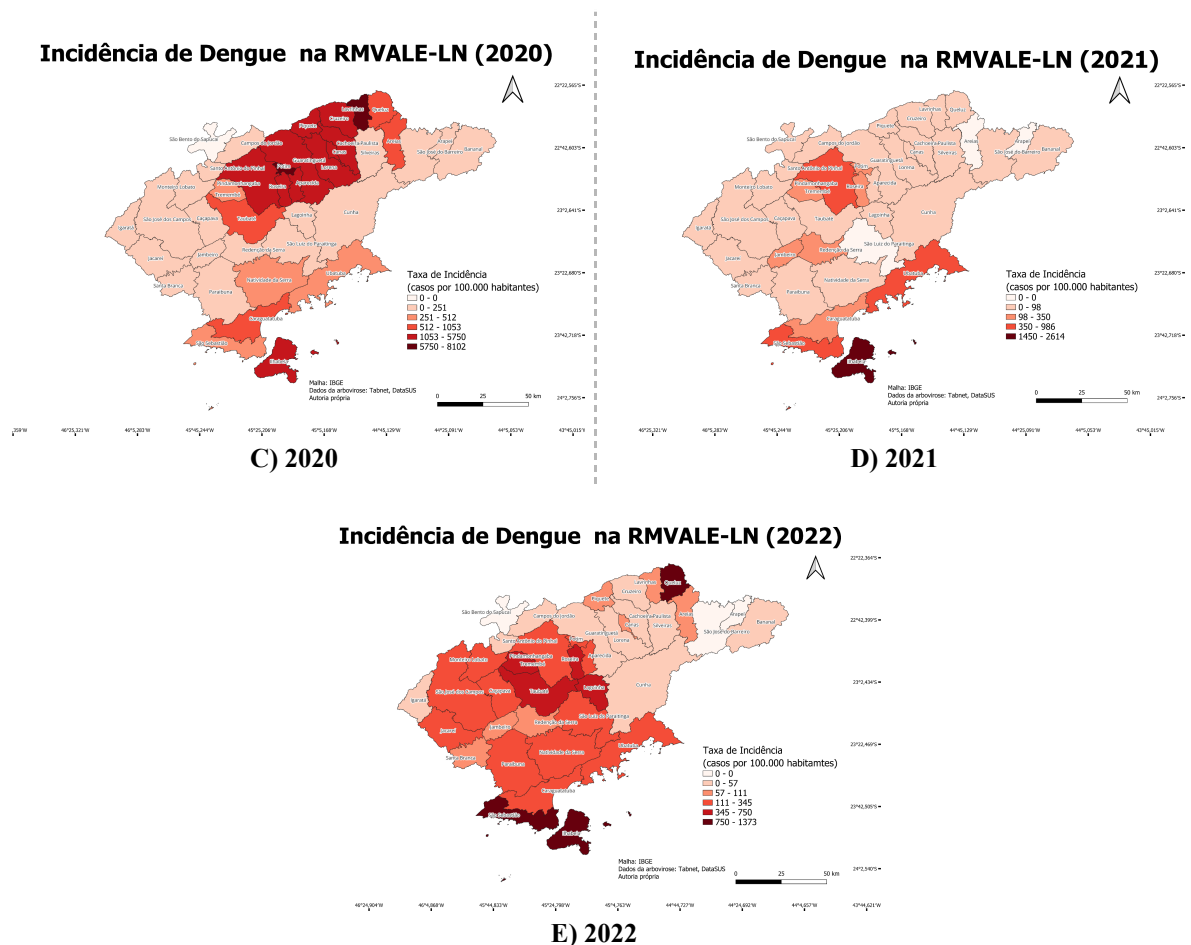


A) 2018

### Incidência de Dengue na RMVALE-LN (2019)



B) 2019

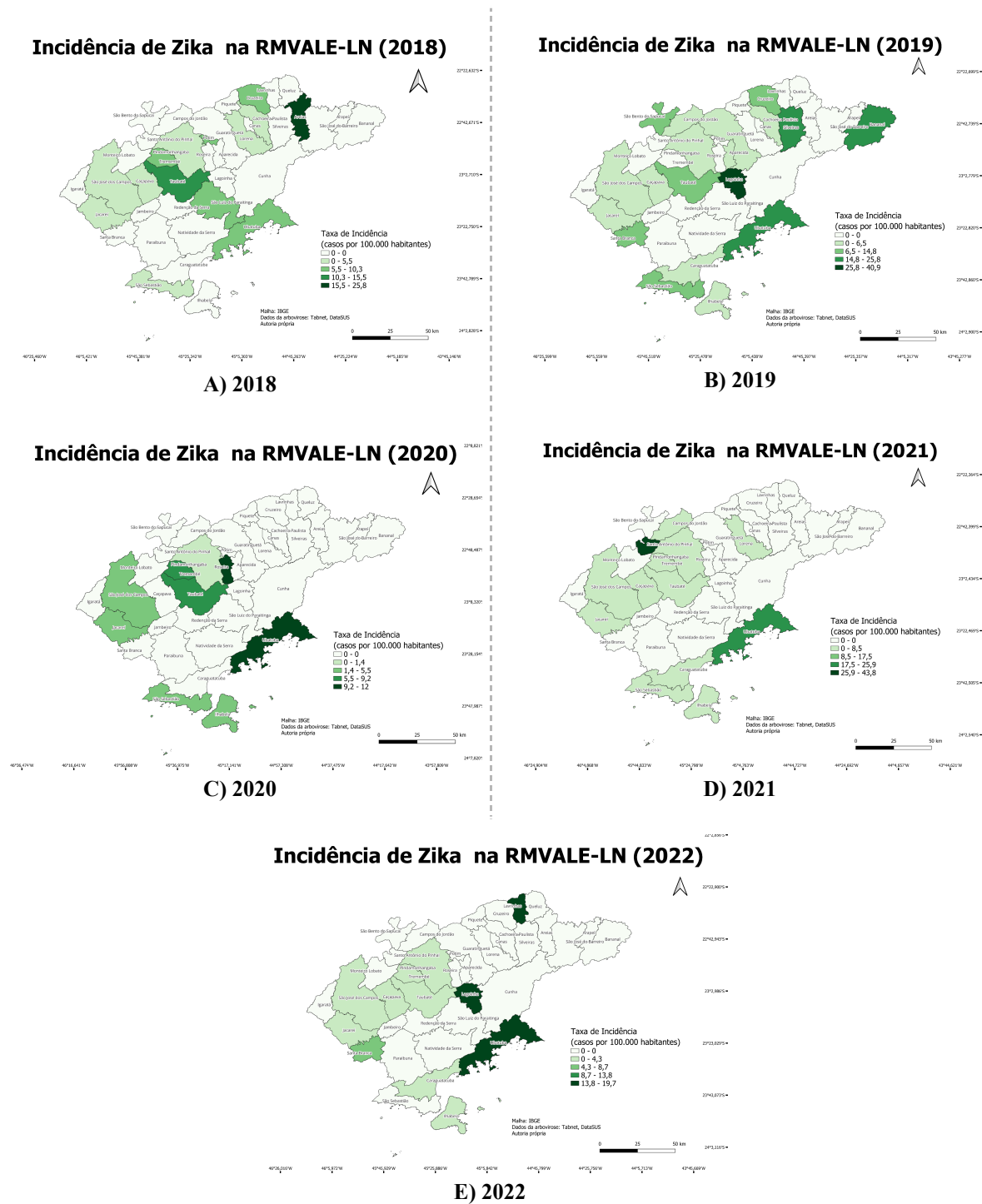


**Figura 3: Conjunto de mapas sobre a evolução da Dengue na RMVALE-LN no período de 2018 à 2022 com base na taxa de incidência**

A Figura 4 é um conjunto de mapas referentes à arbovirose Zika na RMVALE-LN. Ela é dividida em 5 partes: A) é sobre o ano de 2018; B) é sobre o ano de 2019; C) é sobre o ano de 2020; D) é sobre o ano de 2021 e E) é sobre o ano de 2022.

A zika segue um comportamento parecido da chikungunya. Grande parte dos municípios da RMVALE-LN tiveram as taxas de incidência muito próximas à zero.

Percebe-se, novamente, que o Litoral Norte ganha destaque, obtendo valores das taxas dos municípios próximas aos valores máximos em cada ano. Por exemplo, a cidade de Ubatuba que em todos os anos do período, sempre teve a taxa acima da média, quase chegando ao valor máximo da taxa de incidência daquele ano.



**Figura 4: Conjunto de mapas sobre a evolução da Zika na RMVALE-LN no período de 2018 à 2022 com base na taxa de incidência**

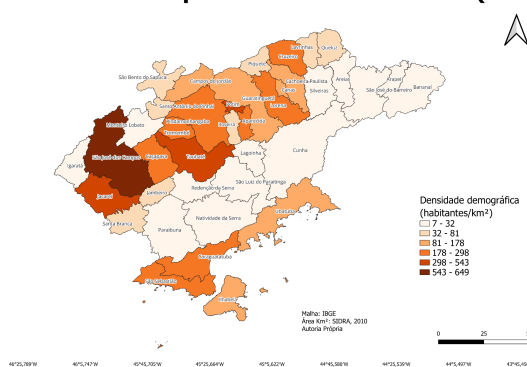
A Figura 5 é um conjunto de mapas referentes à densidade populacional na RMVALE-LN. Ela é dividida em 5 partes: A) é sobre o ano de 2018; B) é sobre o ano de 2019; C) é sobre o ano de 2020; D) é sobre o ano de 2021 e E) é sobre o ano de 2022. É a evolução espaço-temporal da densidade populacional.

A primeira coisa que se pode notar, referente a densidade populacional na RMVALE-LN, é que a densidade permanece constante ao longo do tempo. Nenhum dos 39 municípios obteve um salto muito discrepante nesses anos.

É possível perceber que, se acontece alguma mudança em algum município, a mudança é suave. Por exemplo, o município de Igaratá, até 2021, tinha em torno de 7 à 33 habitantes por quilômetro quadrado. Já em 2022 houve uma mudança perceptível, obtendo 22 à 83 habitantes por quilômetro quadrado.

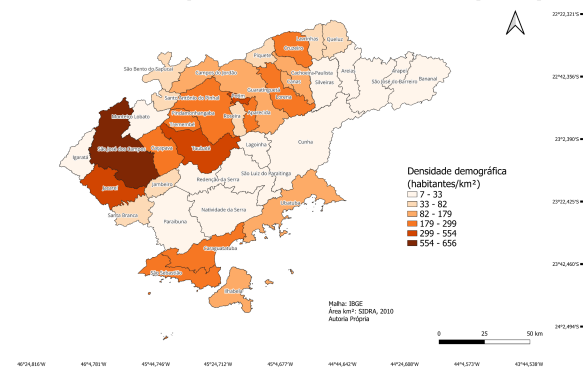
E de modo geral, a RMVALE-LN aumenta sua densidade populacional gradualmente a cada ano. Em 2018 tinha até 649 habitantes por quilômetro quadrado, e em 2022 esse número foi para 660 habitantes por quilômetro quadrado.

**Densidade Populacional na RMVALE-LN (2018)**



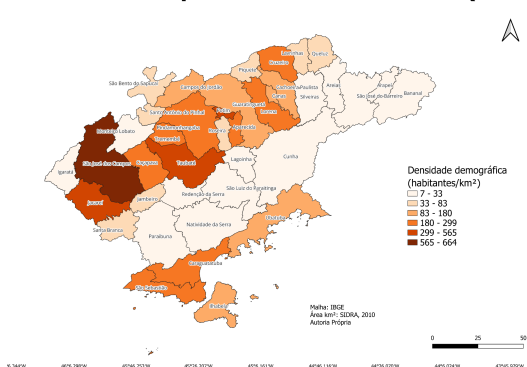
**A) 2018**

**Densidade Populacional na RMVALE-LN (2019)**



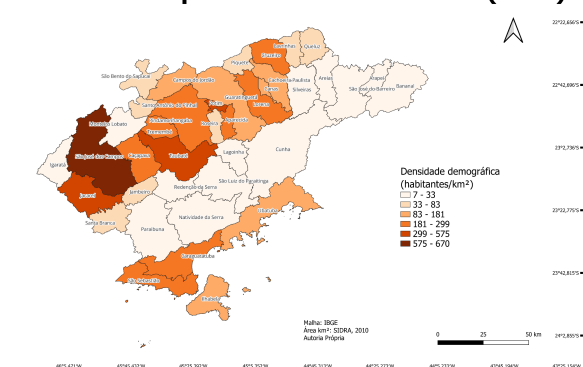
**B) 2019**

**Densidade Populacional na RMVALE-LN (2020)**



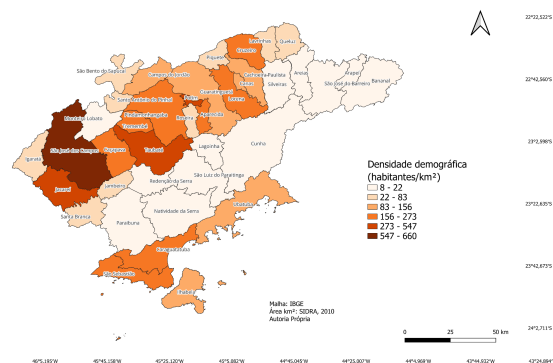
**C) 2020**

**Densidade Populacional na RMVALE-LN (2021)**



**D) 2021**

### Densidade Populacional na RMVALE-LN (2022)



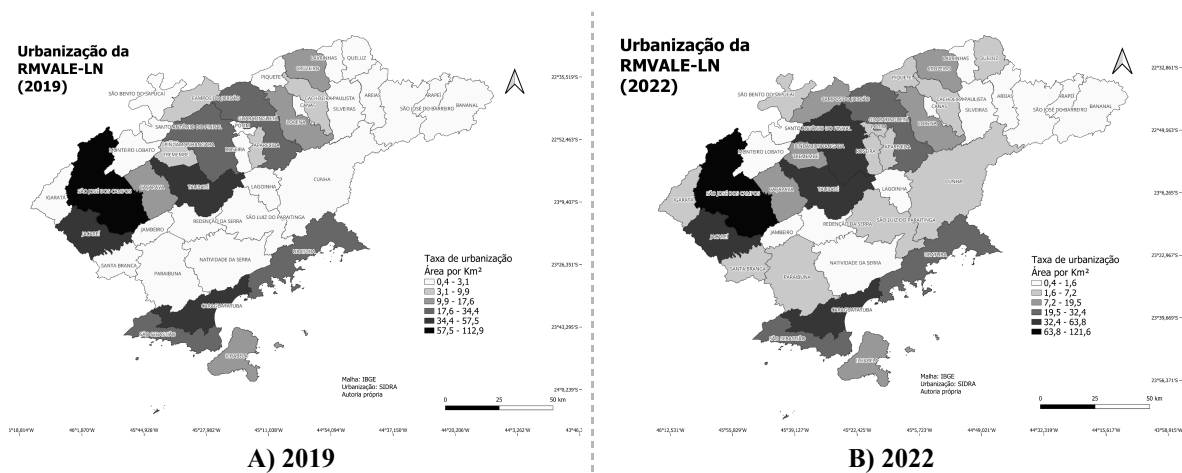
E) 2022

**Figura 5: Conjunto de mapas sobre a evolução da Densidade Populacional na RMVALE-LN no período de 2018 à 2022**

A Figura 6 é um conjunto de mapas referentes à urbanização na RMVALE-LN. É dividido em duas partes: A) é sobre o ano de 2019 e B) é sobre o ano de 2022.

A urbanização acompanha o mesmo ritmo desacelerado como a densidade populacional, mas como se trata de investimentos nos municípios, a mudança é vista de forma mais rápida. Por exemplo, o município de Igaratá que teve uma densidade populacional maior apenas em 2022, levando quase o período de estudo inteiro para haver alguma mudança, com relação a urbanização, levou apenas dois anos para que o município ficasse mais urbanizado saindo de 0,4 à 3,1 área/km² que era urbanizada, para 1,6 à 7,2 área/km².

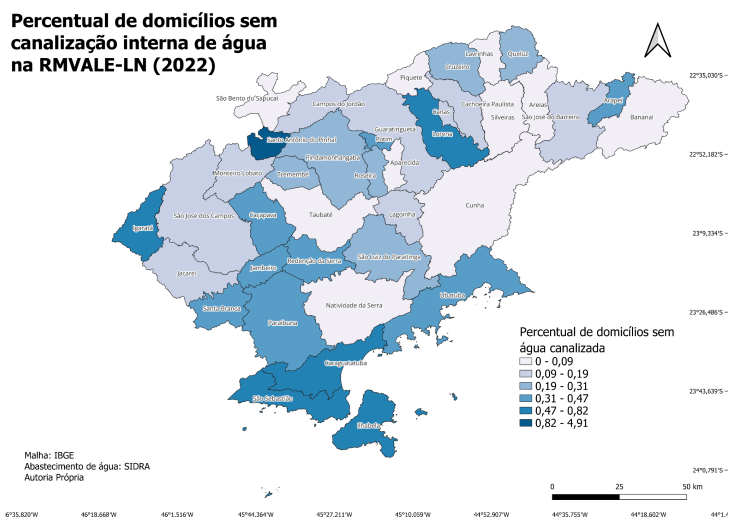
É interessante ressaltar que os municípios com as cores mais fortes são cortados pela BR-116, como o município de São José dos Campos e Taubaté, o que facilita a integração entre os municípios. Já o litoral encontra-se com alta urbanização, pois além de ser uma região turística, os municípios são cortados pela BR-101 que liga grande parte do litoral brasileiro.



**Figura 6: Conjunto de mapas sobre a evolução da Urbanização na RMVALE-LN nos anos de 2019 e 2022**

A Figura 7 é um mapa sobre a porcentagem de domicílios que não possuem abastecimento de água convencional em 2022, ou seja, são moradores dos domicílios que armazenam água de forma inadequada que pode ser foco para o mosquito transmissor das arboviroses.

Grande parte dos municípios da RMVALE-LN sofrem com a falta de abastecimento adequado, e a maioria desses municípios estão localizados no Litoral Norte. Vale ressaltar que a porcentagem de domicílios sem canalização de água não ultrapassa os 4,91% na RMVALE-LN.



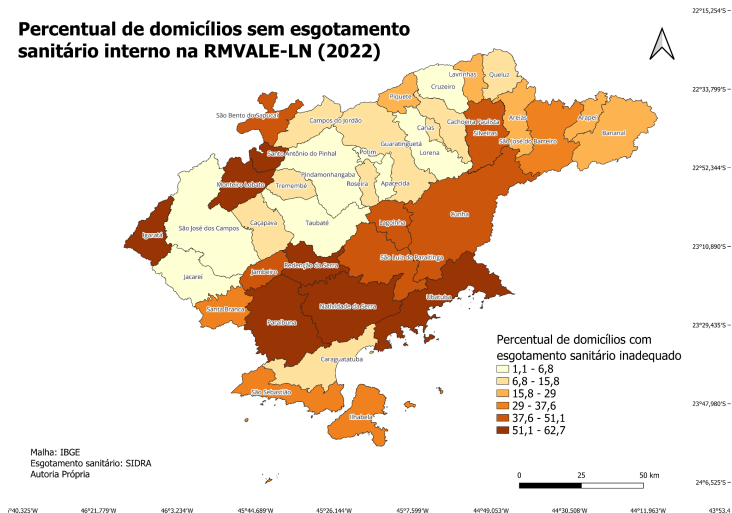
**Figura 7: Mapa do percentual de domicílios sem canalização interna de água em 2022**

A Figura 8 é um mapa sobre a porcentagem de domicílios que possuem esgotamento precário na RMVALE-LN.

O percentual de domicílios sem esgotamento sanitário interno é um dos indicadores que possuem valores muito altos. Isso é preocupante, pois mostra a vulnerabilidade que os

habitantes residentes desses municípios sofrem no dia a dia. Os municípios que são cortados pela BR-116, são os que possuem os menores valores das porcentagens, não ultrapassando os 15,8%.

A maioria dos municípios com os maiores valores percentuais são os que ficam na região ou próximos ao Litoral Norte. Há alguns municípios, afastados dessa região, que possuem valores altos como Igaratá, Monteiro Lobato e Santo Antônio do Pinhal. Grande parte desses municípios possuem uma urbanização e densidade populacional baixa, como mostrado anteriormente, e isso mostra o reflexo no investimento para o tratamento de esgoto e entre outros recursos básicos para a população residente.

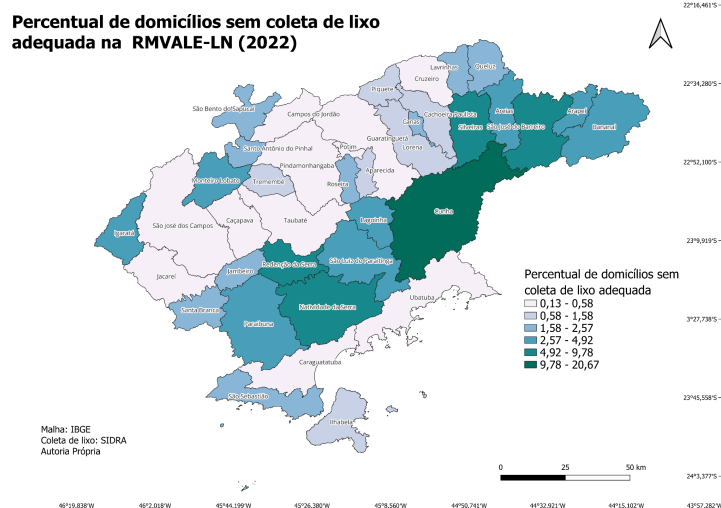


**Figura 8: Mapa do percentual de domicílios sem esgotamento sanitário interno em 2022**

A Figura 9 é um mapa sobre o percentual de domicílios na RMVALE-LN que não possuem coleta de lixo.

Além das arboviroses, há outras doenças que podem atingir a população residente desses municípios com a falta de coleta de lixo adequada, como a leptospirose, peste bubônica, contaminação de água, etc. É um indicador muito importante que ajuda a compreender a desigualdade social que alguns municípios enfrentam.

Os percentuais são baixos, não ultrapassando os 20,67% ao todo da RMVALE-LN. A maioria dos municípios que possuem um percentual alto, possuem grande extensão territorial como Cunha e Natividade da Serra. Comparando os indicadores de abastecimento, esgotamento e coleta de lixo, é possível perceber que varia muito os valores para cada tipo de serviço fornecido aos municípios.



**Figura 9: Mapa do percentual de domicílios sem coleta de lixo adequada em 2022**

Com esses resultados, pode-se comparar os valores observando se a variável, taxa de incidência, obteve esses resultados por influência dos indicadores. A Tabela 1 traz esse comparativo dos resultados.

O ano de 2022 é o ano, dentro do período, que possui todos os indicadores completos. Para melhor comparação dos resultados, a tabela abaixo traz o comparativo deste ano. Foram destacados os cinco municípios da RMVALE-LN que representam os diferentes perfis que essa região possui.

Realizar uma análise cruzada dos indicadores socioambientais com a taxa de incidência das arboviroses ajuda a compreender melhor os resultados obtidos, e é visível as diferenças das dinâmicas territoriais que os municípios possuem e que influencia o valor alto ou não da taxa de incidência de chikungunya, dengue e zika.

A variação que os municípios apresentam das taxas de incidência, não responde de forma isolada apenas à densidade populacional, mas sim à combinação entre a infraestrutura sanitária e pressão turística local. Para evidenciar essa informação, abaixo estão os cinco municípios representativos da RMVALE-LN:

- Ilhabela: é o cenário epidemiológico mais crítico do ano de 2022. Lidera a taxa de incidência de chikungunya com quase 84 casos a cada 100 mil habitantes e com mais de 1370 casos de dengue a cada 100 mil habitantes. Possui uma densidade populacional intermediária, com 110 habitantes a cada quilômetro quadrado. Tem um percentual de 0,62% de domicílios sem água canalizada, 37,56% dos domicílios não possuem esgotamento sanitário interno. Esse tipo de déficit de serviços públicos, junto com a alta população turística no município, sobrecarrega e favorece a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*;

- São José dos Campos: é um grande oposto quanto à urbanização. Possui a maior densidade populacional, com quase 660 habitantes por quilômetro quadrado e detém o maior número de urbanização da RMVALE-LN. Possui ótimos valores de saneamento, com 0,14% dos domicílios sem canalização de água, 4,14% sem esgotamento sanitário interno e 0,25% de domicílios sem a coleta adequada de lixo. Com uma boa infraestrutura, as taxas de incidência das arboviroses estão em níveis moderados. A taxa de chikungunya é em torno de 7 casos a cada 100 mil habitantes, a taxa de dengue chega a quase 234 casos a cada 100 mil habitantes e a taxa de zika é quase 2 casos a cada 100 mil habitantes;
- Ubatuba: reforça o padrão crítico que o Litoral Norte sofre. É o segundo maior município com a maior taxa de incidência de chikungunya, com quase 33 casos a cada 100 mil habitantes, e a maior taxa de zika com 15 casos a cada 100 mil habitantes. Além disso, sofre com os altos percentuais de saneamento básico com 0,47% de domicílios sem canalização de água e 62,17% de domicílios sem esgotamento sanitário interno. Isso enfatiza a fragilidade nas zonas costeiras turísticas que acaba por impulsionar a circulação das arboviroses;
- Areias: é um dos municípios da RMVALE-LN mais antigos. Mesmo tendo uma densidade populacional baixa com quase 12 habitantes por quilômetro quadrado e uma baixa urbanização com 0,71 da extensão urbanizada a cada quilômetro quadrado, o município registrou uma alta taxa de incidência de chikungunya com quase 28 casos a cada 100 mil habitantes, e uma alta taxa de dengue com quase 111 casos a cada 100 mil habitantes. Possui 29% dos domicílios sem esgotamento sanitário interno e 4,71% dos domicílios não possuem coleta de lixo adequada. Isso mostra que municípios com grandes áreas rurais ou porte pequeno podem desencadear surtos dessas arboviroses independentemente do tamanho da população;
- Cunha: é um contraponto de baixa transmissão na RMVALE-LN. Apresenta elevadas porcentagens de déficits nos serviços de saneamento básico com 42,16% dos domicílios sem esgotamento sanitário interno e 20,67% dos domicílios sem coleta de lixo adequada. Obteve taxa de incidência zerada para chikungunya e zika, e uma baixa incidência de dengue com quase 14 casos a cada 100 mil habitantes. Tem baixa densidade demográfica, com quase 16 habitantes por quilômetro quadrado e alta extensão rural.

| Municípios              | 2022                        |                        |                      |                                 |                      |                           |                           |                    |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|
|                         | Taxa incidência Chikungunya | Taxa incidência Dengue | Taxa incidência Zika | Densidade Populacional Hab./km² | Urbanização Área/km² | Abastecimento de água (%) | Esgotamento sanitário (%) | Coleta de lixo (%) |
| Aparecida               | 3,04                        | 170,07                 | 0                    | 271,9                           | 6,21                 | 0,06                      | 3,63                      | 1,43               |
| Arapeí                  | 0                           | 0                      | 0                    | 15,75                           | 0,41                 | 0,34                      | 27,46                     | 3,28               |
| Areias                  | 27,65                       | 110,62                 | 0                    | 11,85                           | 0,71                 | 0                         | 29                        | 4,71               |
| Bananal                 | 0                           | 41,28                  | 0                    | 15,73                           | 1,48                 | 0,05                      | 18,49                     | 3,72               |
| Cachoeira Paulista      | 6,17                        | 46,31                  | 0                    | 112,47                          | 19,5                 | 0,18                      | 11,08                     | 1,1                |
| Campos do Jordão        | 2,21                        | 11,07                  | 0                    | 155,51                          | 7,23                 | 0,19                      | 15,41                     | 0,35               |
| Canas                   | 0                           | 60,56                  | 0                    | 92,95                           | 14,84                | 0,13                      | 13,65                     | 2,1                |
| Caraguatatuba           | 6,04                        | 253,47                 | 3,02                 | 273,09                          | 1,33                 | 0,7                       | 15,63                     | 0,49               |
| Caçapava                | 7,25                        | 170,93                 | 3,11                 | 260,75                          | 40,57                | 0,43                      | 12,93                     | 0,5                |
| Cruzeiro                | 1,32                        | 30,43                  | 0                    | 247,28                          | 13,3                 | 0,22                      | 5,32                      | 0,5                |
| Cunha                   | 0                           | 13,56                  | 0                    | 15,72                           | 2,75                 | 0,09                      | 42,16                     | 20,67              |
| Guaratinguetá           | 0,86                        | 42,79                  | 0                    | 155,3                           | 32,43                | 0,11                      | 10,66                     | 0,58               |
| Igaratá                 | 8,54                        | 51,27                  | 0                    | 39,94                           | 2,43                 | 0,56                      | 60,14                     | 4,15               |
| Ilhabela                | 83,68                       | 1372,94                | 2,62                 | 110,04                          | 12,71                | 0,62                      | 37,56                     | 1                  |
| Jacareí                 | 3,18                        | 285,78                 | 0,79                 | 547,29                          | 43,16                | 0,17                      | 6,78                      | 0,27               |
| Jambeiro                | 0                           | 62,3                   | 0                    | 34,84                           | 0,77                 | 0,39                      | 51,07                     | 2,09               |
| Lagoinha                | 19,72                       | 374,68                 | 19,72                | 19,85                           | 0,81                 | 0,1                       | 42,09                     | 3,37               |
| Lavrinhas               | 13,78                       | 68,89                  | 13,78                | 43,44                           | 1,64                 | 0                         | 19,86                     | 2,47               |
| Lorena                  | 1,18                        | 29,42                  | 0                    | 205,09                          | 16,5                 | 0,82                      | 3,86                      | 1,15               |
| Monteiro Lobato         | 0                           | 121,15                 | 0                    | 12,38                           | 0,47                 | 0,19                      | 59,57                     | 3,57               |
| Natividade da Serra     | 14,36                       | 143,62                 | 0                    | 8,35                            | 1,37                 | 0                         | 57,33                     | 8,56               |
| Paraibuna               | 16,57                       | 138,07                 | 0                    | 22,37                           | 2,85                 | 0,35                      | 59,85                     | 4,92               |
| Pindamonhangaba         | 7,28                        | 226,15                 | 1,82                 | 225,97                          | 38                   | 0,23                      | 4,77                      | 0,41               |
| Piquete                 | 0                           | 71,45                  | 0                    | 71,57                           | 2,56                 | 0,04                      | 25,56                     | 1,58               |
| Potim                   | 0                           | 270,38                 | 0                    | 457,12                          | 2,33                 | 0,4                       | 1,13                      | 0,24               |
| Queluz                  | 0                           | 756,37                 | 0                    | 37,58                           | 2,29                 | 0,28                      | 15,76                     | 2                  |
| Redenção da Serra       | 0                           | 107,35                 | 0                    | 12,04                           | 0,69                 | 0,36                      | 62,68                     | 7,38               |
| Roseira                 | 18,54                       | 426,44                 | 0                    | 82,53                           | 3,43                 | 0,3                       | 12,21                     | 2,06               |
| Santa Branca            | 14,88                       | 89,28                  | 7,44                 | 48,82                           | 2,37                 | 0,39                      | 34,76                     | 1,86               |
| Santo Antônio do Pinhal | 0                           | 28,28                  | 0                    | 53,17                           | 1,09                 | 4,91                      | 59,75                     | 2,57               |
| Silveiras               | 0                           | 16,21                  | 0                    | 14,87                           | 2,16                 | 0,04                      | 47,4                      | 9,78               |
| São Bento do Sapucaí    | 0                           | 0                      | 0                    | 45,24                           | 0,73                 | 0,07                      | 46,77                     | 1,73               |
| São José do Barreiro    | 0                           | 0                      | 0                    | 7,55                            | 121,57               | 0,14                      | 37                        | 7,88               |
| São José dos Campos     | 7,17                        | 233,8                  | 1,52                 | 659,59                          | 1,99                 | 0,14                      | 4,14                      | 0,25               |
| São Luiz do Paraitinga  | 0                           | 117,87                 | 0                    | 16,49                           | 29,13                | 0,31                      | 46,65                     | 3,31               |
| São Sebastião           | 6,82                        | 1244,04                | 0                    | 219,63                          | 1,18                 | 0,72                      | 35,74                     | 1,66               |
| Taubaté                 | 6,09                        | 493,09                 | 0,64                 | 499,14                          | 63,78                | 0,07                      | 4,56                      | 0,13               |
| Tremembé                | 5,83                        | 604,01                 | 1,94                 | 269,01                          | 12,32                | 0,24                      | 9,02                      | 1,13               |
| Ubatuba                 | 32,86                       | 196,13                 | 15,4                 | 137                             | 31,93                | 0,47                      | 62,17                     | 0,49               |

**Tabela 1: Comparativos dos resultados obtidos no ano de 2022**

## 5. Conclusões

A falta de planejamento urbano, desigualdade social e investimento precário em serviços públicos contribuem para o aumento das arboviroses. Na RMVALE-LN, os municípios possuem características muito distintas entre si, onde é possível observar uma heterogeneidade alta entre os municípios e as sub-regiões.

É interessante observar que, em alguns municípios, a precarização dos indicadores socioambientais usados nesta análise, por si só, não contribuem de forma forte nas altas taxas de incidência. É preciso utilizar outros indicadores socioambientais para compreender as diferenças entre os municípios.

## 6. Trabalhos futuros

Como trabalho futuro, o uso de outros indicadores como escolaridade, temperatura, precipitação e infraestrutura ajudariam a compreender melhor a influência deles para os resultados da taxa de incidência das arboviroses.

Utilizar o método multivariado, como a clusterização que realizaria uma análise simultânea de como as variáveis possuem relação entre si, diminui a complexidade da análise e ajuda na identificação de padrões. Além disso, melhorar o código para a reprodutibilidade e melhorar os mapas baseado na cartografia temática.

E para melhorar as análises no período estudado, extrair arquivos sobre canalização de água, esgotamento sanitário interno e coleta de lixo parecidos com as informações obtidas no Censo de 2022.

## 7. Referências

AGEMVALE. Divisão Sub-regional. Disponível em: [https://www.agemvale.sp.gov.br/habit\\_ag\\_vale\\_paraiba/a-rmvale-ln/divisao-sub-regional](https://www.agemvale.sp.gov.br/habit_ag_vale_paraiba/a-rmvale-ln/divisao-sub-regional).

Acesso em: 28 ago. 2026.

BIN, Daniela. Por que Python é a linguagem favorita dos cientistas de dados?. Disponível em:

<https://mbauspesalq.com/blog/por-que-python-e-a-linguagem-favorita-dos-cientistas-de-dados>. Acesso em: 8 set. 2026.

BIT. Ministério dos Transportes: Rodovias. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/dados-de-transportes/bit/bit-mapas>. Acesso em: 28 ago. 2026.

CLUBE DO GIS. O que é: Formato GeoJSON. Disponível em: <https://clubedogis.com.br/glossario/o-que-e-formato-geojson/>. Acesso em: 8 set. 2026.

DATASUS. Doenças e Agravos de Notificação - 2007 em diante (SINAN). Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/doencas-e-agravos-de-notificacao-de-2007-em-diante-sinan/>. Acesso em: 13 ago. 2026.

FIOCRUZ. Incidência. Disponível em: <https://fiocruz.br/glossario/incidencia>. Acesso em: 13 ago. 2026.

IBGE. Áreas Urbanizadas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html>. Acesso em: 13 ago. 2026.

IBGE. Censo demográfico 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 13 ago. 2026.

IBGE. Estimativas da população. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=17283>. Acesso em: 13 ago. 2026.

LIMA-CAMARA, T. N. Dengue is a product of the environment: an approach to the impacts of the environment on the Aedes aegypti mosquito and disease cases. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 27, p. e240048, 2024. Acesso em: 8 set. 2026.

MEDEIROS, Anderson. 5 Razões para Começar a Usar o QGIS. Disponível em: <https://clickgeo.com.br/cinco-razoes-para-usar-o-qgis/>. Acesso em: 8 set. 2026.

MERCHAN-HAMANN, Edgar; TAUIL, Pedro Luiz; COSTA, Marisa Pacini. Terminologia das medidas e indicadores em epidemiologia: subsídios para uma possível padronização da nomenclatura. Informe Epidemiológico do SUS, Brasília, v. 9, n. 4, p. 276-284, dez. 2000. DOI: 10.5123/S0104-16732000000400006. Disponível em: [http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-16732000000400006&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16732000000400006&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 8 set. 2026.

MOTHERDUCK. What Is DuckDB? Introduction, Use Cases & Architecture | DuckDB in Action. Disponível em: <https://motherduck.com/duckdb-book-summary-chapter1/>. Acesso em: 8 set. 2026.

MULTICAUSALIDADE da dengue no Litoral Norte Paulista: olhando o território e ouvindo quem nele mora. Terr@ Plural, [S. l.], v. 16, p. 1–15, 2022. DOI: 10.5212/TerraPlural.v.16.2219427.034. Acesso em: 13 ago. 2026.

SIDRA. Censo Demográfico 2022: Tabela 6804 - Domicílios particulares permanentes ocupados, por existência de canalização de água e principal forma de abastecimento de água. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6804>. Acesso em: 20 ago. 2026.

SIDRA. Censo Demográfico 2022: Tabela 6805 - Domicílios particulares permanentes ocupados, por tipo de esgotamento sanitário. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6805>. Acesso em: 20 ago. 2026.

SIDRA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017: Abastecimento de água. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/pnsb-2017#Abastecimento%20de%20%C3%81gua>. Acesso em: 20 ago. 2026.