

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SANTOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SAÚDE COLETIVA

KAREN HELENA DA SILVA OLIVEIRA DE MELO

EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA INCIDÊNCIA DE DENGUE NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA

SANTOS - SP

2026

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SAÚDE COLETIVA

KAREN HELENA DA SILVA OLIVEIRA DE MELO

EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA INCIDÊNCIA DE DENGUE NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos, como requisito para obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva.

Área de Concentração: Saúde, Ambiente e Mudanças Sociais.

Linha de pesquisa: Epidemiologia Ambiental.
Orientador: Prof.º Dr. Alfésio Luís Ferreira Braga.

SANTOS - SP
2026

[Dados Internacionais de Catalogação]
Departamento de Bibliotecas da Universidade Católica de Santos
Viviane Santos da Silva - CRB 8/6746

M528e Melo, Karen Helena da Silva Oliveira de
Efeitos das mudanças climáticas na incidência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista/ Karen Helena da Silva Oliveira de Melo; orientador Alfésio Luís Ferreira Braga -- 2026.
87 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Católica de Santos, Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Saúde Coletiva, 2026.
Inclui bibliografia

1. Mudanças Climáticas. 2. Dengue. 3. Aedes aegypti. 4. Poluição do Ar. I. Braga, Alfésio Luís Ferreira. II. Título.

CDU: Ed. 1997 - 614(043.3)

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM SAÚDE COLETIVA

EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA INCIDÊNCIA DE DENGUE NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dr. Alfésio Luís Ferreira Braga Orientador
Membro Nato - UNISANTOS

Prof.ª ª. Dra. Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona
Membro Titular - UNISANTOS

Prof. º. Dr. Luiz Henrique Gagliani
Membro Titular - UNILUS

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, ao Senhor Jesus, por me conceder a vida, por me sustentar em todos os momentos e por nunca me desamparar. Toda honra e toda glória sejam dadas a Ti, Senhor. Foi Sua presença que me fortaleceu ao longo desta caminhada e me permitiu chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alfésio Luís Ferreira Braga, expresso meu mais profundo respeito e admiração. Sinto-me privilegiada por ter recebido seus ensinamentos e pela oportunidade de conviver com um profissional tão dedicado, competente e inspirador. Minha eterna gratidão por sua orientação, confiança e generosidade ao compartilhar seu conhecimento.

Ao meu marido, Caio, minha base mais sólida, minha fortaleza e meu maior incentivador, agradeço por caminhar ao meu lado em todos os momentos, por compreender minhas ausências, apoiar meus sonhos e acreditar em mim, mesmo quando eu duvidava das minhas próprias forças.

Aos meus filhos, Bento, Théo e Frederico, maior razão da minha vida, agradeço por serem a luz que ilumina meu caminho e a força que me impulsiona diariamente a ser uma pessoa melhor. Tudo o que faço é, e sempre será, por vocês.

À minha irmã e parceira de vida, Katharine, por estar sempre ao meu lado, oferecendo amor, amizade, apoio incondicional e incentivo em todos os momentos. Sou imensamente feliz por poder compartilhar a vida com você.

Aos meus pais, Klébio e Márcia, por me derem a vida, pelo amor incondicional, pelos valores que me ensinaram e por acreditarem em mim desde o início da minha trajetória.

Ao meu padrinho Kivyo e à minha querida tia Viviane, por estarem sempre presentes em minha vida, oferecendo carinho, incentivo e cuidado.

Aos meus sogros Vera e Paulo, por todas as orações, pelo apoio constante, pelo carinho e por sempre torcerem pelas minhas conquistas.

À minha cunhada Renata, pelo carinho, incentivo e apoio ao longo desta caminhada.

Aos amigos que a vida me presenteou e àqueles que tive a felicidade de conhecer durante o mestrado, meu sincero agradecimento pelos momentos compartilhados, pela amizade e pelo apoio. Em especial, à Andreia, à Laura, ao Túlio,

e ao Barroca, pela parceria, pelas risadas e por tornarem essa jornada mais leve e significativa.

À minha amiga e colega de trabalho Dionize, cuja amizade, carinho e ensinamentos marcaram profundamente minha trajetória profissional e acadêmica, minha eterna gratidão.

À banca examinadora, composta pela Prof.ª Dr.ª Ysabely de Aguiar Pontes Pamplona e pelo Prof. Dr. Luiz Henrique Gagliani, agradeço pela disponibilidade, pelas valiosas contribuições e pelo tempo dedicado à avaliação deste trabalho.

Aos professores que fizeram parte da minha formação no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Saúde Coletiva, bem como à coordenação e a todos os colaboradores do programa, registro minha sincera gratidão pelos ensinamentos, pelo acolhimento e pelo apoio durante todo o percurso acadêmico.

Por fim, agradeço a Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), pela oportunidade de realização deste mestrado e por proporcionar um ambiente de aprendizado, crescimento acadêmico e desenvolvimento científico. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio concedido ao desenvolvimento desta pesquisa, contribuindo para a realização deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação, meu mais sincero agradecimento. Esta conquista representa o resultado de uma caminhada construída com apoio, incentivo, generosidade e amor. Compartilho este momento com cada pessoa que esteve ao meu lado e tornou este sonho possível.

"O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Processo nº 132321/2024-6."

“A gratidão transforma tudo o que temos em suficiente.”

(Melody Beattie)

RESUMO

Introdução: As mudanças climáticas vêm se intensificando nas últimas décadas, influenciando diretamente o ambiente, a dinâmica ecológica e a saúde pública. Entre os impactos mais significativos, destaca-se a ampliação da incidência de doenças transmitidas por vetores, como a dengue, que representa um importante desafio para o Sistema Único de Saúde. A Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), localizada no litoral do estado de São Paulo, apresenta características socioambientais que favorecem a proliferação do Aedes aegypti, vetor responsável pela transmissão do vírus da dengue. Essa região possui elevada densidade populacional, urbanização acelerada e problemas estruturais, como saneamento precário e ocupações irregulares, fatores que, associados às condições climáticas, potencializam a ocorrência de epidemias. **Objetivo:** Analisar a relação entre as mudanças climáticas e a incidência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista no período de 2015 a 2024, considerando as variáveis temperatura média do ar, umidade relativa do ar e material particulado (MP_{10}). **Método:** Trata-se de um estudo ecológico de série temporal, com dados secundários provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN/DATASUS) e dados meteorológicos e ambientais disponibilizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Foram calculadas as taxas de incidência por município e por ano. A análise descritiva foi realizada no software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), e a associação entre as variáveis climáticas e ambientais e a ocorrência de dengue foi avaliada por meio de Modelos Aditivos Generalizados (GAM) com regressão de Poisson, considerando defasagens (lags) de zero a seis dias. **Resultados:** Observou-se aumento da incidência de dengue ao longo do período analisado, com maior ocorrência nos anos epidêmicos e distribuição heterogênea entre os municípios da RMBS. Predominaram casos em indivíduos classificados como brancos e pardos e entre pessoas com ensino médio, enquanto, entre as gestantes, verificou-se maior frequência de notificações no segundo trimestre gestacional. A análise dos modelos identificou associação estatisticamente significativa entre a temperatura média do ar e a ocorrência de dengue nos lags 0, 3 e 6; entre a umidade relativa do ar nos lags 0, 3 e 5; e entre o material particulado (MP_{10}) nos lags 0, 4, 5 e 6, indicando que as condições climáticas e ambientais exerceram influência sobre a dinâmica temporal da doença. Conclusão: Os resultados evidenciam que fatores climáticos e ambientais estão associados à ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, reforçando a importância da integração entre vigilância epidemiológica, monitoramento ambiental e planejamento em saúde para subsidiar estratégias de prevenção, controle e adaptação frente às mudanças climáticas.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Dengue; Aedes aegypti; Poluição do Ar.

ABSTRACT

Introduction: Climate change has intensified over recent decades, directly influencing the environment, ecological dynamics, and public health. Among its most significant impacts is the increased incidence of vector-borne diseases, such as dengue, which represents a major challenge for the Brazilian Unified Health System (SUS). The Metropolitan Region of Baixada Santista (MRBS), located on the coast of the state of São Paulo, presents socio-environmental characteristics that favor the proliferation of *Aedes aegypti*, the primary vector responsible for dengue virus transmission. The region is characterized by high population density, rapid urbanization, and structural problems such as inadequate sanitation and irregular settlements, factors that, combined with climatic conditions, contribute to the occurrence of epidemics. **Objective:** To analyze the relationship between climate change and dengue incidence in the Metropolitan Region of Baixada Santista between 2015 and 2024, considering the variables mean air temperature, relative humidity, and particulate matter (PM_{10}). **Methods:** This ecological time-series study used secondary data obtained from the Notifiable Diseases Information System (SINAN/DATASUS) and meteorological and environmental data provided by the Environmental Company of the State of São Paulo (CETESB). Dengue incidence rates were calculated by municipality and by year. Descriptive analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), and the association between climatic and environmental variables and dengue occurrence was assessed using Generalized Additive Models (GAM) with Poisson regression, considering lag periods from zero to six days. **Results:** An increase in dengue incidence was observed throughout the study period, with greater occurrence during epidemic years and heterogeneous distribution among the municipalities of the Metropolitan Region of Baixada Santista. Most reported cases occurred among individuals classified as White and Mixed-race and among those with a high school education. Among pregnant women, the highest frequency of reported cases occurred during the second trimester of pregnancy. The statistical models identified significant associations between mean air temperature and dengue occurrence at lags 0, 3, and 6; between relative humidity and dengue occurrence at lags 0, 3, and 5; and between particulate matter (PM_{10}) and dengue occurrence at lags 0, 4, 5, and 6, indicating that climatic and environmental conditions influenced the temporal dynamics of the disease. **Conclusion:** The findings demonstrate that climatic and environmental factors are associated with dengue occurrence in the Metropolitan Region of Baixada Santista, reinforcing the importance of integrating epidemiological surveillance, environmental monitoring, and public health planning to support prevention, control, and adaptation strategies in the context of climate change.

Keywords: Climate Change; Dengue; *Aedes aegypti*; Air Pollution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Impactos observados das mudanças climáticas sobre sistemas naturais e humanos 20

Figura 2 – Principais mudanças físicas do clima atribuídas à influência humana 21

Figura 3 – Mosquito Aedes aegypti 29

Figura 4 – Ciclo de vida do Aedes aegypti..... 29

Figura 5 – Localização da Região Metropolitana da Baixada Santista, estado de São Paulo 33

Figura 6 – Total de casos notificados de dengue por município da Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 39

Figura 7 – Série temporal das notificações de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 41

Figura 8 – Evolução anual dos números de casos notificados de dengue por município na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, no Período 1 (2015–2017) 42

Figura 9 – Evolução anual dos números de casos notificados de dengue por município na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, no Período 2 (2018–2020) 43

Figura 10 – Evolução anual dos números de casos notificados de dengue por município na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, no Período 3 (2021–2024) 44

Figura 11 – Distribuição do número de casos notificados de dengue por estação do ano na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 45

Figura 12 – Número anual de casos notificados de dengue segundo o sexo feminino e masculino na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 46

Figura 13 – Número anual de casos notificados de dengue segundo faixa etária na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 47

Figura 14 – Número anual de casos notificados de dengue segundo raça/cor na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 48

Figura 15 – Número anual de casos notificados de dengue segundo o nível de escolaridade na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 49

Figura 16 – Número anual de casos notificados de dengue em gestantes, segundo o trimestre gestacional na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 50

Figura 17 – Número anual de casos notificados de dengue segundo a situação gestacional na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 51

Figura 18 – Análise temporal da temperatura média na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 53

Figura 19 – Análise temporal da umidade relativa do ar média na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 54

Figura 20 – Análise temporal da concentração média do MP_{10} na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015–2024 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas descritivas dos casos notificados de dengue nos municípios da RMBS, São Paulo, Brasil, 2015-2024 38

Tabela 2 - Taxa de incidência de dengue para cada 100.000 habitantes por município na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024 40

Tabela 3 - Associação entre a temperatura média do ar e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024 52

Tabela 4 - Associação entre a temperatura média do ar e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, segundo os lags de 0 a 6 dias 56

Tabela 5 - Correlação entre a umidade relativa do ar e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024 57

Tabela 6 - Associação entre a concentração de MP_{10} e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024 57

Tabela 7 - Correlação entre os períodos do estudo e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024 58

Tabela 8 - Correlação entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações de dengue no período 1 (2015-2017) na RMBS..... 59

Tabela 9 - Correlação entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações de dengue no período 2 (2018-2020) na RMBS..... 60

Tabela 10 - Correlação entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações de dengue no período 3 (2021-2024) na RMBS..... 61

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

°C- Graus Celsius

%- Porcentagem

<- Menor que

≤- Menor ou igual a

≥- Maior ou igual a

µm- Micrômetro

β- Coeficiente de regressão

IC95%- Intervalo de confiança de 95%

Lag- Defasagem temporal (dias)

n- Número de observações

p- Valor de significância estatística (p-valor)

RR- Risco relativo

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

CID- Classificação Internacional de Doenças

CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

DATASUS- Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DENV- Vírus da Dengue

GAM- Generalized Additive Model (Modelo Aditivo Generalizado)

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC95%- Intervalo de Confiança de 95%

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia

IPCC- Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

MP_{10}- Material Particulado com diâmetro inferior a 10 micrômetros

OMS- Organização Mundial da Saúde

OPAS- Organização Pan-Americana da Saúde

RMBS- Região Metropolitana da Baixada Santista

RR- Risco Relativo

SINAN- Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SPSS- Statistical Package for the Social Sciences

SUS- Sistema Único de Saúde

TEMP- Temperatura do ar

UR- Umidade Relativa do Ar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16

2 OBJETIVOS 18

2.1 Objetivo Geral 18

2.2 Objetivos Específicos 18

3 REFERENCIAL TEÓRICO 19

3.1 Mudanças Climáticas 19

3.1.1 Aquecimento Global 19

3.1.2 Poluentes do ar e Variáveis Ambientais 20

3.1.3 Fenômenos El Niño e La Niña 22

3.1.4 Mudanças Climáticas na Baixada Santista 23

3.2 Dengue 24

.3.2.1 Fases Clínicas e Sinais Clínicos da Dengue.....25

3.2.2 Diagnóstico da Dengue..... 26

3.2.3 O Vírus da Dengue e suas características.....27

3.2.4 O Vetor: Aedes aegypti..... 28

3.2.5 Dengue e as Alterações Climáticas..... 31

4 METODOLOGIA 32

4.1 Tipo de estudo 32

4.2 Área de estudo 32

4.3 Fontes dos dados epidemiológicos 33

4.4 Cálculo do coeficiente de incidência 34

4.5 Coleta dos dados meteorológicos e ambientais 34

4.6 Tratamento e análise estatística dos dados.....35

4.7 Aspectos éticos.....36

5 RESULTADOS 38

5.1 Caracterização geral das notificações de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista.....38

5.2 Associação entre as variáveis climáticas e ambientais e a ocorrência de dengue.....52

5.3 Associação entre as variáveis climáticas e ambientais e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista.....55
6 DISCUSSÃO 63
6.1 Evolução da incidência da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista entre 2015 e 2024.....63
6.2 Perfil epidemiológico dos casos de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista.....65
6.3 Associação entre alterações climáticas e a incidência de dengue na Região Metropolitana na Baixada Santista.....67
6.3.1 Associação entre temperatura média do ar e a ocorrência de dengue.....68
6.3.2 Associação entre a umidade relativa do ar e a ocorrência de dengue.....70
6.3.3 Associação entre a concentração de Mp10 e a ocorrência de dengue.....71
6.3.4 Implicações das alterações climáticas para a vigilância e o controle da dengue.....71
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 73
8 CONCLUSÃO 76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 77

1. INTRODUÇÃO

O clima corresponde ao conjunto das condições atmosféricas observadas ao longo do tempo e resulta da interação entre diferentes componentes do sistema climático, incluindo a atmosfera, os oceanos, a criosfera, a superfície terrestre e a biosfera. Essas interações influenciam diretamente os ecossistemas, os processos ambientais e as condições de vida dos seres vivos (Cortese e Natalini, 2014).

As mudanças climáticas são caracterizadas por alterações no clima ao longo do tempo. Essas mudanças podem ocorrer por processos naturais, como as variações no ciclo solar. Entretanto, atualmente, as atividades humanas são o principal fator responsável por essas alterações, principalmente devido às emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de carvão, petróleo e gás natural, ocasionando impactos sobre a natureza e a população (IPCC, 2023; ONU, 2023).

Atualmente, o planeta vem aquecendo de forma acelerada em decorrência das mudanças climáticas. Segundo o IPCC (2023), a temperatura média global já atingiu aproximadamente 1,1°C acima dos níveis pré-industriais (1850-1900) e poderá alcançar 1,5°C no curto prazo, caso as emissões de gases de efeito estufa permaneçam elevadas, intensificando os impactos das mudanças climáticas em diferentes regiões do mundo.

As mudanças climáticas vêm provocando alterações significativas no sistema climático, tornando o clima cada vez mais instável. Como consequência, observa-se o aumento da frequência e da intensidade dos eventos climáticos extremos, além da perda da biodiversidade, da degradação dos ecossistemas e do agravamento da poluição, comprometendo a saúde da população, o equilíbrio ambiental e o desenvolvimento econômico (Cabral e Rei, 2022; IPCC, 2023; UNEP, 2026).

No Brasil, os impactos das mudanças climáticas já podem ser observados por meio da maior ocorrência de eventos climáticos extremos, como enchentes, deslizamentos de terra e ciclones, ocasionando prejuízos ambientais, sociais e econômicos, além de comprometer a saúde da população (PMS, 2024).

Segundo o IPCC (2022), esses eventos aumentam a vulnerabilidade do meio ambiente e da população, afetando os ecossistemas, a infraestrutura, a disponibilidade de recursos naturais e as condições de vida. Além disso, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente destaca que as mudanças climáticas associadas à perda da biodiversidade e à poluição representam um dos principais

desafios para o desenvolvimento sustentável, e a saúde global (UNEP, 2026).

Embora as mudanças climáticas representem um desafio global, seus impactos manifestam-se de forma distinta entre as regiões, variando conforme as características ambientais, climáticas e socioeconômicas de cada local (IPCC, 2022). No litoral brasileiro, o aumento do nível do mar e a intensificação dos eventos climáticos extremos, ampliam a vulnerabilidade ambiental e os riscos para as populações costeiras (Rodrigues e Paiva, 2023).

Na Região Metropolitana da Baixada Santista, estudos de projeções climáticas foram desenvolvidos para subsidiar o planejamento de ações de adaptação às mudanças climáticas (SEMIL, 2022). Os resultados evidenciaram que a região apresenta elevada vulnerabilidade aos impactos climáticos, sendo classificada como área de risco devido à alta exposição aos eventos extremos (Rodrigues e Paiva, 2023).

Os autores destacam que, durante a estação chuvosa, são esperados aumentos na temperatura média e na intensidade e frequência das precipitações, favorecendo a ocorrência de alagamentos, inundações, enxurradas e deslizamentos de terra (Rodrigues e Paiva, 2023).

Além dos impactos ambientais e socioeconômicos, as mudanças climáticas representam um importante desafio para a saúde pública. Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2023), as alterações nas condições climáticas favorecem a ocorrência e a expansão de doenças sensíveis ao clima, comprometendo o bem-estar da população e ampliando a pressão sobre os sistemas de saúde.

A dengue constitui um importante problema de saúde pública no Brasil, sendo considerada uma doença endêmica e responsável por recorrentes epidemias que impactam os serviços de saúde (BRASIL, 2025c). Sua ocorrência está associada a múltiplos determinantes, destacando-se as variáveis climáticas e meteorológicas, seguidas pelos fatores relacionados ao vetor, às condições socioeconômicas e aos aspectos ambientais, evidenciando o caráter multifatorial da doença (Sousa *et al.,* 2021).

Nesse contexto, compreender a influência das variáveis climáticas e ambientais sobre a incidência da dengue torna-se fundamental para subsidiar ações de vigilância em saúde, prevenção e controle da doença, especialmente em regiões mais vulneráveis aos efeitos das mudanças climáticas (OPAS, 2023; Camara, 2016).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Analisar a relação entre as mudanças climáticas e a incidência de dengue na RMBS no período de 2015 a 2024.

2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar a incidência de dengue na população da RMBS.
- Investigar a associação entre variáveis climáticas de temperatura, umidade relativa do ar com os casos de dengue na RMBS.
- Avaliar a influência do material particulado (MP_{10}) na atmosfera na RMBS.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

3.1.1 Aquecimento Global

O aquecimento global corresponde ao aumento gradual da temperatura média da superfície terrestre, decorrente principalmente da intensificação do efeito estufa causada pelo aumento das concentrações de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, em consequência das atividades humanas (IPCC, 2023). Entre os principais gases responsáveis por esse processo destacam-se o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), emitidos principalmente pela queima de combustíveis fósseis, desmatamento, mudanças no uso da terra, atividades industriais e agropecuárias (IPCC, 2023).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) destaca que limitar o aquecimento global a 1,5 °C em relação aos níveis pré-industriais representa uma das principais estratégias para reduzir os impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas naturais e humanos (IPCC, 2018).

Os oceanos desempenham papel essencial na regulação climática do planeta devido à sua capacidade de armazenar e distribuir calor. Além disso, absorvem grande parte do calor e do dióxido de carbono (CO_2) resultantes de atividades humanas, atuando como um amortecedor natural que minimiza, em parte, os efeitos do aquecimento global (BRASIL, 2025i).

Figura 1 - Impactos observados das mudanças climáticas sobre sistemas naturais e humanos.



Fonte: Adaptado de IPCC (2023).

Além dos impactos ambientais e socioeconômicos, o aquecimento global promove alterações em diferentes componentes do sistema climático, incluindo temperatura, precipitação, umidade e ocorrência de eventos extremos. Essas modificações influenciam a dinâmica dos ecossistemas e das doenças infecciosas sensíveis ao clima, especialmente as transmitidas por vetores, ao tornar determinadas áreas mais favoráveis à sobrevivência, à distribuição geográfica e ao prolongamento do período de transmissão desses vetores, configurando um importante desafio para a saúde pública no século XXI (IPCC, 2023).

3.1.2 Poluentes do Ar e Variáveis Ambientais

As mudanças climáticas influenciam diferentes variáveis ambientais, incluindo temperatura, precipitação, umidade do ar, radiação solar e qualidade do ar. Essas alterações afetam processos físicos, biológicos e ambientais, repercutindo sobre os ecossistemas e a saúde humana (IPCC, 2023).

O material particulado (MP_{10}) corresponde a partículas sólidas ou líquidas em suspensão na atmosfera, com diâmetro aerodinâmico de até 10 micrômetros,

provenientes de fontes como emissões veiculares, atividades industriais e poeira urbana (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2025).

A exposição prolongada a esse poluente está associada a efeitos adversos à saúde, incluindo aumento da mortalidade por diferentes causas, além do desenvolvimento e agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares, especialmente em indivíduos com condições pré-existentes e grupos populacionais mais vulneráveis (CETESB, 2025; Orellano *et al*., 2024).

A temperatura corresponde à grandeza física que expressa o estado térmico de um corpo ou do ar, estando relacionada, em termos físicos, à energia cinética média das moléculas. No contexto da meteorologia, constitui uma das principais variáveis utilizadas para caracterizar as condições atmosféricas e climáticas (AMS, 2025).

A umidade relativa do ar representa a proporção de vapor de água presente na atmosfera em relação ao máximo que ela pode conter na mesma temperatura. Trata-se de uma importante variável meteorológica utilizada na caracterização das condições atmosféricas, influenciando diferentes processos físicos e biológicos. Além disso, exerce efeitos diretos sobre a saúde humana, afetando a respiração, o conforto térmico e a sensação térmica da população (GEES, 2025; INPE, 2025).

Figura 2 - Principais mudanças físicas do clima atribuídas à influência humana.



Fonte: Elaborada pela autora adaptada de IPCC (2023)

Em conjunto, essas variáveis ambientais constituem importantes indicadores das condições climáticas e exercem influência sobre processos físicos, biológicos e ambientais, além de repercutirem na saúde humana. As alterações observadas nesses parâmetros refletem os efeitos das mudanças climáticas sobre o sistema terrestre, evidenciando a complexidade das interações entre atmosfera, ambiente e sociedade (IPCC, 2023).

3.1.3 Fenômenos El Niño e La Niña

O El Niño ocorre quando as águas superficiais do Oceano Pacífico, especialmente na faixa equatorial, registram elevação contínua de temperatura acima dos valores médios, estendendo-se desde a costa da América do Sul até áreas centrais desse oceano (BRASIL, 2024b). Geralmente, inicia-se na segunda metade do ano e, em média, dura cerca de seis meses, podendo se estender por períodos mais longos em situações de maior intensidade, conforme as condições climáticas globais (Coelho *et al*., 2024; BRASIL, 2025i).

O El Niño integra o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), considerado um dos principais moduladores da variabilidade climática interanual, influenciando padrões de temperatura, precipitação e circulação atmosférica em diversas regiões do planeta (WMO, 2023; BRASIL, 2024b).

Em condições consideradas normais, os ventos alísios deslocam as águas superficiais para o oeste, permitindo a ascensão de águas mais frias e profundas. Quando esses ventos perdem força ou mudam de direção, ocorre o acúmulo de águas aquecidas na superfície, criando condições favoráveis ao desenvolvimento do El Niño (BRASIL, 2024b).

O fenômeno oposto, denominado La Niña, caracteriza-se pelo resfriamento das águas na mesma região. Ambos têm origem no Pacífico Equatorial e influenciam de forma significativa o clima global, alterando os padrões de temperatura, os regimes de precipitação e a ocorrência de eventos extremos (Coelho *et al*., 2024; BRASIL, 2025b).

No final de 2024, observações indicaram o estabelecimento de condições de La Niña, caracterizadas pelo resfriamento da temperatura da superfície do Oceano Pacífico Equatorial. Nos primeiros meses de 2025, o fenômeno continuou influenciando os padrões climáticos em diferentes regiões do Brasil, contribuindo para alterações na distribuição das chuvas e das temperaturas (BRASIL, 2024b; BRASIL, 2025i).

Essas variações térmicas impactam diretamente a circulação atmosférica, alterando a distribuição de umidade, os índices de precipitação e as temperaturas em diversas partes do mundo (Coelho *et al.,* 2024). A localização e a intensidade do fenômeno determinam a magnitude de seus efeitos, podendo provocar tanto secas severas quanto precipitações excessivas, dependendo da região afetada (Coelho *et al.,* 2024).

No Brasil, os impactos do El Niño e da La Niña variam conforme sua intensidade e as características climáticas de cada região, podendo modificar os regimes de precipitação e as temperaturas ao longo do ano. De acordo com a Organização Meteorológica Mundial, episódios de El Niño tendem a aumentar a probabilidade de ocorrência de eventos climáticos extremos em diferentes partes do mundo, reforçando a importância do monitoramento desses eventos para a compreensão da variabilidade climática (WMO, 2023; BRASIL, 2025i).

3.1.4 Mudanças Climáticas na Baixada Santista

Nos últimos anos, a Baixada Santista tem vivenciado profundas mudanças em decorrência do rápido crescimento populacional e da expansão urbana, muitas vezes sem o devido planejamento e infraestrutura adequada (Moura *et al*., 2024). Essa ocupação desordenada tem gerado diversos desafios, principalmente pela dificuldade de implementar estratégias eficazes que reduzam os impactos ambientais e sociais resultantes desse processo (Moura *et al*., 2024).

Paralelamente, o desenvolvimento econômico, impulsionado por atividades como a exploração de petróleo, gás natural e a instalação de polos industriais, tem transformado a dinâmica regional, promovendo avanços na economia e no mercado de trabalho (Ribeiro, 2017). No entanto, esse crescimento também trouxe consequências negativas, como a degradação de ecossistemas, poluição, ocupação irregular de áreas de risco e comprometimento dos recursos naturais, o que afeta diretamente o equilíbrio socioambiental da região (Ribeiro, 2017).

Na Região Sudeste, essas oscilações podem gerar contrastes entre estações, como primaveras secas seguidas de verões chuvosos. Enquanto a temperatura apresenta respostas mais previsíveis, os padrões de precipitação são mais complexos e difíceis de prever (Cavalcanti e Ferreira, 2025).

Os principais efeitos dos fenômenos climáticos intensos incluem chuvas intensas, enchentes e aumento da temperatura (CETESB, 2019). Estudos apontam aumento na temperatura média do ar e maior ocorrência de eventos extremos, como dias muito quentes e períodos prolongados de seca, (Cavalcanti e Ferreira, 2025).

Episódios de fortes chuvas seguidos por períodos de calor, têm se tornado mais frequentes,mas esse tipo de variação climática gera instabilidade do solo, principalmente em áreas costeiras, potencializando a chance de ocorrer deslizamentos (CETESB, 2019; Moura *et al*., 2024).

Os danos são evidentes tanto na infraestrutura quanto no âmbito social, deixando famílias desabrigadas e, em situações mais graves, vítimas fatais (CETESB, 2019). Nessas situações, não são raros os prejuízos materiais, a necessidade de deslocamento de famílias e, em casos graves, o registro de vítimas fatais (CETESB, 2019; Moura *et al*., 2024).

3.2 DENGUE

Entre as doenças infecciosas sensíveis às condições climáticas, a dengue destaca-se pela forte influência exercida por variáveis ambientais sobre a biologia do vetor e a dinâmica de transmissão. Evidências indicam que alterações na temperatura, precipitação e umidade favorecem a expansão da distribuição geográfica do *Aedes aegypti* e o prolongamento das estações de transmissão em diferentes regiões do mundo (Murray *et al.,* 2013).

A dengue é uma doença infecciosa febril aguda causada pelo vírus da dengue (DENV), transmitida aos seres humanos pela picada da fêmea do *Aedes aegypti*, considerado o principal vetor da doença no Brasil e em diversos países de regiões tropicais e subtropicais (Tavares, 2018; Hajjar, 2024). Atualmente, a doença representa um importante problema de saúde pública mundial, com ampla distribuição geográfica e recorrentes epidemias, especialmente em países de clima tropical e subtropical (Hajjar, 2024).

A primeira epidemia documentada de dengue no BRASIL ocorreu entre 1981 e 1982, na cidade de Boa Vista, capital de Roraima, com a detecção dos sorotipos DENV-1 e DENV-4 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2025). Poucos anos depois, a circulação viral foi identificada em outros estados, como Rio de Janeiro e na região Nordeste (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2025).

Estudos sugerem que o mosquito vetor foi introduzido no país por meio de embarcações provenientes da África durante o tráfico de escravizados, e, ao longo das décadas, a entrada de novos sorotipos em áreas previamente livres, associada à expansão do Aedes aegypti, favoreceu o aumento e a manutenção da dengue no território nacional, e contribuiu para a consolidação da doença como um problema de saúde pública (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2025).

O período de incubação da dengue, o tempo entre a picada do mosquito infectado e o início dos primeiros sintomas, costuma variar entre quatro e sete dias (Marques e Sakane, 2017; BRASIL, 2024e). A infecção pode passar despercebida,

sem sintomas, ou se manifestar de forma leve a grave, dependendo de fatores como a resposta imunológica de cada pessoa, histórico de infecção por outros sorotipos e a presença de doenças pré-existentes (Marques e Sakane, 2017; BRASIL, 2024e).

Estudos recentes têm demonstrado que o aquecimento global exerce influência crescente sobre a ocorrência da dengue em diferentes regiões do mundo. O aumento da temperatura, associado às alterações nos padrões de precipitação e umidade, favorece condições ambientais mais adequadas para a sobrevivência, reprodução e dispersão do vetor, ampliando o risco de transmissão da doença e sua expansão para novas áreas geográficas (Murray *et al.,* 2013; Hu *et al.,* 2025).

3.2.1 Fases Clínicas e Sinais Clínicos da Dengue

A doença evolui em três fases clínicas: fase febril, fase crítica e fase de recuperação (BRASIL, 2024e). Reconhecer cada uma dessas etapas é importante para o diagnóstico e o acompanhamento do paciente, uma vez que a identificação precoce dos sinais de agravamento contribui para o manejo adequado e redução do risco de complicações (BRASIL, 2024e).

A fase febril é a primeira manifestação da doença e inicia-se de forma súbita, com febre alta, geralmente entre 39 °C e 40 °C (Marques e Sakane, 2017; BRASIL, 2024e). Além da febre, são frequentes cefaleia intensa, principalmente retro-orbitária, fadiga, mialgia e artralgia. Também podem ocorrer náuseas, vômitos, diarreia e perda do apetite (Lemos e Lins, 2023).

Em aproximadamente metade dos casos, surge exantema, caracterizado por erupções cutâneas que podem acometer o tronco, a face, os membros superiores e inferiores, além das palmas das mãos e plantas dos pés (LEMOS; LINS, 2023). Nos exames laboratoriais, observam-se frequentemente leucopenia e trombocitopenia. Na maioria dos pacientes, essa fase evolui com melhora gradual após a redução da febre (Marques e Sakane, 2017; BRASIL, 2024e).

Em alguns pacientes, a doença pode evoluir para a fase crítica, que geralmente ocorre entre o terceiro e o sétimo dia após o início dos sintomas (Lemos e Lins, 2023). Essa fase coincide, na maioria das vezes, com o período de defervescência e requer atenção especial, pois é quando podem surgir os sinais de alarme, indicativos de maior risco de evolução para formas graves da doença (Marques e Sakane 2017; BRASIL, 2024e).

Entre os principais sinais de alarme destacam-se dor abdominal intensa e contínua, vômitos persistentes, sangramentos, acúmulo de líquidos, hipotensão arterial e alterações do estado de consciência, como sonolência ou irritabilidade (Lemos e Lins, 2023).

Nessa fase ocorre aumento da permeabilidade vascular, favorecendo o extravasamento de plasma do compartimento intravascular para os tecidos (Lemos e Lins, 2023). À medida que a doença evolui, esse processo pode tornar-se mais intenso e comprometer a perfusão tecidual. Embora a doença seja popularmente associada às manifestações hemorrágicas, a principal alteração fisiopatológica das formas graves da dengue está relacionada ao extravasamento plasmático, que pode evoluir para choque hipovolêmico, mesmo na ausência de hemorragias importantes (Lemos e Lins, 2023; BRASIL, 2024e).

A gravidade do quadro clínico está relacionada à intensidade da resposta imunológica do hospedeiro, sendo fundamental o reconhecimento precoce dos sinais de alarme para evitar a progressão para formas graves da doença (BRASIL, 2024e).

Após a fase crítica, inicia-se a fase de recuperação, geralmente entre 24 e 48 horas depois (BRASIL, 2024e). Nesse período, ocorre a reabsorção gradual dos líquidos extravasados, com melhora clínica progressiva, estabilização da pressão arterial, aumento da diurese e retorno do apetite (Marques e Sakane , 2017; BRASIL, 2024e).

Algumas pessoas podem apresentar novo episódio de exantema, eventualmente acompanhado de prurido, além de alterações transitórias do ritmo cardíaco (Marques e Sakane , 2017; BRASIL, 2024e).

Pacientes com doenças crônicas, como diabetes mellitus, hipertensão arterial, asma e anemia falciforme, assim como crianças, idosos e gestantes, apresentam maior risco de evolução para formas graves da doença, exigindo acompanhamento clínico mais rigoroso (BRASIL, 2024e).

3.2.2 Diagnóstico da Dengue

O diagnóstico da dengue é realizado principalmente por meio da avaliação clínica do paciente, sendo complementado por exames laboratoriais quando necessário**,** considerando o contexto epidemiológico e as recomendações vigentes do Ministério da Saúde (Hajjar, 2024; BRASIL, 2024e).

Na fase inicial da doença, o diagnóstico é realizado principalmente por meio da avaliação clínica, considerando os sinais e sintomas apresentados pelo paciente, o histórico epidemiológico e a ocorrência de casos na região. A confirmação laboratorial é indicada conforme o contexto epidemiológico e as recomendações vigentes do Ministério da Saúde (BRASIL, 2024e).

Entre os principais métodos laboratoriais utilizados para o diagnóstico da dengue destacam-se a detecção do antígeno NS1, a reação em cadeia da polimerase com transcrição reversa (RT-PCR) e os testes sorológicos para identificação de anticorpos das classes IgM e IgG (BRASIL, 2024e).

O teste para detecção do antígeno NS1 apresenta melhor desempenho quando realizado nos primeiros dias de sintomas, período em que ocorre maior circulação viral. A RT-PCR também pode ser utilizada nesse período para confirmação laboratorial da infecção (BRASIL, 2024e).

A partir do quinto dia do início dos sintomas, os testes sorológicos tornam-se mais indicados, pois a imunoglobulina M (IgM) começa a ser detectada e atinge maior concentração entre o sexto e o oitavo dia da doença (Hajjar, 2024). A imunoglobulina G (IgG), por sua vez, está relacionada à resposta imunológica tardia ou à exposição prévia ao vírus (BRASIL, 2024e).

3.2.3 O Vírus da Dengue e suas Características

O DENV é um vírus de RNA que faz parte do gênero Flavivirus e da família Flaviviridae, que reúne diversos vírus transmitidos principalmente por artrópodes hematófagos, como mosquitos e carrapatos (Salomão, 2023; BRASIL, 2024a). Os arbovirus dependem de vetores para concluir o ciclo da doenla, dentro desse grupo, encontram-se vírus capazes de provocar diferentes doenças em humanos, como febres inespecíficas, encefalites e febres hemorrágicas (Lemos e Lins, 2023; Salomão, 2023).

Os quatro sorotipos do vírus da dengue, denominados DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, apresentam pequenas variações em sua estrutura genética, mantendo, entretanto, características biológicas e antigênicas distintas (Bezerra *et al.,* 2021).

No Brasil, a introdução desses sorotipos ocorreu de forma gradativa desde a década de 1980, favorecendo sua ampla distribuição geográfica e permitindo a circulação de diferentes sorotipos em distintas regiões do país (Bezerra *et al.,* 2021).

Quando uma pessoa é infectada por um dos sorotipos, desenvolve imunidade duradoura apenas contra esse sorotipo específico, denominada imunidade homóloga (BRASIL, 2024). Em contrapartida, a proteção temporária gerada contra os demais sorotipos, conhecida como imunidade cruzada ou heteróloga, não se mantém por longo período (Lemos e Lins, 2023; Salomão, 2023; BRASIL, 2024).

Apesar dessas particularidades, todos os sorotipos apresentam a mesma forma de transmissão e são capazes de causar manifestações clínicas semelhantes. Assim, em locais onde ocorre a circulação concomitante dos quatro sorotipos, existe a possibilidade de um mesmo indivíduo contrair dengue mais de uma vez ao longo da vida, desde que cada infecção seja causada por um sorotipo diferente (BRASIL, 2024).

A estrutura do vírus é composta por uma camada externa lipídica, que contém duas proteínas principais. A glicoproteína E desempenha papel essencial na entrada do vírus na célula hospedeira e é responsável por estimular a produção de anticorpos, constituindo um dos principais alvos da resposta imunológica (Salomão, 2023). Além disso, a proteína M atua na maturação do vírus, garantindo que ele esteja apto a infectar novas células (Salomão, 2023). No interior do vírus encontra-se o material genético, protegido por proteínas estruturais que asseguram sua estabilidade e replicação no organismo (Salomão, 2023).

3.2.4 O Vetor: *Aedes aegypti*

O *Aedes aegypti* passa por uma metamorfose completa, apresentando fases jovem e adulta com características bem diferentes. Cada etapa ocorre em ambientes distintos e com hábitos específicos, permitindo que o mosquito explore variados nichos ecológicos ao longo de seu desenvolvimento (BRASIL, 2025c; SSRGS, 2025; GEES, 2025). O mosquito caracteriza-se pela coloração escura, com listras brancas distribuídas pelo corpo e pelas pernas, característica que facilita sua identificação (FIOCRUZ, 2019).

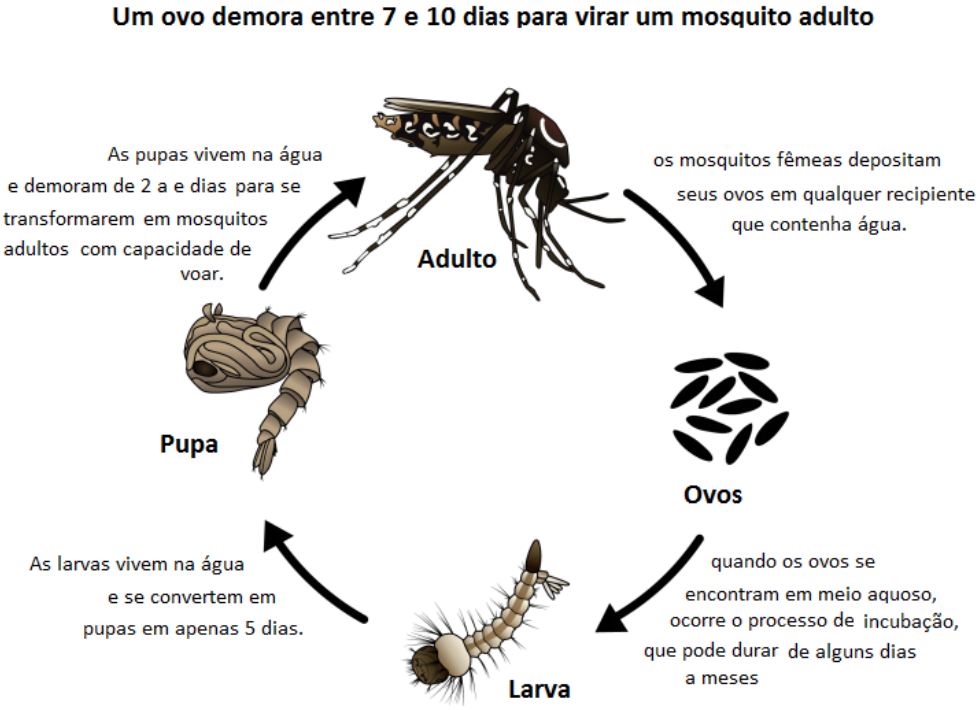
Figura 3 – Mosquito *Aedes aegypti.*



Fonte: BRASIL, (2025e).

O ciclo de vida do *Aedes aegypti* é composto por quatro fases distintas: ovo, larva, pupa e adulto, cada uma com características próprias e exigências ambientais específicas. Em condições ambientais favoráveis, esse ciclo pode ser completado em aproximadamente sete a dez dias. Todo o processo de desenvolvimento do mosquito é influenciado por fatores ambientais, especialmente temperatura e umidade, que afetam tanto a duração de cada estágio quanto a sobrevivência do vetor (BRASIL, 2025c; FIOCRUZ, 2019).

Figura 4 - Ciclo de vida do *Aedes aegypti*.



Fonte: Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2019.

A fêmea do vetor nem sempre consegue reunir, todos os nutrientes necessários em uma única alimentação para o desenvolvimento de seus ovos, por essa razão, acaba realizando várias picadas em diferentes hospedeiros durante o mesmo ciclo reprodutivo, esse evento é conhecido como discordância gonotrófica (Camara, 2024). Esse padrão de comportamento amplia o contato com pessoas, o que eleva a chance de que o mosquito se infecte em uma dessas picadas e transmita o vírus em outra, favorecendo a disseminação da doença em um curto intervalo de tempo (Camara, 2024).

O ciclo de vida do *Aedes aegypti* é relativamente rápido, podendo ser completado em sete a dez dias. Ele se inicia com o acasalamento dos mosquitos adultos. As fêmeas, que vivem em média trinta a quarenta e cinco dias, realizam vários ciclos reprodutivos nesse período, depositando de cem a cento e cinquenta ovos por vez, o que pode totalizar até mil e quinhentos ovos ao longo de sua vida. A duração desse ciclo e a sobrevida do mosquito estão diretamente relacionadas a fatores ambientais, como temperatura, umidade e disponibilidade de alimento. Já os machos apresentam um tempo de vida menor, de aproximadamente sete a dez dias (BRASIL, 2025c; SSRGS, 2025).

Em seguida, a fêmea pica o ser humano para obter sangue, necessário para a produção dos ovos (FIOCRUZ, 2019).

Os ovos são depositados nas paredes internas de recipientes com água parada, pouco acima do nível da água. Esses ovos podem permanecer viáveis por longos períodos em ambiente seco, por até quatrocentos e cinquenta dias, aguardando condições favoráveis de umidade para eclodirem, o que contribui para a persistência do vetor no ambiente (BRASIL, 2025c; FIOCRUZ, 2019).

Quando entram em contato com a água, os ovos eclodem e surgem as larvas, que passam por quatro estágios de desenvolvimento ao longo de cinco a sete dias, alimentando-se de matéria orgânica presente na água (CDC, 2025; FIOCRUZ, 2019).

Após esse período, as larvas transformam-se em pupas, fase em que não se alimentam, mas permanecem ativas e móveis durante aproximadamente dois a três dias. Ao final desse estágio, emerge o mosquito adulto, completando o ciclo biológico e reiniciando o processo reprodutivo, o que favorece a rápida proliferação da espécie em ambientes urbanos com água parada e condições climáticas favoráveis (CDC, 2025).

A temperatura do ar exerce papel fundamental no ciclo de vida do *Aedes aegypti*, uma vez que temperaturas mais elevadas aceleram seu desenvolvimento e influenciam processos como reprodução, desenvolvimento larval e sobrevivência do vetor (Semenza, *et al.,* 2022). Além da temperatura, alterações nos padrões de precipitação e umidade influenciam a disponibilidade de criadouros e favorecem a expansão da distribuição geográfica do vetor, contribuindo para o aumento do risco de transmissão da dengue em diferentes regiões (Murray *et al.,* 2013).

3.2.5 Dengue e as Alterações Climáticas

A naturalização da ocorrência da dengue por diferentes setores da sociedade e do poder público tem contribuído para reduzir a efetividade das ações preventivas, favorecendo a manutenção de elevados índices de transmissão (Silva *et al*., 2025). Paralelamente, as alterações climáticas vêm modificando as condições ambientais de forma a criar cenários cada vez mais favoráveis à proliferação e à disseminação do Aedes aegypti, aumentando o risco de epidemias e dificultando o controle da doença (Silva *et al*., 2025).

O aumento da temperatura global amplia as áreas geográficas favoráveis à circulação do vírus e acelera o ciclo de vida do Aedes aegypti, reduzindo o intervalo entre a eclosão dos ovos e a fase adulta, principalmente quando há condições ambientais favoráveis (Gomes *et al*., 2024).

O estudo de Gomes *et al.* (2024), realizado em Minas Gerais, identificou que a temperatura mínima do ar influencia a incidência da dengue de maneira distinta. Os autores observaram que períodos de frio moderado ou intenso tendem a reduzir o número de casos, enquanto temperaturas moderadamente elevadas aumentam o risco de transmissão, evidenciando uma relação não linear entre essas variáveis.

No entanto, temperaturas superiores a 36 °C podem comprometer o desenvolvimento do mosquito, evidenciando que a influência da temperatura sobre a transmissão da dengue depende de limites térmicos específicos (Gomes *et al*., 2024).

Além da temperatura, outras variáveis climáticas, como precipitação e umidade relativa do ar, também exercem influência sobre a dinâmica de transmissão da dengue, ao modificar a disponibilidade de criadouros, a sobrevivência do vetor e sua capacidade de dispersão. Dessa forma, os efeitos das mudanças climáticas sobre a dengue resultam da interação entre múltiplos fatores ambientais, biológicos e sociais, que variam conforme as características de cada região (Murray *et al.,* 2013)

4 MÉTODO

4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo ecológico de série temporal, de abordagem quantitativa, desenvolvido com dados secundários referentes aos casos notificados de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), estado de São Paulo, no período de 2015 a 2024. Os estudos ecológicos utilizam dados agregados, como taxas e proporções calculadas para grupos populacionais, permitindo descrever a frequência de eventos em saúde e sua evolução ao longo do tempo, sendo frequentemente desenvolvidos com base em dados secundários provenientes de sistemas oficiais de informação.

4.2 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), localizada no litoral do estado de São Paulo, Brasil. A RMBS foi instituída pela Lei Complementar Estadual nº 815, de 30 de julho de 1996, sendo composta pelos municípios de Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente (SÃO PAULO, 1996).

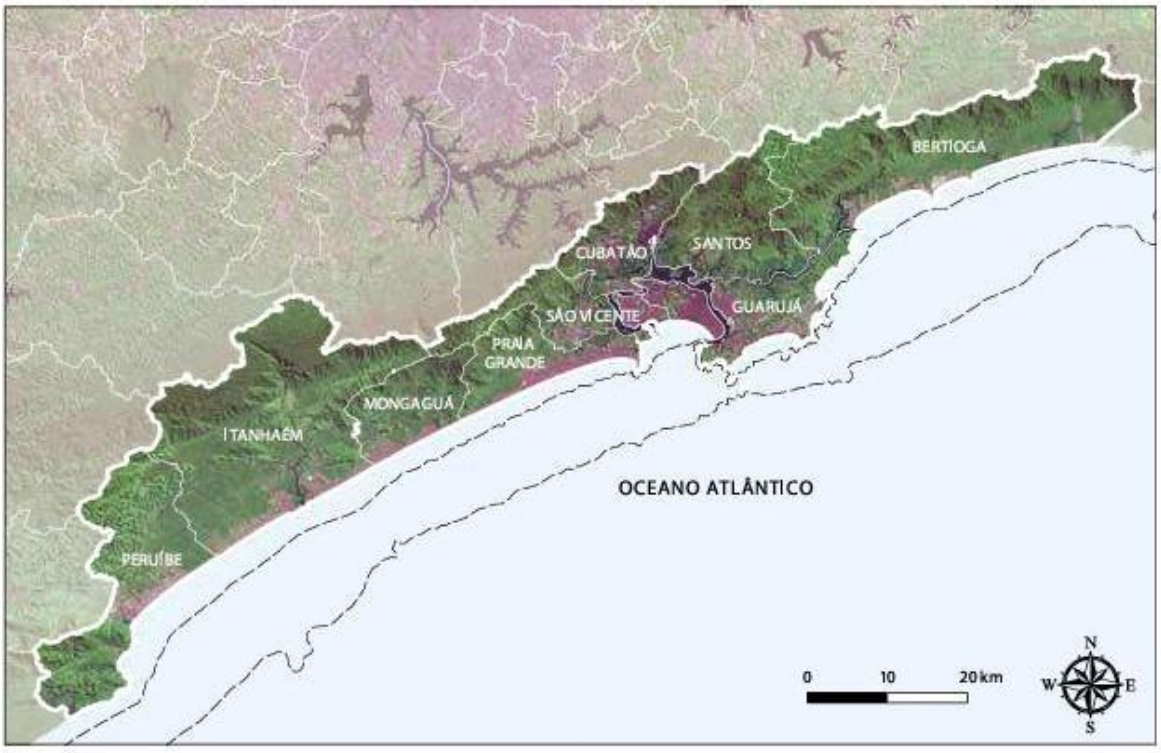
Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), a Região Metropolitana da Baixada Santista concentra aproximadamente 1,9 milhão de habitantes, configurando-se como uma das principais regiões metropolitanas do estado de São Paulo. A região caracteriza-se por grande diversidade socioeconômica e territorial, reunindo importantes polos industriais, consolidados destinos turísticos e o Porto de Santos, considerado o maior complexo portuário da América Latina, desempenhando papel estratégico no desenvolvimento econômico nacional (SÃO PAULO, 2013).

A RMBS caracteriza-se ainda por intensa urbanização e por condições ambientais que a tornam suscetível aos efeitos das alterações climáticas, como eventos de precipitação intensa, alagamentos e inundações, aspectos que influenciam a dinâmica ambiental e o planejamento regional (Cortez e Ortigoza, 2009). Além disso, o crescimento urbano associado às atividades industriais, portuárias, logísticas e turísticas exerce influência sobre a organização territorial e os recursos ambientais da

região (SÃO PAULO, 2013).

A figura 5 apresenta a localização da Região Metropolitana da Baixada Santista e a delimitação dos nove municípios que compõem a área de estudo.

Figura 5 - Localização da Região Metropolitana da Baixada Santista, estado de São Paulo.



Fonte: São Paulo (2013).

4.3 Fonte dos dados Epidemiológicos

Os dados epidemiológicos foram obtidos por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), disponibilizado pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), contemplando todos os casos notificados de dengue registrados na Região Metropolitana da Baixada Santista entre 1º de janeiro de 2015 e 31 de dezembro de 2024.

Foram incluídos todos os registros de dengue referentes aos residentes dos nove municípios da RMBS, classificados de acordo com a Classificação Internacional de Doenças, CID-10 (A90). As variáveis epidemiológicas analisadas compreenderam

município de residência, data de notificação, sexo, faixa etária, raça/cor, escolaridade e situação gestacional.

Os arquivos disponibilizados pelo DATASUS, no formato (.dbc), foram convertidos para o formato (.dbf) utilizando o software TabWin versão 4.1.5 e posteriormente exportados para planilhas eletrônicas do Microsoft Excel®, permitindo a organização inicial do banco de dados.

4.4 Cálculo do Coeficiente de Incidência

Para a caracterização da ocorrência da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista foram calculados os coeficientes anuais de incidência para cada município e para toda a região durante o período de 2015 a 2024.

Taxa de notificação = (Número de casos notificados / População residente) × 100.000 habitantes

O cálculo foi realizado utilizando-se como numerador o número anual de casos notificados de dengue e, como denominador, a população residente estimada anual de cada município, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados foram expressos em número de casos por 100.000 habitantes.

A utilização das estimativas populacionais anuais permitiu considerar as variações demográficas ocorridas ao longo da série histórica, proporcionando maior precisão na comparação temporal e espacial dos coeficientes de incidência entre os municípios estudados.

4.5 Coleta dos dados meteorológicos e ambientais

Os dados meteorológicos e ambientais foram obtidos por meio do Sistema de Informações da Qualidade do Ar (QUALAR), disponibilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Foram utilizados registros diários provenientes das estações automáticas localizadas nos municípios de Santos (Ponta da Praia) e Cubatão (Vale do Mogi), selecionadas por apresentarem séries históricas consistentes e representativas da Região Metropolitana da Baixada Santista durante o período de estudo.

As variáveis analisadas compreenderam temperatura máxima diária do ar (°C), umidade relativa mínima diária do ar (%) e concentração média diária de material

particulado com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 μm (MP_{10}), expressa em microgramas por metro cúbico (μg/m³).

Após a obtenção dos dados, realizou-se a conferência da consistência das séries temporais e a padronização das variáveis. Considerando que a RMBS dispõe de duas estações de monitoramento com registros contínuos para as variáveis selecionadas, foram calculadas as médias diárias entre as estações de Santos e Cubatão, originando as variáveis temperatura média (TEMP_MEDIA), umidade relativa média (UR_MEDIA) e concentração média de MP_{10} (MP10_MEDIA). Essas variáveis representaram as condições ambientais da região e foram utilizadas em todas as análises estatísticas subsequentes.

4.6 Tratamento e análise estatística dos dados

Após a obtenção dos dados epidemiológicos e meteorológicos, os bancos de dados foram organizados, conferidos e padronizados para garantir a consistência das informações. Inicialmente, os registros foram organizados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel®, onde foi realizada a verificação de inconsistências, a padronização das variáveis e a integração das bases de dados epidemiológicas e ambientais por data.

Posteriormente, os dados foram importados para o software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 29.0, no qual foram realizadas as análises estatísticas descritivas. Para as variáveis categóricas, calcularam-se frequências absolutas e relativas, enquanto para as variáveis contínuas foram obtidas medidas de tendência central e de dispersão, incluindo média, desvio-padrão, valores mínimo e máximo. Também foram calculados os coeficientes anuais de incidência de dengue para cada município da Região Metropolitana da Baixada Santista, utilizando o número de casos notificados como numerador e a população residente estimada anual pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como denominador, sendo os resultados expressos por 100.000 habitantes.

Em seguida, o banco de dados foi exportado para o software RStudio (R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria), onde foram realizadas as análises inferenciais e elaborados os gráficos da série temporal.

A associação entre as variáveis climáticas e ambientais e o número diário de casos notificados de dengue foi investigada por meio de Modelos Aditivos

Generalizados (Generalized Additive Models - GAM), amplamente utilizados em estudos epidemiológicos de séries temporais envolvendo dados de contagem, por possibilitarem a modelagem de relações não lineares entre as variáveis explicativas e a variável resposta (Camara, 2019). Os modelos foram ajustados assumindo distribuição de Poisson e função de ligação log, adequadas para a análise de dados de contagem (Nitta *et al.,* 2010). Inicialmente, os modelos foram ajustados considerando toda a série histórica (2015-2024). Posteriormente, foram realizadas análises estratificadas em três períodos (2015-2017, 2018-2020 e 2021-2024), com o objetivo de verificar possíveis diferenças na magnitude das associações ao longo do tempo.

Os modelos incluíram as variáveis de temperatura média do ar (TEMP_MEDIA), umidade relativa média do ar (UR_MEDIA) e concentração média de MP_{10} (MP10_MEDIA). Para cada variável, foram construídas variáveis defasadas (lags) de zero a seis dias (lag 0 a lag 6), permitindo avaliar tanto os efeitos imediatos (lag 0) quanto os efeitos retardados (lags 1 a 6) das condições climáticas e ambientais sobre o número diário de casos notificados de dengue. Essa estratégia é amplamente empregada em estudos de séries temporais para investigar possíveis efeitos imediatos e retardados das exposições ambientais sobre desfechos em saúde (Gasparrini, 2014). Dessa forma, foi possível investigar a associação entre as condições meteorológicas e ambientais e a ocorrência diária de dengue em diferentes intervalos de tempo.

Para cada modelo foram estimados os riscos relativos (RR), os respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%) e os valores de *p*, adotando-se nível de significância estatística de 5% ($p < 0,05$).

4.7 Aspectos éticos

O presente estudo utilizou exclusivamente dados secundários, de domínio público, provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN/DATASUS) e do Sistema de Informações da Qualidade do Ar (QUALAR), da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), sem acesso a informações que permitissem a identificação individual dos participantes.

Por utilizar bases de dados públicas, agregadas e anonimizadas, a pesquisa não envolveu intervenção direta com seres humanos nem acesso a informações de

identificação individual, atendendo aos princípios éticos estabelecidos pela Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde, que dispõe sobre as normas aplicáveis às pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Dessa forma, o estudo está dispensado de apreciação pelo Sistema CEP/CONEP.

Todos os dados foram utilizados exclusivamente para fins científicos, assegurando-se a confidencialidade das informações e o respeito aos princípios éticos da pesquisa.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização geral das notificações de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista

A tabela 1 apresenta a estatística descritiva das notificações diárias de dengue nos municípios da RMBS entre 2015 e 2024.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas dos casos notificados de dengue nos municípios da RMBS, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

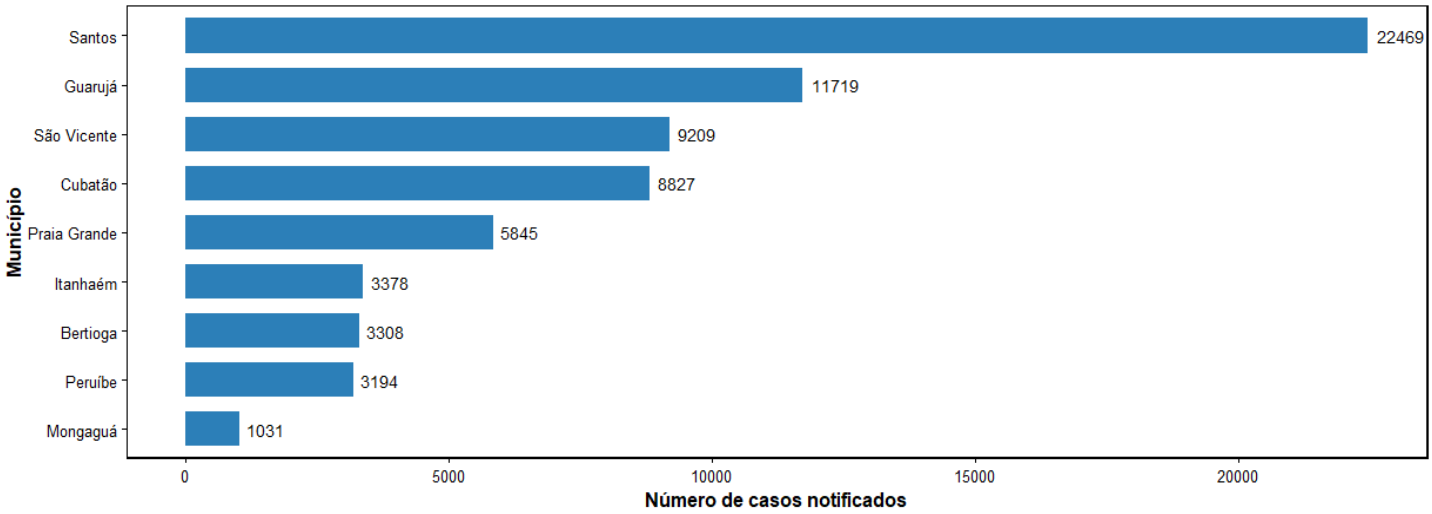
Município	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
Baixada Santista	4018	0,00	899,00	17,17	69,33
Santos	4018	0,00	256,00	5,59	21,95
Guarujá	4018	0,00	181,00	2,92	13,39
São Vicente	4018	0,00	136,00	2,29	10,60
Cubatão	4018	0,00	199,00	2,20	11,13
Praia Grande	4018	0,00	170,00	1,46	7,45
Itanhaém	4018	0,00	55,00	0,84	4,13
Bertioga	4018	0,00	41,00	0,82	3,00
Peruíbe	4018	0,00	52,00	0,80	3,24
Mongaguá	4018	0,00	35,00	0,26	1,70

Fonte: Elaborada pela autora

Santos apresentou maior frequência de notificações durante o período analisado, seguido por Guarujá, São Vicente e Cubatão. Em contrapartida, Mongaguá e Bertioga registraram as menores frequências. Além disso, observou-se variação no número de notificações entre os municípios ao longo da série histórica, refletindo períodos de maior e menor ocorrência da doença.

A figura 6 demonstra a distribuição do total de casos notificados de dengue entre os municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista no período de 2015 a 2024.

Figura 6 - Total de casos notificados de dengue por município da Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.



Fonte: Elaborada pela autora

Observa-se que a maior parte das notificações se concentrou em Santos, seguido por Guarujá, São Vicente e Cubatão, enquanto os demais municípios contribuíram com menor participação no total de casos registrados na região.

A tabela 2 apresenta os coeficientes anuais de incidência de dengue nos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista entre 2015 e 2024. Com o objetivo de possibilitar a comparação da ocorrência da dengue entre os municípios e ao longo da série histórica, foram calculados os coeficientes anuais de incidência para cada município da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Tabela 2 - Taxa de incidência de dengue para cada 100.000 habitantes por município na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

Município	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Santos	3,5	35,5	158,7	131,7	26,8	57,0	3256,3	398,0	347,1	818,4
Cubatão	4,7	56,3	87,8	75,5	15,3	28,1	6074,5	72,9	106,7	203,6
Guarujá	2,9	1,2	117,9	91,2	10,6	25,7	2661,4	98,0	325,8	326,8
Bertioga	12,4	19,0	443,5	275,4	23,7	4,6	3507,0	42,1	595,1	171,4
Mongaguá	11,4	11,2	84,8	57,4	7,1	5,2	1482,1	17,8	30,7	58,1
Peruíbe	4,6	15,2	33,0	29,6	20,5	7,2	3869,6	39,5	182,9	396,5
São Vicente	0,8	16,8	85,7	52,6	7,9	10,0	1921,3	93,1	131,2	216,7
Praia Grande	3,0	38,4	99,0	45,4	21,8	5,7	1267,3	50,0	86,6	118,6
Itanhaém	6,2	18,5	109,5	87,6	7,9	5,8	2751,3	23,1	132,5	87,1

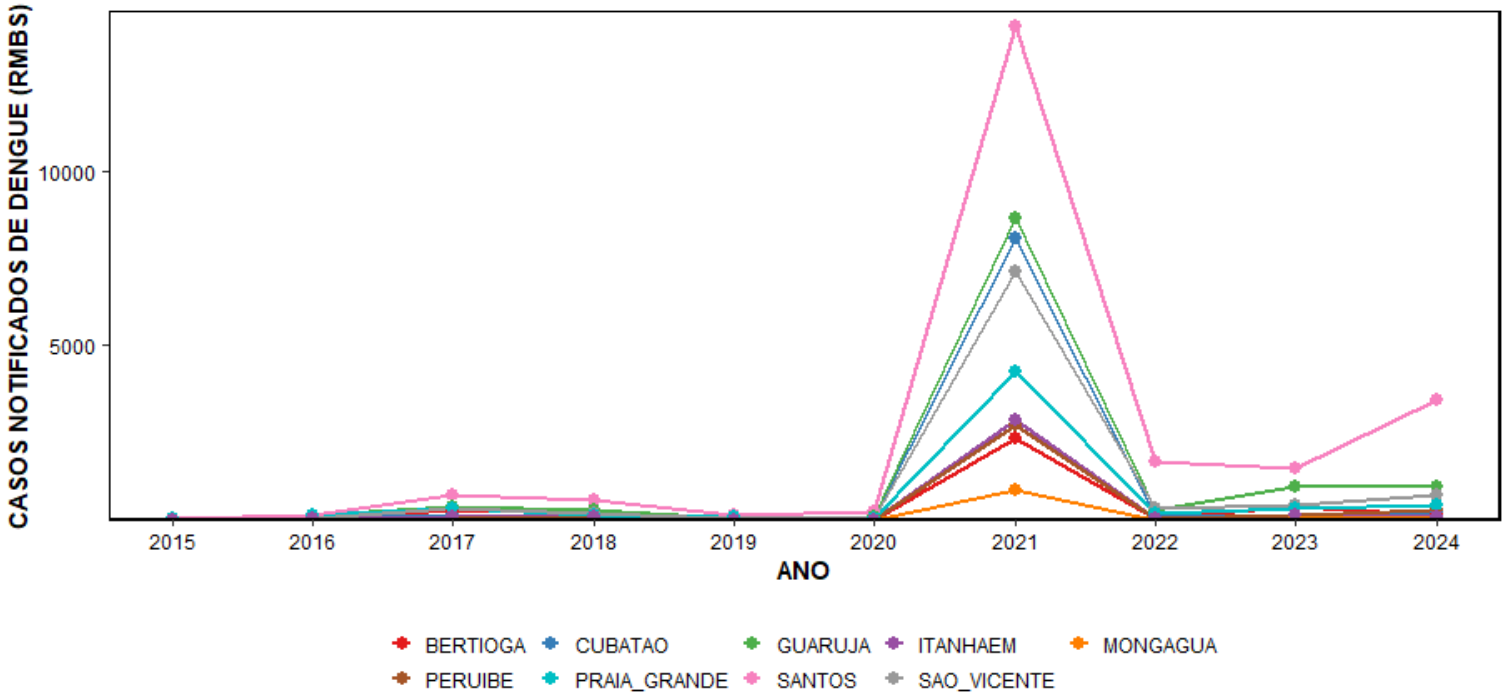
Fonte: Elaborada pela autora

O cálculo foi realizado utilizando o número de casos notificados de dengue em cada ano dividido pela população residente estimada do respectivo município, com base nas estimativas populacionais anuais disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo o resultado expresso por 100.000 habitantes. A utilização das estimativas anuais permitiu considerar as variações populacionais ocorridas ao longo do período estudado, proporcionando maior precisão na comparação temporal dos coeficientes de incidência.

Observa-se variação dos coeficientes entre os municípios e ao longo da série histórica, com aumento expressivo em 2021, redução em 2022 e novo incremento em 2023 e 2024. Os resultados também evidenciam diferenças na magnitude da incidência entre os municípios, refletindo a dinâmica temporal da ocorrência da dengue na região durante o período analisado.

A figura 7 apresenta a evolução anual dos casos notificados de dengue nos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista entre 2015 e 2024.

Figura 7 - Série temporal das notificações de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

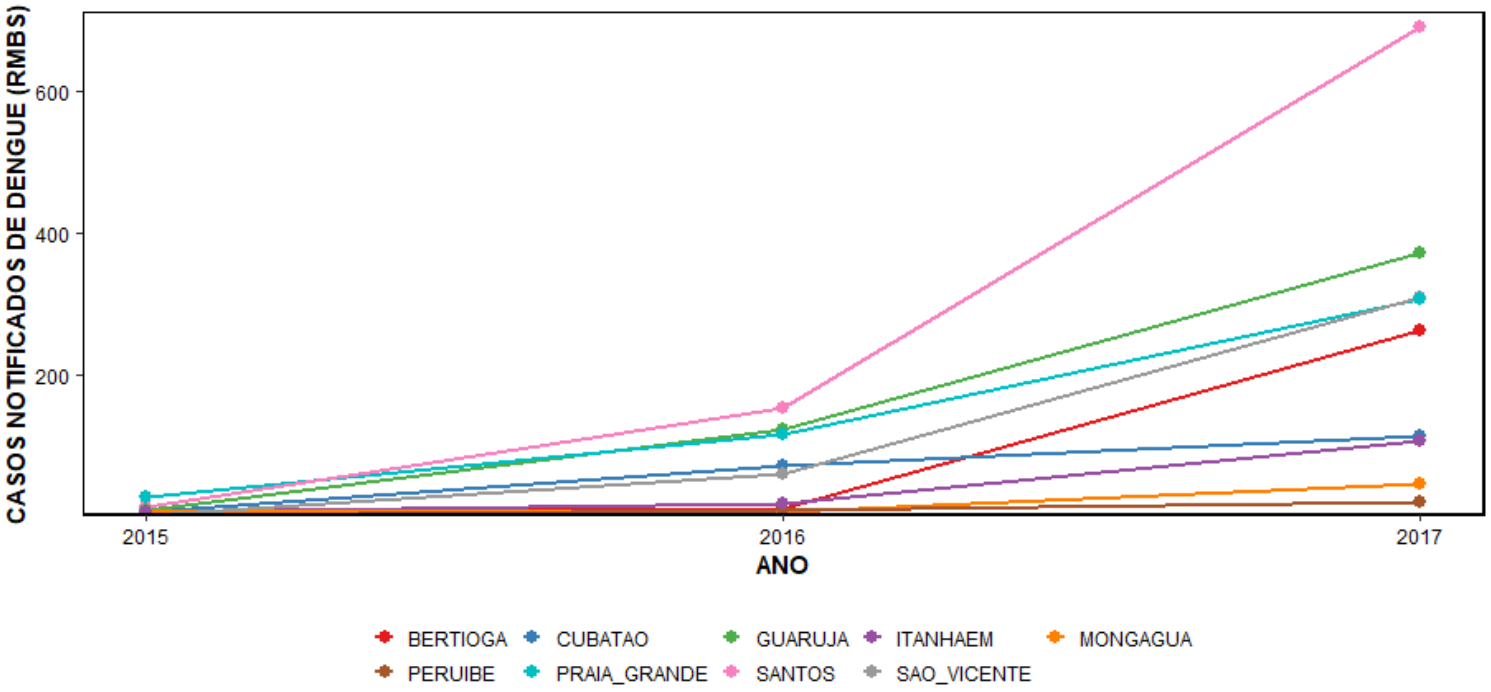


Fonte: Elaborada pela autora

Observa-se que as notificações variaram ao longo da série histórica, com aumento expressivo em 2021, seguido por redução acentuada em 2022 e novo crescimento em 2024. Santos manteve o maior número de casos durante todo o período analisado, seguido por Guarujá, São Vicente e Cubatão. Para facilitar a visualização dessas variações ao longo da série histórica, a evolução das notificações foi apresentada em três períodos distintos, conforme demonstrado nas Figuras 8, 9 e 10.

A figura 8 apresenta a evolução anual dos casos notificados de dengue nos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista durante o Período 1 (2015-2017).

Figura 8 - Evolução anual dos números de casos notificados de dengue por município na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, no Período 1 (2015-2017).

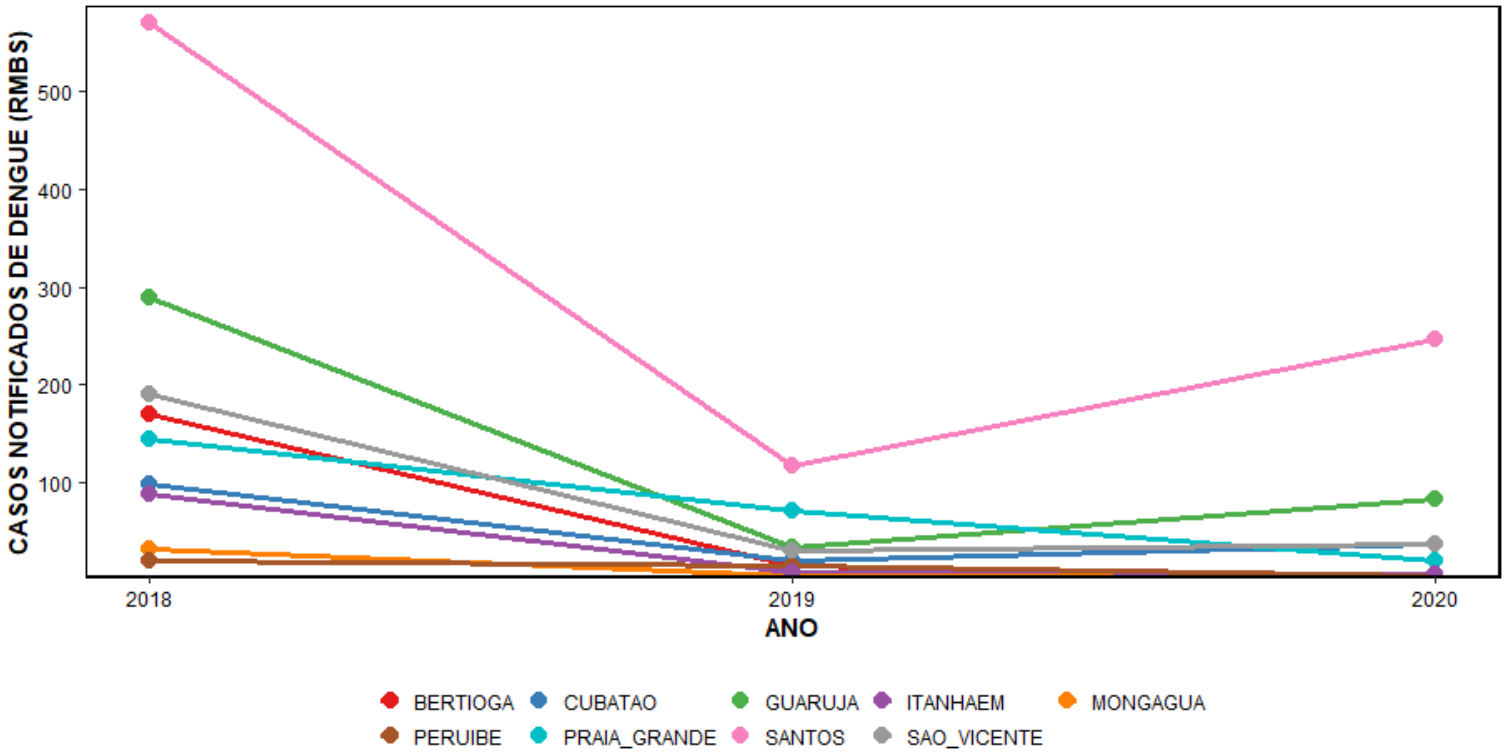


Fonte: Elaborada pela autora

Verificou-se aumento contínuo das notificações ao longo desse intervalo, com 2017 concentrando o maior número de casos na maioria dos municípios. Santos apresentou o maior volume de notificações, seguido por Guarujá, Praia Grande e São Vicente. Os demais municípios também apresentaram crescimento no número de casos, porém de forma menos acentuada.

A figura 9 apresenta a evolução anual dos casos notificados de dengue no período 2, entre os anos de 2018 e 2020.

Figura 9 - Evolução anual dos números de casos notificados de dengue por município na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, no Período 2 (2018-2020).

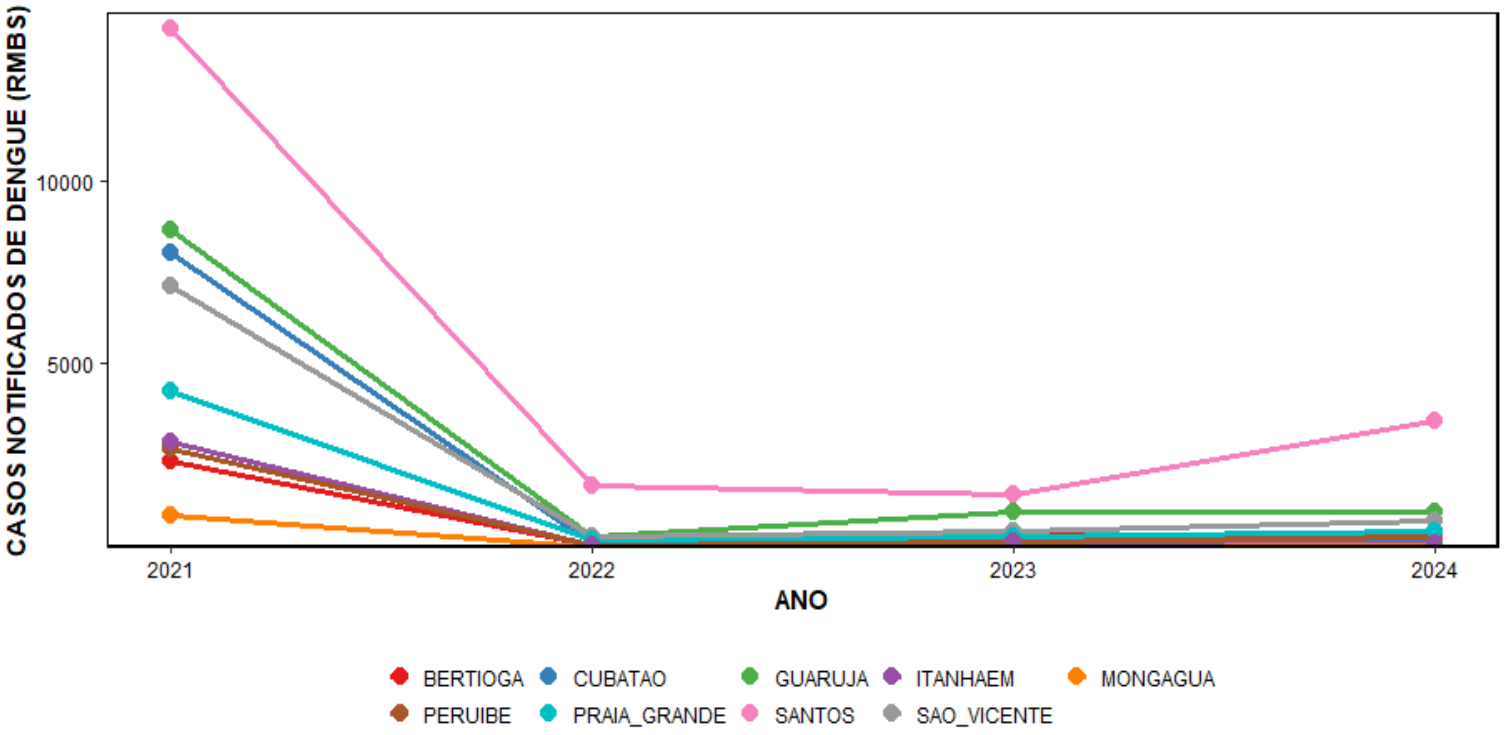


Fonte: Elaborada pela autora

Nesse intervalo, verificou-se redução das notificações na maior parte dos municípios, com os menores registros concentrados em 2019 e manutenção de baixos valores em 2020. Mesmo diante dessa redução, Santos continuou liderando o número de notificações, seguido por Guarujá, Praia Grande e São Vicente.

A figura 10 apresenta a evolução anual dos casos notificados de dengue no período 3, entre os anos de 2021 e 2024.

Figura 10 - Evolução anual dos números de casos notificados de dengue por município na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, no Período 3 (2021-2024).

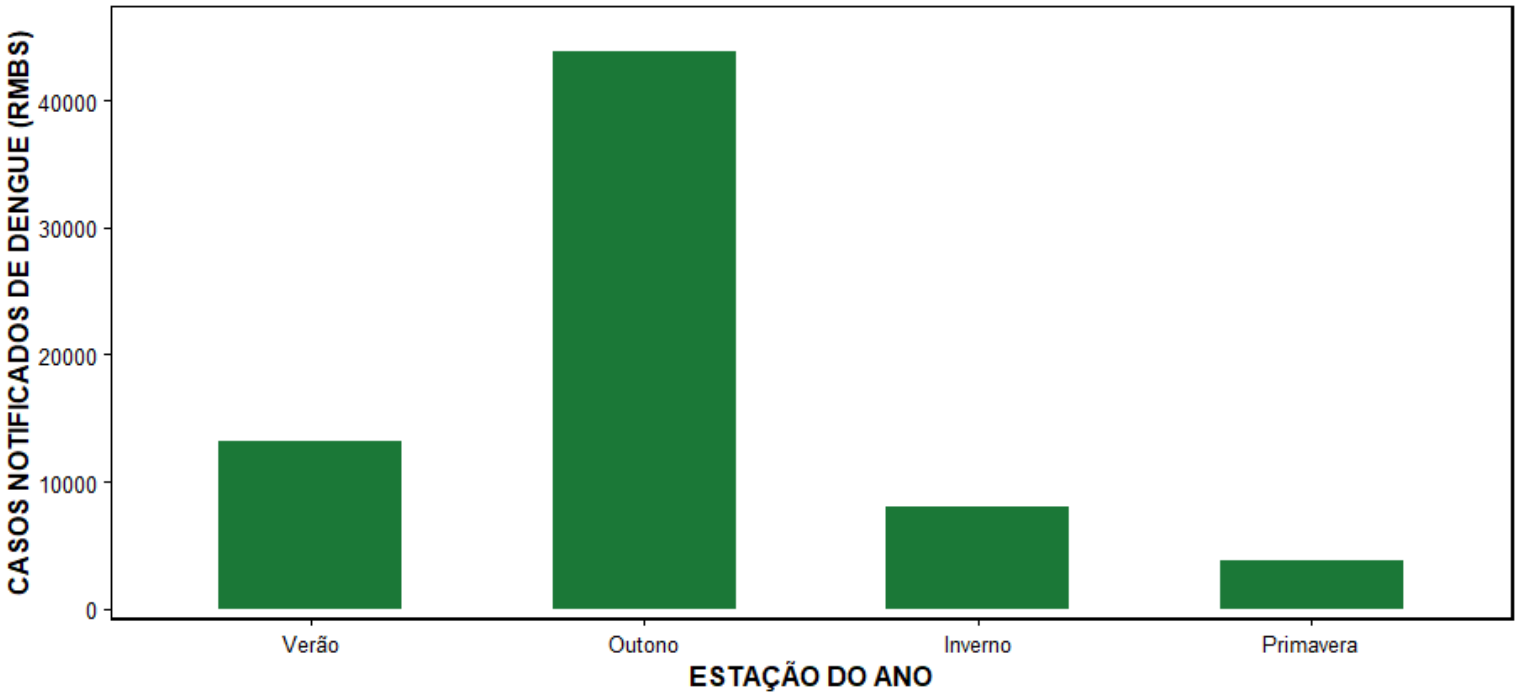


Fonte: Elaborada pela autora

Em 2021, todos os municípios registraram o maior número de notificações desse período, seguido por redução expressiva em 2022. Em 2023, os registros permaneceram baixos, enquanto 2024 apresentou novo aumento das notificações, sem atingir os valores observados em 2021. Santos manteve a maior concentração de casos durante todo o período, seguido por Guarujá, Cubatão, São Vicente e Praia Grande.

A figura 11 apresenta a distribuição do total de casos notificados de dengue por estação do ano na Região Metropolitana da Baixada Santista entre 2015 e 2024.

Figura 11 - Distribuição do número de casos notificados de dengue por estação do ano na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.



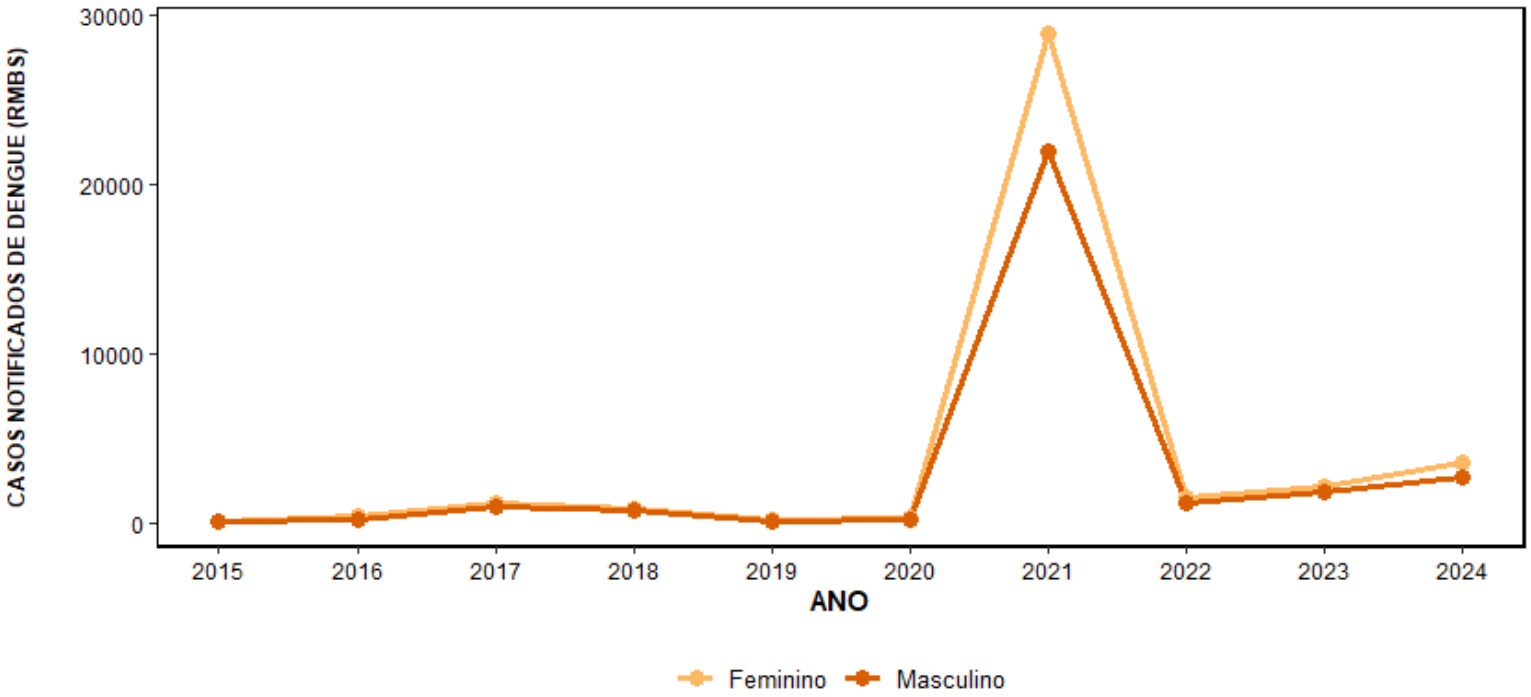
Nota: Os valores representam o total acumulado de casos notificados de dengue, agrupados por estação do ano, no período de 2015 a 2024.

Fonte: Elaborada pela autora

Verificou-se predominância de casos durante o outono, seguido pelo verão. Em contrapartida, inverno e primavera apresentaram os menores totais de notificações, reforçando o padrão sazonal da dengue na região estudada.

A figura 12 apresenta a distribuição anual dos casos notificados de dengue segundo o sexo entre 2015 e 2024.

Figura 12 - Número anual de casos notificados de dengue segundo o sexo feminino e masculino na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

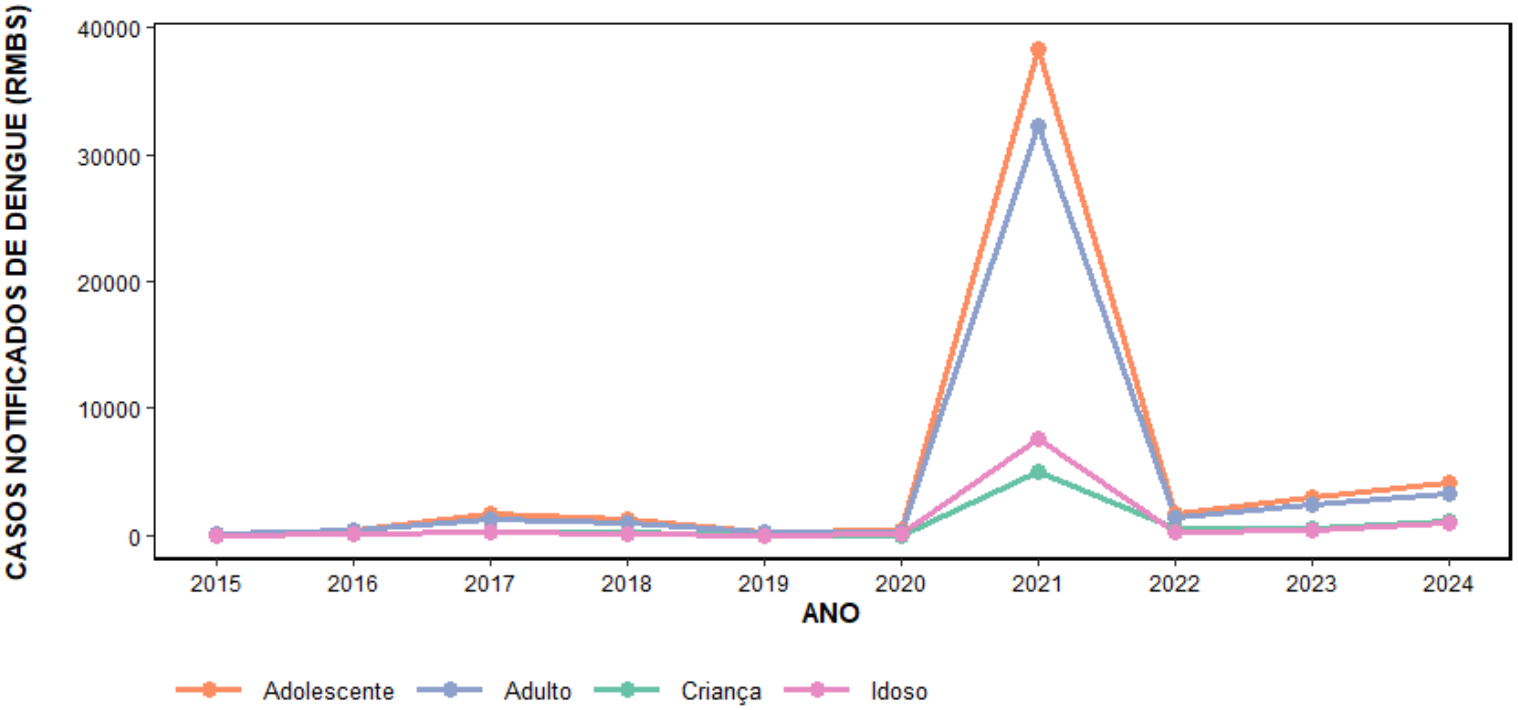


Fonte: Elaborada pela autora

Em todos os anos da série histórica, o número de notificações foi maior entre mulheres. Apesar dessa diferença, homens e mulheres seguiram comportamento semelhante ao longo do período, com aumento expressivo em 2021, redução em 2022 e novo crescimento nos anos seguintes.

A figura 13 apresenta a distribuição anual dos casos notificados de dengue segundo a faixa etária entre 2015 e 2024.

Figura 13 – Número anual de casos notificados de dengue segundo faixa etária na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.



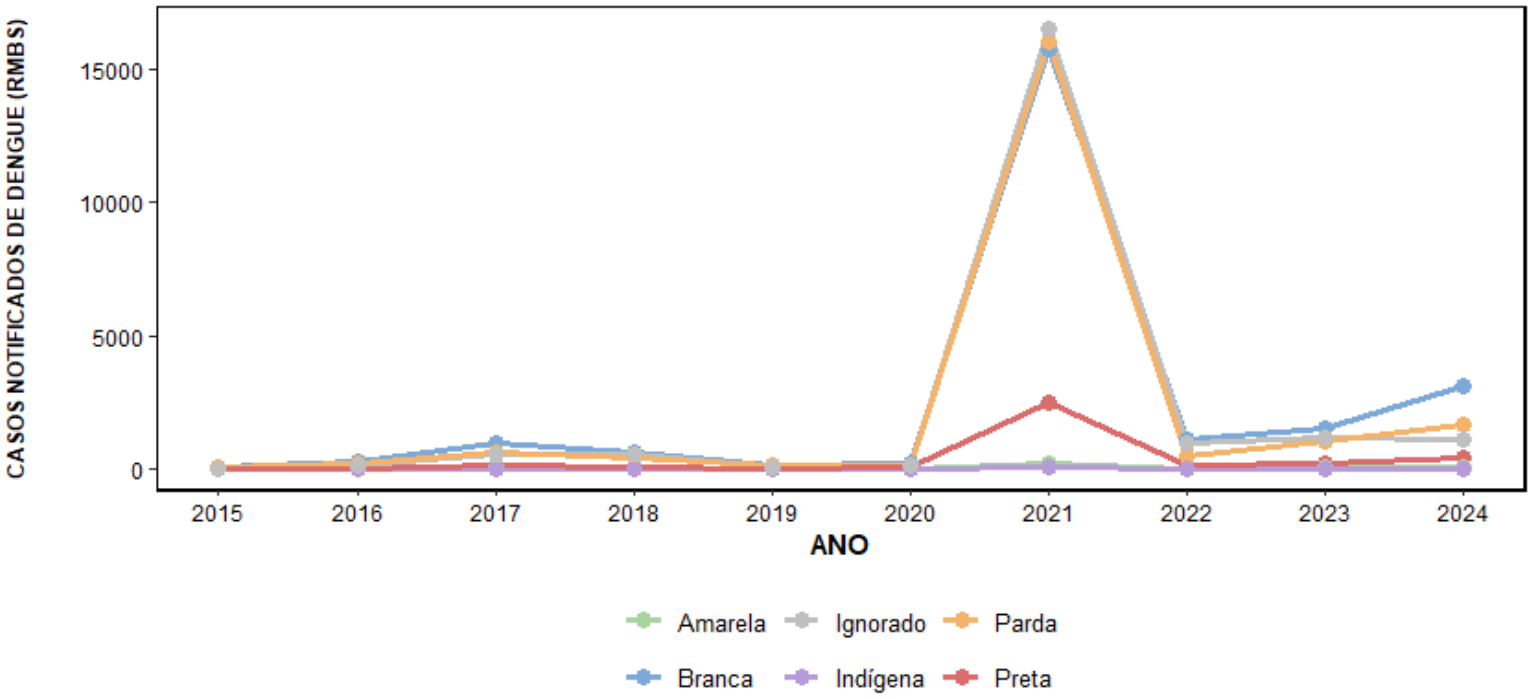
Nota: Criança: 1-9 anos; adolescente: 10-19 anos; adulto: 20-59 anos; idoso: > 60 anos.

Fonte: Elaborada pela autora

Os adolescentes concentraram o maior número de notificações ao longo da série histórica, seguidos pelos adultos. O maior número de casos foi registrado em 2021 para todas as faixas etárias, com redução em 2022 e novo aumento nos anos seguintes. Crianças e idosos apresentaram menor frequência de notificações durante o período analisado.

A figura 14 apresenta a distribuição dos casos notificados de dengue segundo raça/cor.

Figura 14 - Número anual de casos notificados de dengue segundo raça/cor na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

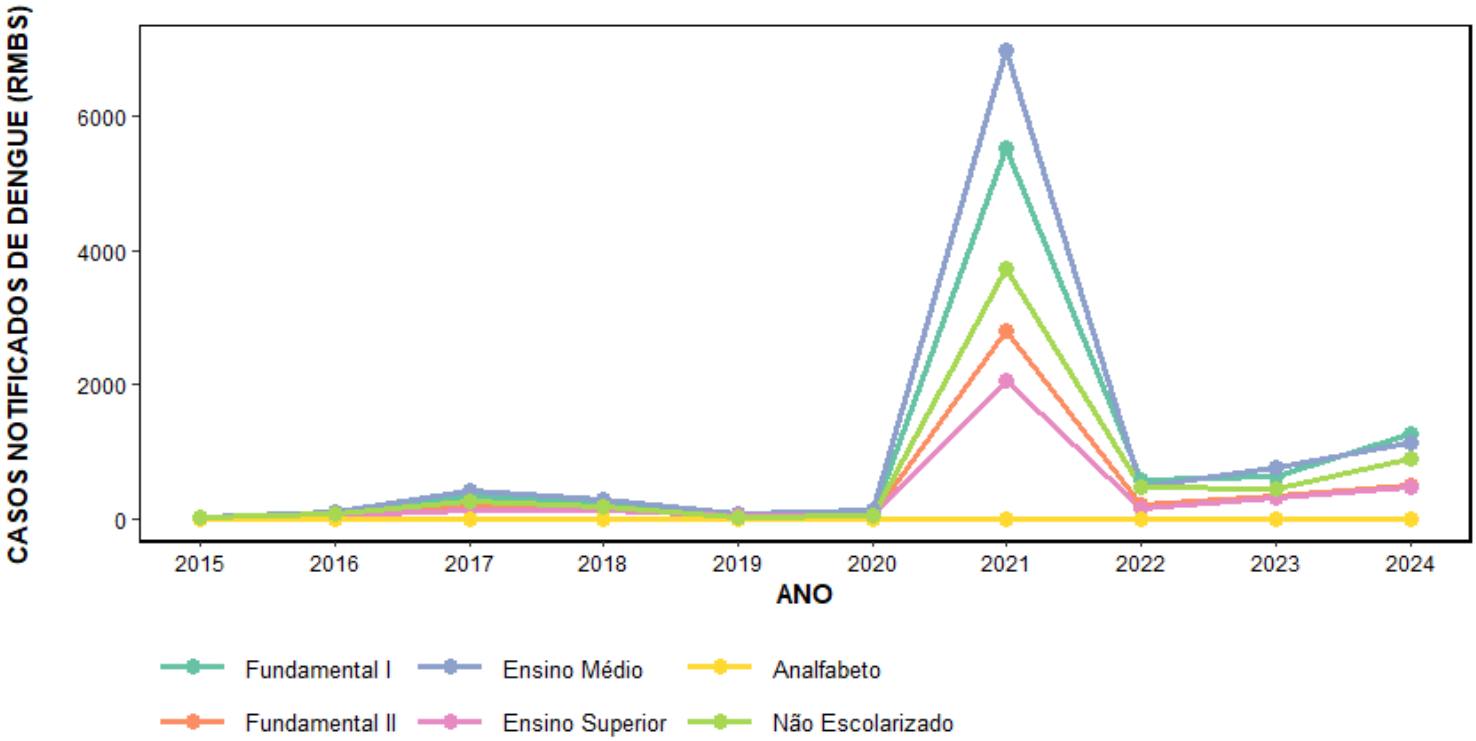


Fonte: Elaborada pela autora

Os maiores registros ocorreram entre indivíduos classificados como brancos e pardos, enquanto as categorias preta, amarela e indígena apresentaram menores frequências ao longo da série histórica. Os registros classificados como ignorados também aumentaram nos anos de maior número de notificações, indicando que parte das notificações não continha informação sobre essa variável.

A figura 15 apresenta a distribuição anual dos casos notificados de dengue segundo o nível de escolaridade entre 2015 e 2024.

Figura 15 - Número anual de casos notificados de dengue segundo o nível de escolaridade na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.



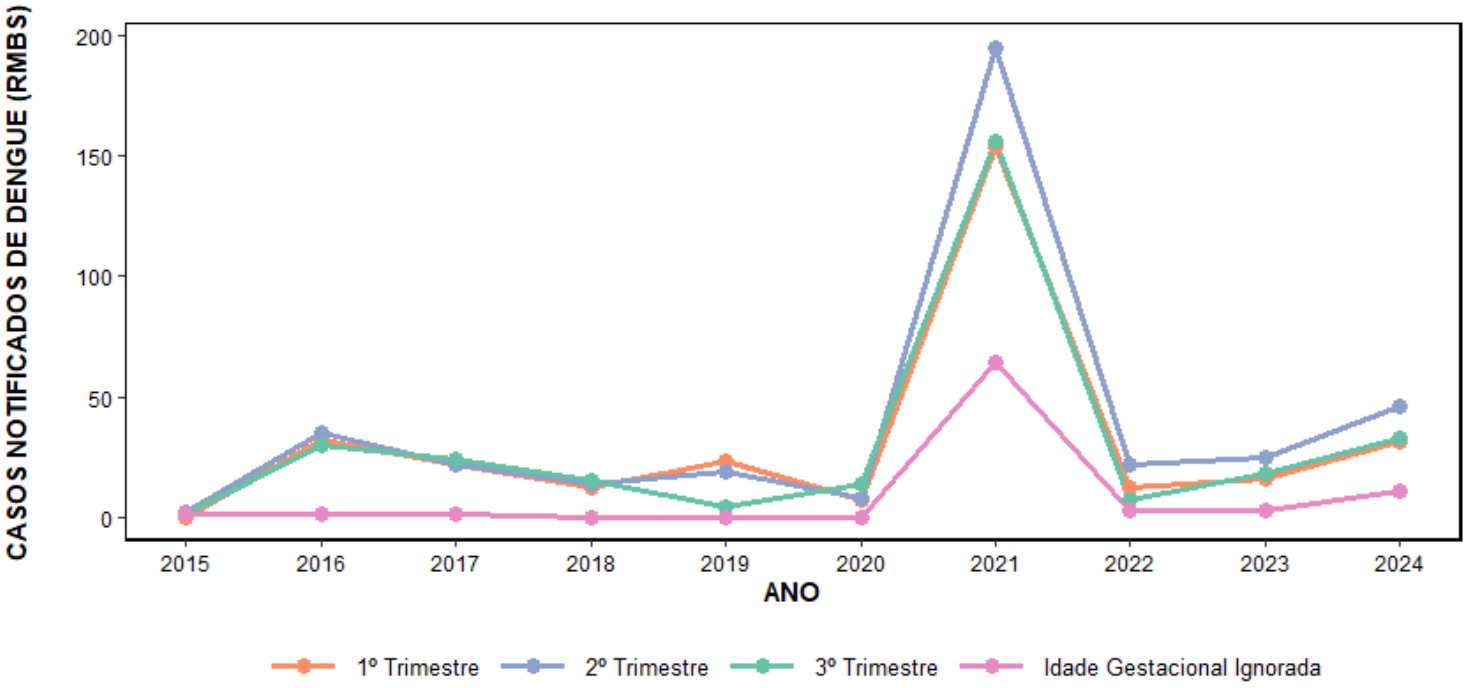
Nota: Fundamental I: 1ª-4ª série; fundamental II: 5ª-9ª série; ensino médio: 1º-3º.

Fonte: Elaborada pela autora

O maior número de notificações ocorreu entre indivíduos com ensino médio, seguido pelo ensino fundamental I. As variáveis não escolarizado, ensino fundamental II e ensino superior apresentaram menor número de notificações ao longo da série histórica. Não foram registrados casos na categoria analfabeto durante o período analisado.

A figura 16 apresenta a distribuição anual dos casos notificados de dengue entre gestantes, segundo o trimestre gestacional, no período de 2015 a 2024.

Figura 16 - Número anual de casos notificados de dengue em gestantes, segundo o trimestre gestacional na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

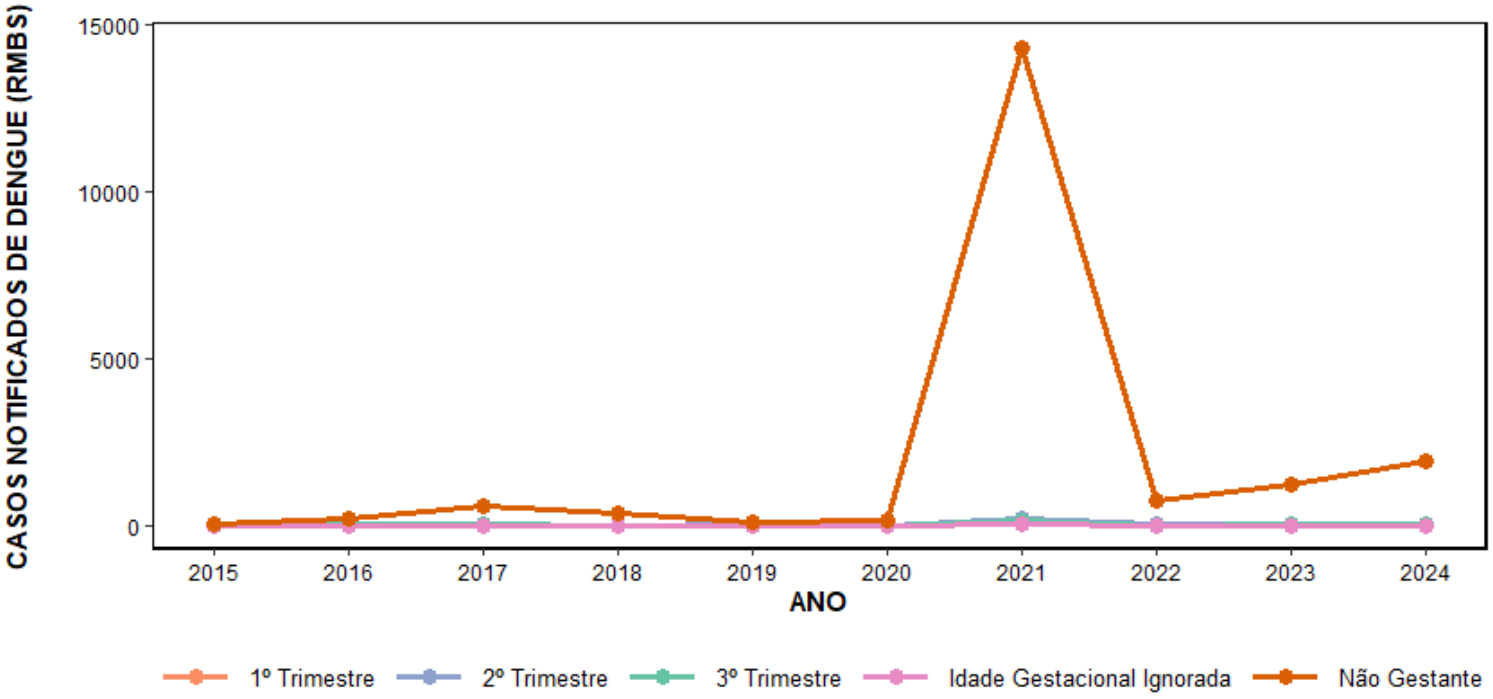


Fonte: Elaborada pela autora

O segundo trimestre concentrou o maior número de notificações durante a série histórica. O primeiro e o terceiro trimestres apresentaram frequências semelhantes, enquanto os registros com idade gestacional ignorada permaneceram menos frequentes ao longo de todo o período analisado. Em todas as categorias, observou-se um aumento das notificações em 2021, seguido de redução em 2022 e novo crescimento nos anos subsequentes.

A figura 17 apresenta a distribuição anual dos casos notificados de dengue segundo a situação gestacional entre 2015 e 2024.

Figura 17 - Número anual de casos notificados de dengue segundo a situação gestacional na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.



Fonte: Elaborada pela autora

Observa-se que a maior parte das notificações ocorreu entre mulheres classificadas como não gestantes em todos os anos da série histórica. Entre as gestantes, o maior número de casos foi registrado em 2021, seguido de redução em 2022 e aumento gradual nos anos seguintes.

Os resultados apresentados nesta seção evidenciam a distribuição temporal e espacial da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, bem como as características epidemiológicas da população acometida durante o período de 2015 a 2024. Observou-se variação na ocorrência da doença entre os municípios, comportamento sazonal e diferenças na distribuição dos casos segundo sexo, faixa etária, raça/cor, escolaridade e situação gestacional. Esses resultados subsidiam a análise da associação entre as variáveis climáticas e ambientais e a ocorrência da dengue, apresentada na seção seguinte.

5.2 Análise descritiva entre as variáveis climáticas e ambientais e a ocorrência de dengue.

A tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da concentração de MP_{10} na Região Metropolitana da Baixada Santista entre 2015 e 2024.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas da temperatura do ar, umidade relativa do ar e concentração de MP_{10} na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

Variável	N	Minimo	Maximo	Media	Desvio-padrão
Temperatura do ar - Santos (°C)	3653	1,23	33,48	23,60	3,43
Umidade relativa do ar - Santos (%)	3653	2,25	100	84,68	9,96
MP_{10} - Santos (µg/m³)	3653	3,08	76,54	21,66	10,00
Temperatura do ar - Cubatão (°C)	3653	1,23	33,82	23,58	3,43
Umidade relativa do ar - Cubatão (%)	3653	2,25	100	82,95	10,16
MP_{10} - Cubatão (µg/m³)	3653	2,92	125,11	26,40	12,04
Temperatura média (°C)	3653	1,23	33,48	23,59	3,42
Umidade relativa média (%)	3653	2,25	100	83,81	9,86
MP_{10} média (µg/m³)	3653	3,48	76,97	24,03	10,21

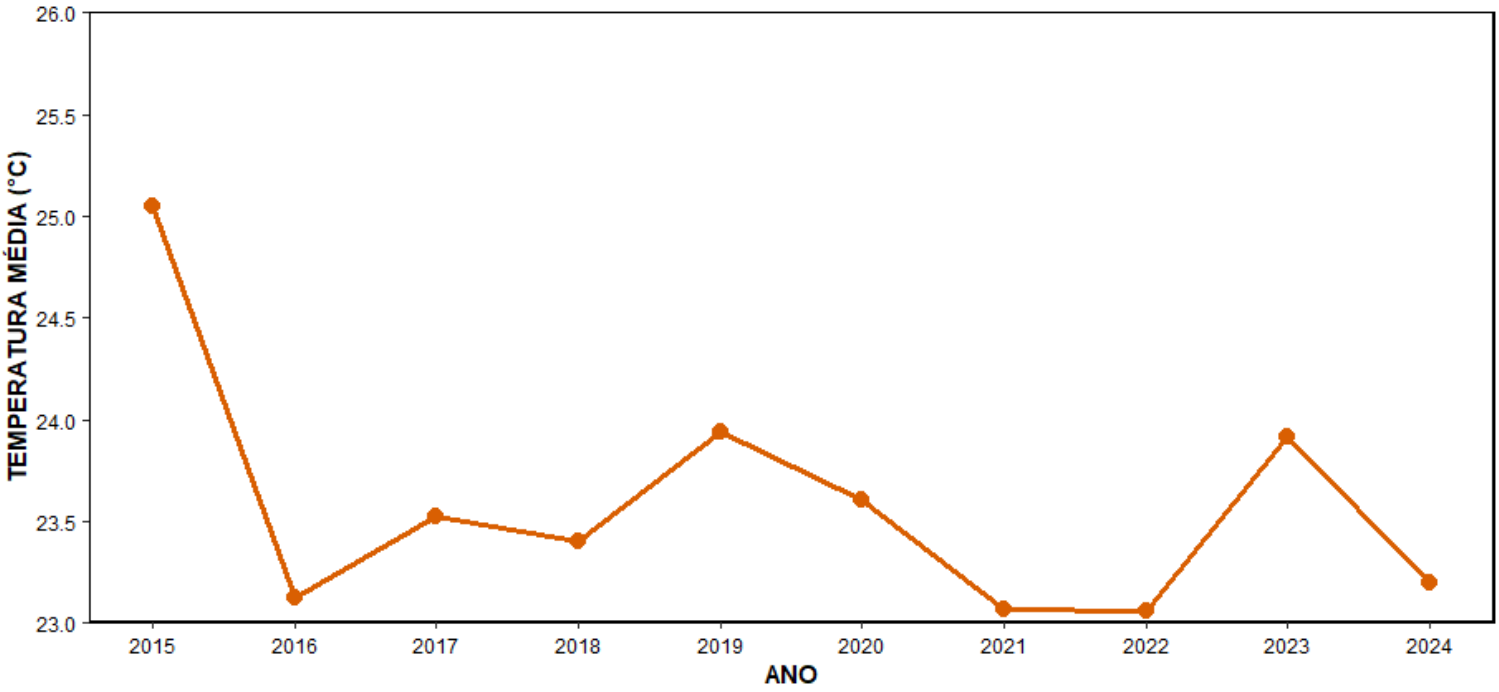
Nota: As variáveis médias correspondem à média diária dos valores registrados nas estações de monitoramento de Santos e Cubatão, considerando o lag 0.

Fonte: Elaborada pela autora

As médias de temperatura foram semelhantes entre Santos e Cubatão. A umidade relativa manteve valores elevados durante todo o período analisado. Em relação ao MP_{10}, Cubatão apresentou média e valor máximo superiores aos observados em Santos, indicando maior concentração desse poluente no município.

A figura 18 apresenta a evolução anual da temperatura média na Região Metropolitana da Baixada Santista entre 2015 e 2024.

Figura 18 - Análise temporal da temperatura média na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

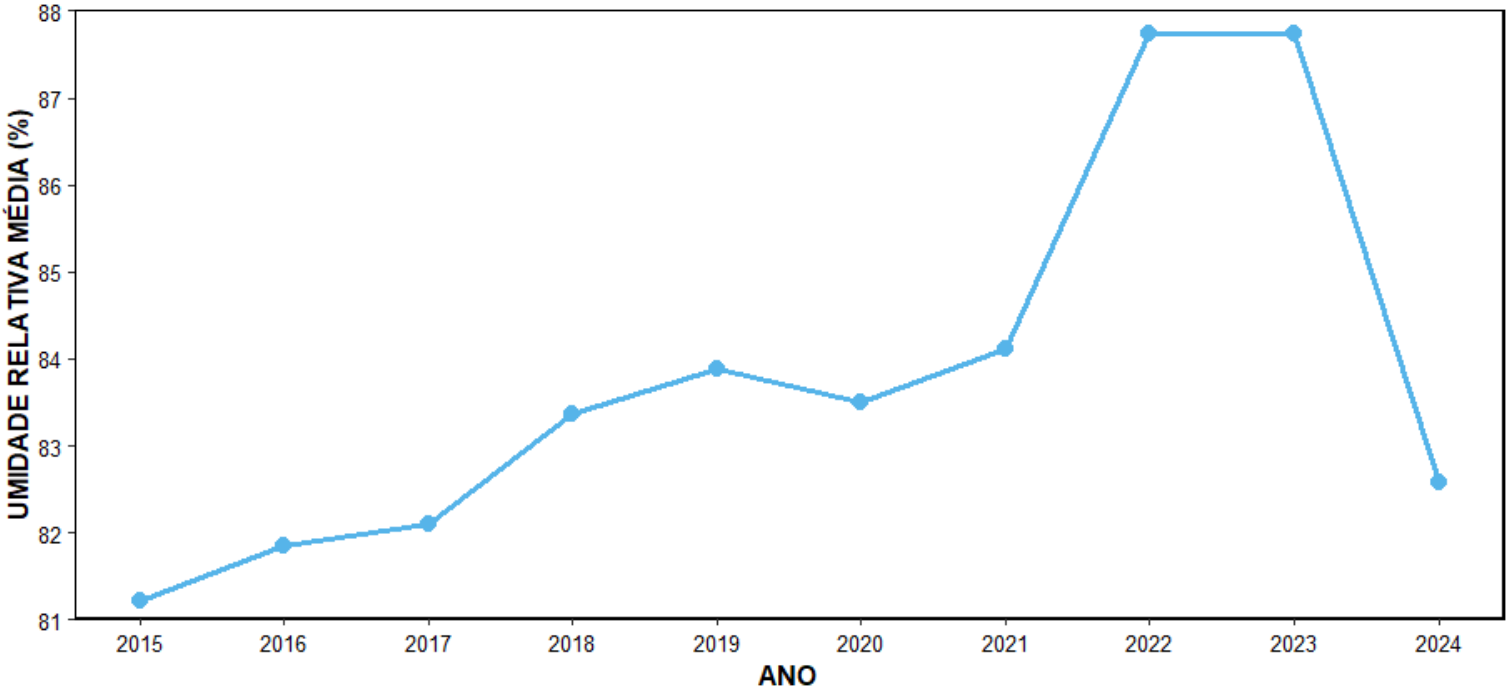


Fonte: Elaborada pela autora

Observou-se variação da temperatura ao longo da série histórica, com maior média registrada em 2015, redução em 2016 e oscilações nos anos seguintes, sem tendência contínua de aumento ou redução.

A figura 19 apresenta a evolução anual da umidade relativa média entre 2015 e 2024.

Figura 19 - Análise temporal da umidade relativa do ar média na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

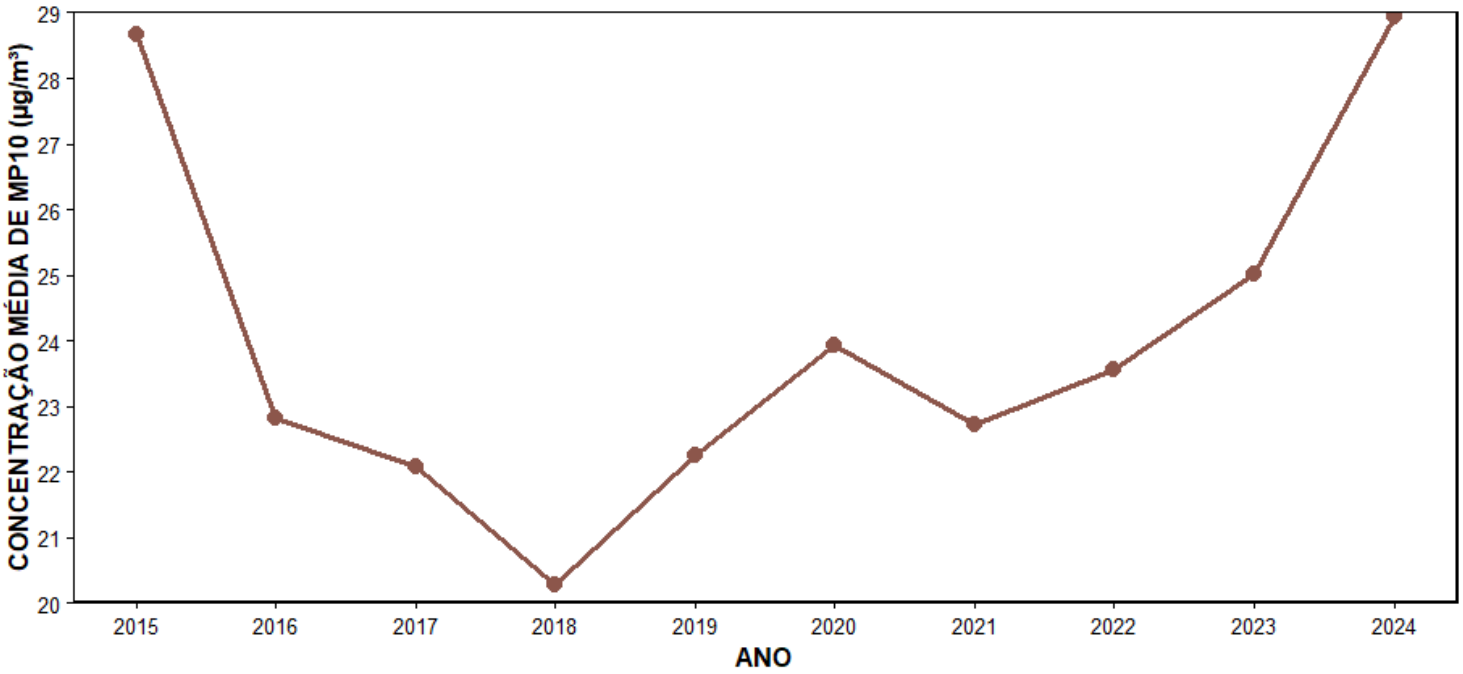


Fonte: Elaborada pela autora

A umidade relativa média apresentou tendência de aumento ao longo da maior parte da série histórica, atingindo os maiores valores em 2022 e 2023, seguida de redução em 2024.

A figura 20 ilustra a evolução anual da concentração média de MP_{10} entre 2015 e 2024.

Figura 20 - Análise temporal da concentração média do MP_{10} na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.



Fonte: Elaborada pela autora

A concentração apresentou redução entre 2015 e 2018, seguida de aumento a partir de 2019, atingindo o maior valor da série em 2024.

5.3 Associação entre as variáveis climáticas e ambientais e a ocorrência de dengue na RMBS.

Esta seção apresenta os resultados da associação entre as variáveis climáticas e ambientais e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, estimada por meio de modelos de regressão de Poisson com estrutura aditiva generalizada (GAM). As análises foram realizadas considerando períodos de defasagem (lags) de 0 a 6 dias, com o objetivo de avaliar a possível influência temporal da temperatura média do ar, da umidade relativa do ar e da concentração de material particulado (MP_{10}) sobre as notificações diárias de dengue. Os resultados são apresentados por meio do risco relativo (RR), respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%) e valores de p, tanto para o conjunto do período estudado quanto para os três períodos analisados separadamente.

A tabela 4 apresenta a associação entre a temperatura média do ar e a ocorrência de dengue considerando os lags de 0 a 6 dias.

Tabela 4 - Correlação entre a temperatura média do ar e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

Lag (dias)	RR	IC95% Inferior	IC95% Superior	*p*-valor
0	0,9587	0,9381	0,9796	**<0,001**
1	1,0162	0,9881	1,0451	0,2615
2	0,9957	0,9683	1,0238	0,7593
3	1,0582	1,0287	1,0886	**<0,001**
4	1,0266	0,9976	1,0565	0,0726
5	0,9892	0,9621	1,017	0,4416
6	0,9791	0,9588	0,9998	**0,0476**

Nota: RR = risco relativo; IC95% = intervalo de confiança de 95%. Valores de $p < 0,05$ indicam associação estatisticamente significativa.

Fonte: Elaborada pela autora

Observou-se associação estatisticamente significativa entre a temperatura média do ar e a ocorrência de dengue nos lags 0, 3 e 6. Temperaturas mais elevadas estiveram associadas à redução do risco de ocorrência de dengue nos lags 0 e 6, enquanto no lag 3 foram associadas ao aumento do risco. Nos demais lags, não foram observadas associações estatisticamente significativas.

A tabela 5 apresenta a associação entre a umidade relativa do ar e a ocorrência de dengue considerando os lags de 0 a 6 dias.

Tabela 5 - Correlação entre a umidade relativa do ar e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

Lag (dias)	RR	IC95% Inferior	IC95% Superior	*p*-valor
0	1,0044	1,0006	1,0083	**0,0252**
1	0,9996	0,9949	1,0042	0,8554
2	0,997	0,9924	1,0017	0,2093
3	1,0084	1,0036	1,0131	**<0,001**
4	1,0037	0,9989	1,0085	0,1272
5	0,9919	0,9873	0,9964	**<0,001**
6	1,0022	0,9984	1,006	0,2633

Fonte: Elaborada pela autora

A umidade relativa do ar apresentou associação estatisticamente significativa com a ocorrência de dengue nos lags 0, 3 e 5. Maiores valores de umidade relativa do ar estiveram associados ao aumento do risco de ocorrência de dengue nos lags 0 e 3 e à redução do risco no lag 5. Nos demais lags, não foram identificadas associações estatisticamente significativas.

A tabela 6 apresenta a associação entre a concentração de MP_{10} e a ocorrência de dengue considerando os lags de 0 a 6 dias.

Tabela 6 - Correlação entre a concentração de MP_{10} e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

Lag (dias)	RR	IC95% Inferior	IC95% Superior	*p*-valor
0	1,0125	1,009	1,0159	**<0,001**
1	1,0014	0,9976	1,0052	0,4790
2	1,0002	0,9963	1,004	0,9328
3	1,0032	0,9993	1,0071	0,1099
4	0,9915	0,9876	0,9955	**<0,001**
5	0,9893	0,9854	0,9932	**<0,001**
6	1,0084	1,0049	1,0119	**<0,001**

Fonte: Elaborada pela autora

A concentração de MP_{10} apresentou associação estatisticamente significativa com a ocorrência de dengue nos lags 0, 4, 5 e 6. Maiores concentrações de MP_{10}

estiveram associadas ao aumento do risco de ocorrência de dengue nos lags 0 e 6 e à redução do risco nos lags 4 e 5. Nos demais lags, não foram identificadas associações estatisticamente significativas.

A tabela 7 apresenta as razões de risco (RR) estimadas pelo modelo de regressão para a ocorrência de dengue segundo os períodos do estudo, considerando o Período 1 como categoria de referência.

Tabela 7 - Correlação entre os períodos do estudo e a ocorrência de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, 2015-2024.

Período	RR	IC95% Inferior	IC95% Superior	*p*-valor
Período 1	1,00	-	-	-
Período 2	1,100	0,558	2,171	0,783
Período 3	2,094	0,913	4,802	0,081

Nota: O período 1 foi adotado como categoria de referência para as comparações entre os períodos.

Fonte: Elaborada pela autora

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os períodos analisados.

A tabela 8 apresenta a associação entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações diárias de dengue no Período 1.

Tabela 8 - Correlação entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações diárias de dengue no período 1 (2015–2017) da Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil.

Variável	RR	IC95% Inferior	IC95% Superior	*p*-valor
Temperatura (L0)	0,9718	0,9276	1,0182	0,2297
Temperatura (L1)	1,0019	0,9503	1,0563	0,9442
Temperatura (L2)	1,0607	0,9990	1,1263	0,0542
Temperatura (L3)	1,0219	0,9641	1,0833	0,4657
Temperatura (L4)	1,0089	0,9516	1,0696	0,7668
Temperatura (L5)	0,9894	0,9394	1,0420	0,6861
Temperatura (L6)	1,0090	0,9637	1,0565	0,7020
Umidade (L0)	0,9982	0,9892	1,0073	0,7035
Umidade (L1)	0,9968	0,9870	1,0068	0,5315
Umidade (L2)	1,0055	0,9944	1,0167	0,3347
Umidade (L3)	0,9993	0,9887	1,0101	0,9018
Umidade (L4)	1,0048	0,9939	1,0157	0,3924
Umidade (L5)	1,0006	0,9906	1,0107	0,9137
Umidade (L6)	1,0012	0,9919	1,0106	0,8019
MP_{10} (L0)	1,0068	0,9966	1,0171	0,1946
MP_{10} (L1)	0,9978	0,9866	1,0091	0,7001
MP_{10} (L2)	0,9948	0,9833	1,0063	0,3719
MP_{10} (L3)	0,9957	0,9844	1,0071	0,4534
MP_{10} (L4)	0,9883	0,97706	0,9997	**0,0434**
MP_{10} (L5)	0,9997	0,9887	1,0109	0,9605
MP_{10} (L6)	1,0066	0,9965	1,0167	0,2008

.

Fonte: Elaborada pela autora

No período 1, a temperatura média do ar e a umidade relativa do ar não apresentaram associação estatisticamente significativa com as notificações diárias de dengue em nenhum dos lags analisados. A concentração de MP_{10} apresentou associação estatisticamente significativa apenas no lag 4, em que maiores concentrações estiveram associadas à redução do risco de ocorrência de dengue. Nos demais lags, não foram identificadas associações estatisticamente significativas.

A tabela 9 apresenta a associação entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações diárias de dengue no período 2 (2018–2020).

Tabela 9 - Correlação entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações diárias de dengue no Período 2 (2018-2020) da Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil.

Variável	RR	IC95% Inferior	IC95% Superior	*p*-valor
Temperatura (L0)	1,008	0,951	1,07	0,779
Temperatura (L1)	0,975	0,902	1,053	0,514
Temperatura (L2)	1,032	0,955	1,115	0,422
Temperatura (L3)	1,031	0,953	1,116	0,441
Temperatura (L4)	0,989	0,914	1,07	0,788
Temperatura (L5)	0,953	0,883	1,027	0,209
Temperatura (L6)	1,023	0,968	1,08	0,424
Umidade (L0)	1,004	0,993	1,015	0,449
Umidade (L1)	0,997	0,985	1,01	0,648
Umidade (L2)	1,001	0,989	1,014	0,828
Umidade (L3)	1,005	0,992	1,018	0,438
Umidade (L4)	0,994	0,982	1,007	0,358
Umidade (L5)	0,997	0,985	1,009	0,618
Umidade (L6)	1,003	0,993	1,013	0,582
MP_{10} (L0)	1,004	0,994	1,015	0,447
MP_{10} (L1)	1,008	0,997	1,02	0,161
MP_{10} (L2)	0,99	0,979	1,001	0,087
MP_{10} (L3)	1,003	0,992	1,015	0,576
MP_{10} (L4)	0,998	0,987	1,01	0,783
MP_{10} (L5)	1,005	0,994	1,017	0,350
MP_{10} (L6)	1,004	0,994	1,015	0,426

Fonte: Elaborada pela autora

No Período 2, nenhuma das variáveis climáticas e ambientais avaliadas apresentou associação estatisticamente significativa com as notificações diárias de dengue, independentemente do lag considerado.

A tabela 10 apresenta a associação entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações diárias de dengue no Período 3 (2021–2024).

Tabela 10 - Correlação entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações diárias de dengue no Período 3 (2021-2024) da Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil.

Variável	RR	IC95% Inferior	IC95%Superior	*p*-valor
Temperatura (L0)	0,957	0,926	0,989	**0,010**
Temperatura (L1)	1,023	0,98	1,067	0,309
Temperatura (L2)	0,988	0,947	1,032	0,588
Temperatura (L3)	1,064	1,019	1,111	**0,005**
Temperatura (L4)	1,03	0,986	1,076	0,188
Temperatura (L5)	0,99	0,948	1,034	0,658
Temperatura (L6)	0,977	0,946	1,009	0,162
Umidade (L0)	1,005	0,999	1,01	0,130
Umidade (L1)	1	0,993	1,007	0,972
Umidade (L2)	0,996	0,989	1,003	0,219
Umidade (L3)	1,009	1,002	1,016	**0,015**
Umidade (L4)	1,004	0,997	1,011	0,301
Umidade (L5)	0,991	0,984	0,998	**0,011**
Umidade (L6)	1,002	0,996	1,008	0,488
MP_{10} (L0)	1,013	1,008	1,018	**0,001**
MP_{10} (L1)	1,001	0,995	1,007	0,734
MP_{10} (L2)	1,001	0,995	1,006	0,828
MP_{10} (L3)	1,004	0,998	1,009	0,223
MP_{10} (L4)	0,991	0,986	0,997	**0,004**
MP_{10} (L5)	0,988	0,982	0,994	**0,001**
MP_{10} (L6)	1,009	1,003	1,014	**0,001**

Fonte: Elaborada pela autora

No período 3, a temperatura média do ar apresentou associação estatisticamente significativa com as notificações diárias de dengue nos lags 0 e 3. Temperaturas mais elevadas estiveram associadas à redução do risco no lag 0 e ao aumento do risco no lag 3. A umidade relativa do ar apresentou associação estatisticamente significativa nos lags 3 e 5, estando associada ao aumento do risco no lag 3 e à redução do risco no lag 5. A concentração de MP_{10} apresentou associação estatisticamente significativa nos lags 0, 4, 5 e 6. Maiores concentrações de MP_{10}

estiveram associadas ao aumento do risco nos lags 0 e 6 e à redução do risco nos lags 4 e 5.

De modo geral, os resultados evidenciaram diferenças nas associações entre as variáveis climáticas e ambientais e as notificações diárias de dengue ao longo dos períodos analisados. Enquanto algumas associações foram identificadas no modelo geral, outras foram observadas apenas em períodos específicos. Esses resultados serão discutidos na seção seguinte.

6 DISCUSSÃO

6.1 Evolução da incidência da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista entre 2015 e 2024

A dengue a doença transmitida por mosquitos de maior prevalência mundial, colocando aproximadamente metade da população global em risco (WHO, 2026).

Nas últimas décadas, o Brasil apresentou aumento expressivo das notificações de dengue, acompanhado pela elevação da letalidade, especialmente nos anos subsequentes à pandemia de COVID-19 (Lima *et al*., 2025). No Estado de São Paulo, esse cenário é potencializado pela ampla dispersão do *Aedes aegypti* e pela circulação simultânea dos quatro sorotipos do vírus da dengue, fatores que intensificam a ocorrência de epidemias e aumentam a demanda pelos serviços de saúde, bem como o risco de casos graves e óbitos (PMS, 2025).

Nesse contexto, a análise da série histórica da Região Metropolitana da Baixada Santista evidenciou importante variação temporal da ocorrência da dengue entre 2015 e 2024, com diferenças na distribuição das notificações entre os municípios. Entre eles, Santos concentrou o maior número absoluto de casos, seguido por Guarujá, São Vicente e Cubatão. Os coeficientes de incidência também oscilaram ao longo do período analisado, destacando-se o aumento expressivo registrado em 2021, seguido por redução em 2022 e novo incremento em 2023 e 2024.

A heterogeneidade observada na distribuição temporal da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista acompanha o comportamento descrito em âmbito nacional por Araujo *et al.* (2025), que identificaram diferenças na intensidade da transmissão entre os municípios brasileiros e oscilações na ocorrência de epidemias ao longo do tempo. Esses achados reforçam a importância de investigações em escala regional, capazes de identificar particularidades da dinâmica de transmissão que, muitas vezes, não são evidenciadas em análises de abrangência nacional.

Santos destacou-se como o município com maior ocorrência de dengue ao longo da série histórica. Esse resultado corrobora estudos realizados no município, que demonstram a persistência de elevada transmissão da doença ao longo dos anos. Schleder (2024) identificou maior concentração de casos em áreas com elevada densidade demográfica e populacional, enquanto Fernandes *et al.,* (2014) verificaram que Santos respondeu, em diferentes anos, por parcela expressiva dos casos

registrados no Estado de São Paulo, reforçando sua importância na dinâmica epidemiológica da dengue.

As características da dinâmica urbana da Região Metropolitana da Baixada Santista também contribuem para contextualizar esse resultado. Rios *et al.,* (2022) demonstraram que Santos permanece como o principal polo regional, concentrando elevada densidade populacional, atividades econômicas e intensa circulação de pessoas. Os autores também descrevem que a região passou por expressivo crescimento urbano nas últimas décadas, acompanhado pela expansão da ocupação para áreas ambientalmente vulneráveis e pela crescente integração entre os municípios da região.

Na Região Metropolitana da Baixada Santista, observou-se estabilidade no número de notificações de dengue em 2020, seguida por um aumento expressivo em 2021. Esse comportamento pode ter sido influenciado pelo contexto da pandemia de COVID-19. Mascarenhas *et al.* (2020) sugerem que a reorganização dos serviços de saúde e a priorização das ações voltadas ao enfrentamento da pandemia podem ter contribuído para a subnotificação dos casos de dengue em 2020. Assim, os dados desse período devem ser interpretados com cautela, pois podem refletir limitações na vigilância e na notificação dos casos, além da própria dinâmica de transmissão da doença (Mascarenhas *et al.,* 2020).

Após a redução observada em 2022, verificou-se novo aumento das notificações de dengue em 2023, mantendo-se a tendência de crescimento em 2024, comportamento semelhante ao observado em âmbito nacional. Nanni *et al.* (2026) identificaram mudança no padrão epidemiológico da dengue no Brasil no período pós-pandemia, caracterizada pelo aumento da incidência e da carga da doença em comparação aos anos anteriores.

Segundo os autores, esse comportamento pode estar relacionado, entre outros fatores, à reorganização dos serviços de vigilância durante a pandemia, à retomada da mobilidade populacional e à intensificação da circulação viral. Esses aspectos, associados às condições favoráveis à proliferação do *Aedes aegypti* e aos desafios no controle vetorial, podem ter contribuído para o aumento das notificações observado nos anos mais recentes (Nanni *et al.,* 2026; Lordão *et al*., 2024).

Em conjunto, esses resultados demonstram que a dinâmica temporal da dengue na RMBS acompanha a tendência observada no Brasil, caracterizada por oscilações na incidência ao longo dos anos e recrudescimento recente da doença.

Na interpretação desses resultados, também devem ser consideradas as características da dinâmica urbana da RMBS. Rios *et al.,* (2022) demonstraram que a região passou por intenso crescimento urbano, expansão territorial e ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis, além de crescente integração entre os municípios, características que compõem o contexto socioambiental da área de estudo.

6.2 Perfil epidemiológico dos casos de dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista

A ocorrência da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista apresentou comportamento sazonal bem definido, com predominância de notificações durante o outono, seguido pelo verão, enquanto inverno e primavera concentraram os menores registros. Esse padrão também foi observado em âmbito nacional, onde o maior número de notificações de dengue em 2022 ocorreu no mês de abril, período correspondente ao pós-chuva na maior parte dos estados brasileiros, compatível com a concentração de casos nos meses subsequentes ao período de maior pluviosidade (Ferreira *et al.,* 2023).

Além da sazonalidade, observou-se maior frequência de casos entre adolescentes, seguidos pelos adultos. Embora a dengue acometa indivíduos de todas as faixas etárias, o perfil epidemiológico da doença pode sofrer alterações ao longo do tempo. No município de Santos, as epidemias mais recentes evidenciaram aumento da incidência entre crianças de 5 a 9 anos e adolescentes de 15 a 19 anos (PMS, 2025).

Esse perfil também foi observado em âmbito nacional. Milian Prates *et al.* (2024), ao analisarem os casos de dengue entre crianças e adolescentes no Brasil no período de 2019 a 2023, identificaram maior concentração de notificações na faixa etária de 15 a 19 anos.

Os autores destacam que, embora a maior ocorrência de casos tenha sido registrada entre os adolescentes mais velhos, as internações foram mais frequentes entre indivíduos de 10 a 14 anos, sugerindo que a distribuição dos casos nem sempre acompanha a gravidade clínica da doença. Uma hipótese que pode contribuir para explicar esse resultado é a maior mobilidade cotidiana dos adolescentes, uma vez que a literatura demonstra que o deslocamento humano constitui importante fator na dinâmica de transmissão da dengue (Johansen *et al.,* 2021; Stoddard *et al.,* 2009).

Embora a maior frequência de casos tenha sido observada entre adolescentes neste estudo, Vega (2019) identificou que indivíduos de 6 a 14 anos apresentaram maior associação com óbito por dengue grave, evidenciando que essa faixa etária pode apresentar maior risco de evolução desfavorável quando acometida pela doença.

Uma possível explicação para esse padrão é o acúmulo de imunidade específica na população adulta após sucessivas epidemias, tornando os indivíduos mais jovens proporcionalmente mais suscetíveis à infecção, especialmente em cenários de circulação ou reintrodução de diferentes sorotipos do vírus da dengue (PMS, 2025).

Em âmbito estadual, o Boletim Epidemiológico de Arboviroses Urbanas do Estado de São Paulo referente ao primeiro semestre de 2026 também demonstrou maior incidência de dengue entre mulheres e adultos jovens, com predominância na faixa etária de 20 a 34 anos (SÃO PAULO, 2026). Embora o predomínio de adolescentes observado neste estudo difira parcialmente do perfil descrito em investigações recentes realizadas em outras escalas geográficas, essa divergência reforça que a distribuição etária da dengue pode variar de acordo com o contexto epidemiológico, a dinâmica de circulação viral e as características demográficas de cada região.

Quanto ao sexo, verificou-se maior frequência de notificações entre mulheres, resultado que também tem sido descrito em estudos epidemiológicos realizados no Brasil. Embora a dengue acometa indivíduos de ambos os sexos, esse padrão pode refletir diferenças no comportamento de busca por serviços de saúde, facilitando o diagnóstico e o registro dos casos entre as mulheres.

Segundo Gomes *et al.,* (2007), muitos homens tendem a priorizar o trabalho e a responsabilidade pelo sustento familiar em detrimento do cuidado com a própria saúde, além de recorrerem, com maior frequência, à automedicação ou a tratamentos informais antes de procurar assistência profissional. Como consequência, casos com manifestações clínicas leves podem permanecer sem diagnóstico e sem notificação, contribuindo para a maior proporção de registros no sexo feminino.

Quanto à raça/cor, predominaram indivíduos classificados como brancos e pardos, enquanto o maior número de notificações ocorreu entre pessoas com ensino médio. De forma semelhante, Mistro *et al.* (2022), ao analisarem os casos de dengue no Brasil entre 2014 e 2021, também identificaram maior frequência de notificações

entre indivíduos com ensino médio completo. Entretanto, quanto à raça/cor, os autores observaram predominância entre indivíduos autodeclarados pardos. Essas diferenças sugerem que a distribuição dos casos segundo raça/cor pode variar conforme as características demográficas da população analisada e a qualidade do preenchimento dessa variável nos sistemas de informação.

Entre as gestantes, verificou-se maior frequência de notificações no segundo trimestre da gravidez. Esse resultado é semelhante ao encontrado por Nascimento *et al.,* (2017), que, ao caracterizarem os casos de dengue em gestantes no Brasil entre 2007 e 2015, também identificaram distribuição semelhante entre os três trimestres gestacionais, com discreto predomínio de casos no segundo trimestre (32,6%). Entretanto, os autores verificaram que, embora a maior frequência de notificações tenha ocorrido nesse período, o risco de óbito por dengue foi significativamente maior entre gestantes no terceiro trimestre da gestação, evidenciando maior vulnerabilidade materna à evolução desfavorável da doença nas fases mais avançadas da gravidez.

Os resultados reforçam a necessidade de vigilância epidemiológica, diagnóstico precoce e acompanhamento clínico rigoroso das gestantes acometidas por dengue durante todo o período gestacional, especialmente no terceiro trimestre (Nascimento *et al*., 2017).

6.3 - Associação entre alterações climáticas e a incidência da dengue na RMBS.

As mudanças climáticas exercem influência direta sobre a dinâmica de transmissão das arboviroses, modificando a sazonalidade da doença, favorecendo a formação de novos criadouros e alterando a distribuição geográfica dos vetores. Diante desse cenário, torna-se necessária a adoção de estratégias adaptativas de vigilância e controle capazes de responder às mudanças ambientais e climáticas (WHO, 2026).

Na Região Metropolitana da Baixada Santista, observou-se predominância das notificações de dengue durante o verão e o outono, padrão que acompanha o comportamento sazonal descrito para o município de Santos, onde a maior concentração de casos ocorre entre os meses de março e maio, seguida por redução das notificações durante o inverno e retomada da transmissão nos meses subsequentes (Fernandes *et al.,* 2014).

Esse comportamento sazonal está diretamente relacionado às condições meteorológicas. A ocorrência de chuvas aumenta a disponibilidade de recipientes com

água, favorecendo a formação de criadouros do *Aedes aegypti*, enquanto temperaturas mais elevadas aceleram o desenvolvimento do vetor, reduzem o período de incubação extrínseca do vírus e aumentam sua capacidade de sobrevivência e reprodução, favorecendo a transmissão da dengue (Johansson *et al.,* 2009).

Para avaliar a influência das variáveis climáticas e ambientais sobre a ocorrência da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, foram utilizados modelos de regressão de Poisson com estrutura aditiva generalizada (GAM), considerando defasagens temporais (lags) de zero a seis dias.

De modo geral, observou-se que temperatura média do ar, umidade relativa e concentração de MP_{10} apresentaram associações com a ocorrência da dengue em diferentes momentos da série histórica, embora com magnitudes e padrões distintos entre as variáveis e entre os períodos analisados. Enquanto algumas associações ocorreram de forma imediata (lag 0), outras manifestaram-se apenas após alguns dias de defasagem, evidenciando que os efeitos das condições ambientais sobre a transmissão da dengue não são necessariamente instantâneos, mas refletem a dinâmica biológica do vetor e do vírus.

Esse comportamento temporal também foi observado por Sousa (2012), que demonstrou que as variáveis climáticas apresentam diferentes períodos de defasagem em relação aos casos de dengue, evidenciando que as alterações ambientais influenciam a transmissão após intervalos variáveis de tempo. Esses resultados reforçam a importância da utilização de modelos que considerem estruturas de defasagem para compreender a relação entre clima e ocorrência da doença (Sousa, 2012).

6.3.1 Associação entre a temperatura média do ar e a ocorrência de dengue.

No modelo referente ao período total (2015-2024), a temperatura média do ar apresentou associação estatisticamente significativa com a ocorrência de dengue nos lags 3 e 6. Nos períodos estratificados, entretanto, observou-se comportamento distinto, com ausência de associação significativa entre 2015 e 2020 e identificação de efeito apenas no período de 2021 a 2024, quando a temperatura apresentou associação significativa no lag 0. Esses resultados sugerem que a influência da temperatura sobre a transmissão da dengue variou ao longo da série histórica, tornando-se mais evidente no período de maior ocorrência da doença.

A associação entre temperatura e transmissão da dengue apresenta plausibilidade biológica amplamente descrita na literatura. Temperaturas mais elevadas favorecem o desenvolvimento, a sobrevivência e a atividade do *Aedes aegypti*, além de aumentar a oviposição e a abundância do vetor. Em estudo realizado no município de São Paulo, Silva (2017) verificou associação significativa entre as temperaturas máxima e mínima e a oviposição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, indicando que o aumento da temperatura favorece a deposição de ovos e pode contribuir para o aumento da população vetorial.

De forma semelhante, Sousa (2012) observou aumento do número de casos de dengue em períodos caracterizados por temperaturas médias mais elevadas, reforçando que a temperatura constitui um dos principais fatores ambientais relacionados à intensificação da transmissão.

A temperatura constitui um dos principais determinantes ambientais da transmissão de doenças vetoriais, pois influencia o desenvolvimento dos patógenos no vetor, a frequência de hematofagia e a distribuição espacial e temporal dos mosquitos, podendo modificar o potencial de transmissão em diferentes regiões.

Os achados deste estudo são compatíveis com esses mecanismos biológicos, uma vez que a associação observada, especialmente entre 2021 e 2024, sugere que as condições térmicas registradas nesse período favoreceram a transmissão da dengue na região. Temperaturas mais elevadas aceleram o desenvolvimento do vetor, reduzem o período de incubação extrínseca do vírus e influenciam o comportamento alimentar das fêmeas de *Aedes aegypti*, cuja realização do repasto sanguíneo é essencial para o desenvolvimento ovariano e para a manutenção do ciclo reprodutivo. Em conjunto, esses mecanismos aumentam a probabilidade de transmissão viral, principalmente quando associados à disponibilidade de criadouros e a condições ambientais favoráveis (Johansson *et al*., 2009; Morim et *al.,* 2013; WHO, 2026).

Além disso, estudos de modelagem da capacidade vetorial demonstram que o potencial de transmissão da dengue aumenta com a elevação da temperatura até aproximadamente 29 °C. Acima desse limiar, observa-se redução da capacidade vetorial em decorrência dos efeitos negativos das temperaturas mais elevadas sobre a sobrevivência e outros parâmetros biológicos do vetor, evidenciando que a relação entre temperatura e transmissão da dengue não é linear (Liu-Helmersson *et al.,* 2014).

Em conjunto, os resultados reforçam que a ocorrência da dengue resulta da interação entre diferentes variáveis climáticas, cujos efeitos se manifestam em

distintos intervalos temporais e variam conforme as características ambientais de cada região. Dessa forma, a incorporação de informações meteorológicas aos sistemas de vigilância pode contribuir para o aprimoramento das estratégias de prevenção e controle da doença, especialmente em cenários de mudanças climáticas (Sousa, 2012; WHO, 2026).

6.3.2 Associação entre a umidade relativa do ar e a ocorrência de dengue

Os modelos ajustados para a umidade relativa do ar demonstraram associação significativa com a ocorrência de dengue apenas em determinados períodos e lags temporais. Considerando todo o período de estudo (2015–2024), observaram-se associações significativas nos lags 0, 3 e 5. Nas análises estratificadas, não foram identificadas associações entre 2015–2017 e 2018–2020, enquanto no período de 2021–2024 permaneceu significativa apenas a associação observada no lag 5.

Em estudo realizado na Baixada Santista, Sousa (2012) verificou que os maiores registros de dengue ocorreram em períodos caracterizados por redução da umidade relativa mínima, sugerindo que essa variável influencia a dinâmica de transmissão da doença em conjunto com outros fatores climáticos. Esses achados são compatíveis com os resultados do presente estudo, no qual a umidade relativa apresentou associação significativa apenas em determinados períodos e lags, indicando que seu efeito pode variar conforme as condições ambientais e epidemiológicas predominantes.

A influência da umidade relativa do ar sobre a transmissão da dengue está relacionada principalmente aos seus efeitos sobre a sobrevivência, a longevidade e a atividade do Aedes aegypti. Em condições de umidade adequada, o vetor apresenta menor risco de desidratação e maior expectativa de vida, aumentando a probabilidade de sobreviver ao período de incubação extrínseca do vírus e de realizar novos repastos sanguíneos, favorecendo sua capacidade de transmissão. Entretanto, esses efeitos dependem da interação com outras variáveis climáticas, especialmente temperatura e precipitação (Morin *et al.,* 2013; Naish *et al.,* 2014).

Revisões sistemáticas demonstram que a umidade relativa do ar está entre as principais variáveis climáticas associadas à ocorrência da dengue, embora sua influência apresente comportamento menos consistente do que o observado para a temperatura. Dessa forma, os efeitos da umidade tendem a variar entre diferentes

regiões e períodos epidemiológicos, reforçando a necessidade de interpretar essa variável em conjunto com os demais fatores ambientais (Naish *et al*., 2014).

Assim, os resultados deste estudo reforçam que a umidade relativa do ar exerce influência sobre a ocorrência da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, porém de forma menos uniforme do que a temperatura. A associação observada apenas em determinados períodos e lags sugere que essa variável atua em conjunto com outros fatores climáticos e ambientais na determinação da dinâmica de transmissão da doença.

6.3.3 Associação entre a concentração de MP_{10} e a ocorrência de dengue.

Os modelos ajustados para a concentração de MP_{10} demonstraram associação estatisticamente significativa com a ocorrência de dengue no período total analisado (2015–2024), com efeitos observados nos lags 0, 4, 5 e 6. Nas análises estratificadas, verificou-se associação significativa apenas no lag 4 entre 2015 e 2017, ausência de associação estatisticamente significativa no período de 2018 a 2020 e associação nos lags 0, 4, 5 e 6 entre 2021 e 2024.

Esses resultados indicam que a associação entre o MP_{10} e a ocorrência de dengue variou ao longo da série temporal, tornando-se mais evidente no período de maior transmissão da doença.

Estudos recentes sugerem que a associação entre o MP_{10} e a ocorrência de dengue é complexa e não linear. Concentrações moderadas de material particulado podem estar associadas à transmissão da doença, enquanto níveis muito elevados podem comprometer a atividade e a sobrevivência do Aedes aegypti, reduzindo sua capacidade de alimentação e reprodução. Esses achados indicam que os efeitos do MP_{10} sobre a dengue dependem da intensidade da exposição e da interação com outros fatores ambientais e climáticos (Mailepessov *et al*., 2025).

6.3.4 Implicações das alterações climáticas para a vigilância e o controle da dengue.

O manejo dos criadouros representa uma estratégia consolidada de controle vetorial, sendo empregado com sucesso há mais de um século na prevenção de doenças transmitidas por mosquitos (WHO, 2023; BRASIL, 2024e). Segundo a Organização Mundial da Saúde, essa estratégia compreende ações destinadas a

impedir o acúmulo de água, prevenir a oviposição, reduzir a população larvária e interromper o desenvolvimento dos mosquitos até a fase adulta. Essas medidas são particularmente efetivas em áreas urbanas, onde os recipientes com potencial para acumular água podem ser identificados e manejados com maior facilidade, reduzindo a proliferação do *Aedes aegypti* e, consequentemente, o risco de transmissão da dengue. Nesse contexto, especialmente diante das alterações ambientais e climáticas que favorecem a formação de novos criadouros, a participação ativa da comunidade, aliada às ações de educação em saúde, torna-se fundamental para o êxito das estratégias de vigilância e controle vetorial (WHO, 2026).

Entre as limitações deste estudo, destaca-se a possibilidade de subnotificação dos casos de dengue, condição frequentemente descrita em estudos epidemiológicos realizados com dados secundários. Além disso, a ocorrência de informações incompletas nas fichas de notificação pode comprometer a qualidade das análises e influenciar a interpretação dos resultados. Deve-se considerar ainda a possibilidade de imprecisão diagnóstica ou de classificação dos casos, especialmente em virtude da semelhança clínica entre a dengue e outras arboviroses circulantes, mesmo quando há confirmação laboratorial (Romero Vega, 2019).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dengue permanece como um dos principais desafios para a saúde pública mundial, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, onde as condições ambientais favorecem a manutenção do vetor. Nesse contexto, as mudanças climáticas representam um importante fator modificador da dinâmica de transmissão da doença, tornando necessária a incorporação de informações climáticas às estratégias de vigilância, prevenção e controle.

Os resultados deste estudo demonstraram que as alterações climáticas exerceram influência sobre a incidência da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista durante o período analisado. A temperatura do ar apresentou associação com a ocorrência da doença, evidenciando seu papel na aceleração do desenvolvimento do Aedes aegypti, na redução do período de incubação extrínseca do vírus e no aumento do potencial de transmissão. Além da temperatura, a umidade relativa do ar e o material particulado (MP_{10}) contribuíram para compreender a dinâmica ambiental da dengue, demonstrando que a transmissão da doença resulta da interação entre múltiplos fatores climáticos, ambientais e epidemiológicos.

Esses achados corroboram evidências nacionais e internacionais que apontam as mudanças climáticas como um dos principais desafios contemporâneos para o controle das arboviroses, reforçando que eventos climáticos extremos e alterações nas condições ambientais tendem a modificar a distribuição do vetor e ampliar os períodos favoráveis à transmissão da dengue.

Os resultados obtidos também reforçam a importância da integração entre os sistemas de vigilância epidemiológica, vigilância ambiental e monitoramento climático, possibilitando o desenvolvimento de estratégias mais eficientes para o planejamento das ações de prevenção e controle da doença. A utilização de informações meteorológicas como ferramenta complementar pode contribuir para a identificação precoce de períodos de maior risco e para o direcionamento das ações de controle vetorial, especialmente em regiões vulneráveis como a Região Metropolitana da Baixada Santista.

Além das ações tradicionais de eliminação de criadouros, torna-se fundamental fortalecer estratégias de adaptação às mudanças climáticas, conforme recomendado por organismos internacionais, integrando planejamento urbano, educação em saúde, monitoramento ambiental, vigilância epidemiológica e políticas públicas voltadas à

redução da vulnerabilidade das populações expostas aos eventos climáticos extremos. Essas medidas podem contribuir para aumentar a capacidade de resposta dos serviços de saúde diante dos impactos das mudanças climáticas sobre a transmissão da dengue.

Entre as limitações deste estudo, destaca-se a utilização de dados secundários provenientes dos sistemas oficiais de informação em saúde e de monitoramento ambiental. Em relação aos dados epidemiológicos, a qualidade das informações depende do adequado preenchimento das fichas de notificação, sendo observados registros incompletos e ausência de informações em algumas variáveis, o que pode ter influenciado parte das análises realizadas. Quanto às variáveis meteorológicas e ambientais obtidas por meio do sistema QUALAR/CETESB, verificou-se a existência de períodos com ausência de registros, decorrentes de falhas operacionais e interrupções no funcionamento dos equipamentos de monitoramento, resultando em lacunas nas séries históricas analisadas. Essas limitações são inerentes à utilização de bases secundárias e de sistemas de monitoramento ambiental e devem ser consideradas na interpretação dos resultados apresentados.

Outro aspecto identificado durante o desenvolvimento desta pesquisa refere-se à escassez de estudos que abordem a Região Metropolitana da Baixada Santista de forma integrada. A literatura disponível concentra-se predominantemente no município de Santos, sendo ainda reduzido o número de investigações que contemplem conjuntamente os nove municípios da região. Essa lacuna limita comparações regionais e evidencia a necessidade de ampliar as pesquisas voltadas à Baixada Santista, considerando suas características climáticas, ambientais e epidemiológicas, de modo a fortalecer a produção científica e subsidiar estratégias de vigilância e controle mais adequadas às especificidades locais.

Recomenda-se que estudos futuros ampliem o período de monitoramento e incorporem outras variáveis climáticas e ambientais, bem como dados provenientes de um maior número de estações meteorológicas e de qualidade do ar. Além disso, o fortalecimento dos sistemas de vigilância epidemiológica e do monitoramento ambiental, com maior regularidade na coleta e disponibilização dos dados, poderá contribuir para análises mais robustas e para o aprimoramento dos modelos preditivos da dengue frente aos impactos das mudanças climáticas. Espera-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir para o avanço do conhecimento científico sobre a relação entre alterações climáticas e dengue, bem como subsidiar o planejamento de

políticas públicas e ações integradas de vigilância, prevenção e controle da doença na Região Metropolitana da Baixada Santista.

8 CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que variáveis climáticas e ambientais exerceram influência sobre a ocorrência da dengue. A temperatura média do ar, a umidade relativa do ar e a concentração de material particulado (MP_{10}) apresentaram associações estatisticamente significativas em diferentes períodos de defasagem, evidenciando que seus efeitos sobre a incidência da doença ocorrem de forma temporal e não linear. Esses achados reforçam que a dinâmica da dengue resulta da interação entre fatores climáticos, ambientais e epidemiológicos, que influenciam o desenvolvimento do vetor e o risco de transmissão.

Conclui-se que as alterações climáticas constituem um importante componente da dinâmica epidemiológica da dengue na Região Metropolitana da Baixada Santista, reforçando a necessidade de integrar informações climáticas às ações de vigilância epidemiológica, monitoramento ambiental e controle vetorial, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais eficientes de prevenção e enfrentamento da doença diante dos impactos das mudanças climáticas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

ARAUJO, E. C.; TODEÇO, C. T.; LOCH, S.; VACARO, L. B.; FREITAS, L. P.; LANA, R. M.; BASTOS, L. S.; DE ALMEIDA, I. F.; VALENTE, F.; CARVALHO L. M.; COLHO F. C.; **Large-scale epidemiological modelling: scanning for mosquito-borne diseases spatio-temporal patterns in Brazil**. *Royal Society Open Science*, London, v. 12, n. 5, e241261, 2025. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12115816/ . Acesso em: 26 jul 2026.

AMS - AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY. **Recursos e respostas da AMS à crise federal da ciência**. Disponível em: https://www.ametsoc.org/ams/ . Acesso em: 10 set 2025.

BEZERRA, J. M. T.; SOUSA, S. C.; TAUIL, P. L.; CARNEIRO, M.; BARBOSA, D. S.. **Entrada e distribuição geográfica dos sorotipos do vírus da dengue nas unidades federativas brasileiras: uma revisão sistemática**. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 24, e210020, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepid/a/z96xfD3n9nhNTqRqqPfwSYR/?format=html&lang=pt . Acesso em: 30 jul. 2026.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Arboviroses**. Brasília, DF, 2024a. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses. Acesso em: 1 set. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Qualidade do Ar**. Brasília, DF: MMA, 2022. Disponível em: www.gov.br/mma. Acesso em: 11 set. 2025.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. **El Niño 2024: boletim de junho**. Boletim n. 8, 12 jun.2024b. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/noticias/el-ni%C3%B1o-2024-boletim-de-junho . Acesso em: 15 set. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Dengue**. Brasília, DF, 2025c. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue . Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Entenda por que os casos de dengue aumentam no verão**. Brasília, DF, 2025d. Publicado em: 2 jan. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2025/janeiro/entenda-porque-os-casos-de-dengue-aumentam-no-verao. Acesso em: 10 set. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Ações Estratégicas de Epidemiologia e Vigilância em Saúde e Ambiente. **Guia de vigilância em saúde: volume 2**. 6. ed. rev. Brasília: MINISTTÉRIO DA SAÚDE, 2024e. 3 v. il. ISBN 978-65-5993-505-5. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_v2_6edrev.pdf. Acesso em: 9 set. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Ações Estratégicas de Epidemiologia e Vigilância em Saúde e Ambiente. **Dengue: diagnóstico e manejo clínico: adulto e criança**. 6. ed. Brasília: MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2024f. 81 p. il. ISBN 978-65-5993-577-2. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/dengue_diagnostico_manejo_clinico_6ed.pdf. Acesso em: 9 set. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Doenças Transmissíveis. **Plano de contingência nacional para dengue, Chikungunya e Zika**. Brasília: MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2025g. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/guias-e-manuais/2025/plano-de-contingencia-nacional-para-dengue-chikungunya-e-zika.pdf . Acesso em: 8 set. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Departamento de Informação e Informática do SUS (DATASUS). **Sobre o DATASUS**. Brasília, DF, 2025h. Disponível em: https://datasus.saude.gov.br/sobre-o-datasus/. Acesso em: 1 set. 2025.

BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA. **Impactos do La Niña no clima brasileiro: o que esperar em 2025**. Brasília, DF, 2025i. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/noticias/impactos-do-la-ni%C3%B1a-no-clima-BRASILeiro-o-que-esperar-em-2025 . Acesso em: 14 set. 2025.

BONITA, R.; BEAGLEHOLE, R.; KJELLSTRÖM, T. **Epidemiologia básica**. 2. ed. Tradução e revisão científica de Juraci A. Cesar. São Paulo: Santos, 2010. 213 p. ISBN 978-85-7288-839-4. Diponível em: https://www.ispsn.org/sites/default/files/documentos-virtuais/pdf/9788572888394_por.pdf . Acesso em 13 maio, 2026.

CABRAL, L. C.; REI, F. C. F. **As mudanças climáticas e um novo olhar sobre o Ártico.** Revista Eletrônica Leopoldianum, v. 48, n. 136, 2022. Disponível em: https://periodicos.unisantos.br/leopoldianum/article/view/1345 . Acesso em: 14 maio 2026.

CAMARA, T. N. L**. A dengue é produto do meio: uma abordagem sobre os impactos do ambiente no mosquito Aedes aegypti e nos casos da doença**. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 27, art. e240048, 2024. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbepid/a/tScn3zQV4kWqYrh35fKYWdM/?lang=pt. Acesso em: 10 set.2025.

CAMARA, T. **Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no BRASIL**. Revista de Saúde Pública, São Paulo, p. 6-7, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rsp/a/ZVNSNvmVknYpnDYnNYZHwxk/?lang=pt. Acesso em: 9 set. 2025.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J**. Clima das Regiões Brasileiras e Variabilidade Climática**. Porto Alegre: Oficina de Texto, 2025. E-book. p. 29. ISBN 9786586235340. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786586235340/. Acesso em: 10 set. 2025.

CÂMARA, A. J. A. **Modelo aditivo generalizado para dados de contagem: uma aplicação para avaliar o impacto da poluição atmosférica na saúde**. 2019. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: https://www.est.ufmg.br/portal/wp-content/uploads/2023/01/238-dissertacao_Ana_Julia_Alves_Camara.pdf . Acesso em: 24 jul. 2026.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Life Cycle of Aedes Mosquitoes. 2025**. Disponível em: https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycle-of-aedes-mosquitoes.html. Acesso em: 10 set. 2025.

CERQUEIRA-SILVA, T.; CARDIM, L. L.; PAIXÃO, E.; ROSSI, M.; SANTOS, A. C.; SOUZA, A. P. F; SANTOS, G.; BARRETO, M. L.; BRICKLEY, E. B.; PESCARINI, J. M.; . **Hospitalização, mortalidade e anos de vida perdidos entre casos de chikungunya e dengue no BRASIL: um estudo de coorte nacional, 2015-2024**. The Lancet Regional Health – Americas, v. 49, p. 101177, 7 jul. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.lana.2025.101177 . Acesso em: 14 maio 2025.

COELHO, C. A. W. **Mudança do clima no BRASIL: síntese atualizada e perspectivas para decisões estratégicas**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024. 106 p. ISBN 978-65-5471-018-3. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/paginas/mudanca-do-clima-no-brasil-sintese-atualizada-e-perspectivas-para-decisoes-estrategicas-1/relatorio_mudanca_clima_brasil_v2025_defeso.pdf . Acesso em: 14 set. 2025.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **QUALAR: Sistema de Informações de Qualidade do Ar**. 2025a. Disponível em: https://CETESB.sp.gov.br/ar/qualar/. Acesso em: 1 set. 2025.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Poluentes: Qualidade do Ar**. 2025b
Disponível em: https://CETESB.sp.gov.br/ar/poluentes/. Acesso em: 1 set. 2025.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa de Qualidade do Ar**. 2025c
Disponível em: https://arcgis.cetesb.sp.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=13582bb92885456fb9f10ee84ad1507e&page=Classificação-Atua Acesso em: 2 set. 2025.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Padrões de qualidade do ar**. 2025d Disponível em: https://www.cetesb.sp.gov.br/cetesb/qualidade_ambiental/ar/informacoes_basicas/padroes_de_qualidade_do_ar . Acesso em: 2 set. 2025.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**. Informações sobre radiação ultravioleta**. São Paulo, 2025e. Disponível em: https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/items/720c9544-83a8-4385-a409-de99004f8ae1 Acesso em: 11 set. 2025.

CORTESE, T. e NATALINI, G. **Mudanças climáticas: do global ao local**. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2014. Bibliografia: p. 1. ISBN 978-85-204-4660-7.

CORTEZ, A. T. C. e ORTIGOZA, S. A. G. **Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano**. São Paulo: Editora UNESP; Cultura Acadêmica, 2009. 146 p. ISBN 978-85-7983-007-5**.** Disponível em: https://static.scielo.org/scielobooks/n9brm/pdf/ortigoza-9788579830075.pdf. Acesso em: 24 jul. 2026.

COSTA, M. e BARRETO, S. **Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 12, n. 4, p. 194, dez. 2003. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v12n4/v12n4a03.pdf . Acesso em: 13 maio. 2025.

FÁVERO, L. P. e BELFIORE, P. **Manual de análise de dados**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. ISBN 978-85-352-7087-7.

FERNANDES, M. A. B.; NATAL, D.; DOMINGOS, M. F.. **Aspectos epidemiológicos da transmissão de dengue em Santos, São Paulo, no período de 1997 a 2012**. Journal of Health & Biological Sciences, Fortaleza, v. 2, n. 1. 2014. DOI: 10.12662/2317-3076jhbs.v2i1.45.p.5.2014. Disponível em: https://periodicos.unichristus.edu.br/jhbs/article/view/45 . Acesso em: 26 jul. 2026.

FERREIRA, T. B.; PEREIRA, N. S.; FERNANDES, M. C. C. **Perfil epidemiológico da dengue no Brasil em 2022**. The Brazilian Journal of Infectious Diseases, Rio de Janeiro, v. 27, supl. 1, 103564, 2023. Disponível em: https://www.bjid.org.br/en-perfil-epidemiologico-da-dengue-no-articulo-resumen-S1413867023008243 . Acesso em: 26 jul. 2026.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Como é o ciclo de vida do mosquito Aedes aegypti?** Rio de Janeiro: Fiocruz, 2019. Disponível em: https://fiocruz.br/pergunta/como-e-o-ciclo-de-vida-do-mosquito-aedes-aegypti. Acesso em: 30 jul. 2026.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Por quanto tempo o ovo do mosquito Aedes aegypti sobrevive no ambiente?** Rio de Janeiro: Fiocruz, 2019. Disponível em: https://fiocruz.br/pergunta/por-quanto-tempo-o-ovo-do-mosquito-aedes-aegypti-sobrevive-no-ambiente. Acesso em: 30 jul. 2026.

GASPARRINI, A. **Modeling exposure–lag–response associations with distributed lag non-linear models**. Statistics in Medicine, Hoboken, v. 33, n. 5, p. 881–899, 2014. DOI: https://doi.org/10.1002/sim.5963. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sim.5963 . Acesso em: 24 jul. 2026.

GOMES, J. P. M.; RIBAS, I. M.; VALADARES, P. A. R.; JARDIM, L. S.; NOGUEIRA, M. C.; FERREIRA, C. C. M.; WATANABE, A. S. A.; FERREIRA, L. C. M.**. Relação entre temperatura do ar e incidência de dengue: estudo de séries temporais em Minas Gerais, BRASIL (2010–2019)**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 40, n. 3, e00076723, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-311XPT076723 . Acesso em: 8 set. 2025.

GEES - GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Secretaria da Saúde. **Conheça o ciclo do mosquito Aedes aegypti e saiba como combatê-lo**. Disponível em: https://mosquito.saude.es.gov.br/Notícia/conheca-o-ciclo-do-mosquito-aedes-aegypti-e-saiba-como-combate-lo . Acesso em: 10 set. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de Saúde. **Dengue: pesquisadores de SP alertam para necessidade de vigilância para ressurgimento do sorotipo 3**. São Paulo, 23 jan. 2025b. Disponível em: https://saude.sp.gov.br/coordenadoria-de-controle-de-doencas/noticias/23012025-dengue-pesquisadores-de-sp-alertam-para-necessidade-de-vigilancia-para-ressurgimento-do-sorotipo-3 . Acesso em: 8 set. 2025.

GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO. **Guia da Qualidade do Ar: informe público**. Vitória: Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), [s.d.]. Guia_Qualidade_Ar_ebook.pdf .PDF (20 p.). Disponível em: https://iema.es.gov.br/qualidadedoar . Acesso em: 10 set. 2025c.

GOMES, R.; NASCIMENTO, E. F.; ARAÚJO, F. C. **Por que os homens buscam menos os serviços de saúde do que as mulheres? As explicações de homens com baixa escolaridade e homens com ensino superior.** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 565-574, 2007. DOI: 10.1590/S0102-311X2007000300015.Disponível em: https://cadernos.ensp.fiocruz.br/ojs/index.php/csp/article/view/3230 . Acesso em: 26 jul. 2026.

HAJJAR, L. A. **Emergências em situação de desastres naturais**. Barueri: Manole, 2024. E-book. p. 14. ISBN 9788520456736. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520456736/. Acesso em: 8 set. 2025.

IU-HELMERSSON, J.; STENLUND, H.; WILDER-SMITH, A.; ROCKLÖV, J. **Vectorial capacity of Aedes aegypti: Effects of temperature and implications for global dengue epidemic potential**. PLoS ONE, San Francisco, v. 9, n. 3, e89783, 2014. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0089783 . Acesso em: 27 jul. 2026.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da população: publicadas no Diário Oficial da União em 29 de agosto de 2024, com data de referência em 1º de julho de 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2024**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html . Acesso em: 29 jul. 2026.

IPCC. Climate Change 2023: Synthesis Report. Summary for Policymakers. **Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report** of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/summary-for-policymakers/ . Acesso em: 30 jul. 2026.

IPCC. Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima. **Resumo para formuladores de políticas**. 6 out. 2018. Disponível em: https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/. Acesso em: 5 jun. 2024.

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf . Acesso em: 14 ago 2025.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Mudança do Clima 2023: Relatório de Síntese**. Genebra: IPCC, 2023. p. 1-34. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/. Acesso em: 15 ago. 2025.

IMPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Glossário de Meteorologia**. CPTEC.Cachoeira Paulista, 2025. Disponível em: https://www.cptec.inpe.br Acesso em: 15 ago. 2025

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SIDRA: Tabela 6579: população residente estimada**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579 . Acesso em: 22 jul. 2026.

JOHANSEN, I. C.; CASTRO, M. C.; ALVES, L. C.; CARMO, R. L. **Mobilidade populacional e características demográficas e ambientais das epidemias de dengue em uma metrópole no Sudeste do Brasil, 2007-2015**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 37, n. 5, e00079620, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csp/a/PbmJzvk7BXf68MjSRVrbT9N/?lang=en . Acesso em: 26 jul. 2026.

LEMOS, A. S e LINS, R. S. **Doenças infecciosas na emergência: diagnóstico e tratamento**. Barueri: Manole, 2023. E-book. p. 212. ISBN 9786555763232. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555763232/ . Acesso em: 9 set. 2025.

LIMA, S. S. N.; FRANCO, S. M.; MONTE, C.O.; GUIMARÃES-COSTA, A. J. **Epidemiologia da dengue: uma análise espacial, temporal e social dos casos na região Norte do Brasil**. Revista JRG de Estudos Acadêmicos, Brasília, v. 9, n. 20, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.55892/jrg.v9i20.3437 . Acesso em: 26 jul. 2026.

LORDÃO, D. B. M. A.V.; SALAROLI, R.; SILVA, L. A.; SÁ, R. R. B.; MEDINA, N. C. S. S.; BISPO, C. V. S.; CESÁRIO, S. R.; MEIRA, L. F.; ANDRADE, I. A.; OLIVEIRA, J. P. G.; DIAS, H. C.; SANTOS, L. C.; **Avaliação de novos casos de dengue no Sudeste entre 2016 e 2024: um estudo ecológico**. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 6, n. 5, p. 1534-1548, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n5p1534-1548 . Acesso em: 26 jul. 2026.

MASCARENHAS, M. D. M.; BATISTA, F. M. A.; RODRIGUES, M. T. P.; BARBOSA, O. A. A.; BARROS, V. C. **Ocorrência simultânea de COVID-19 e dengue: o que os dados revelam?** Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 36, n. 6, e00126520, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0102-311X00126520 . Acesso em: 17 ago 2025.

MAILEPESSOV, D.; ONG, J.; AIK, J. **Influencie of air pollution and climate variability on dengue in Singapore: a time-series analysis**. Scientific Reports, v. 15, art. 13467, 2025. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-025-97068-2.pdf . Acesso em: 27 jul. 2026.

MARQUES, H. H. de S.; SAKANE, P. T. **Infectologia**. 2. ed. Barueri: Manole, 2017. E-book. p. 36. ISBN 978655 5762259. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555762259/. Acesso em: 9 set. 2025.

MERCHÁN-HAMANN, E. e TAUIL, P. L. **Proposta de classificação dos diferentes tipos de estudos epidemiológicos descritivos**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, v. 30, n. 1, e2018126, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1679-49742021000100026 . Acesso em: 24 jul. 2026.

MISTRO, V. B.; MISTRO, V. B.; BELZUNCES, V. C.; KREMER, G. A.; MARINHEIRO, J. C. **Características epidemiológicas da dengue no Brasil entre 2014 a 2021**. The Brazilian Journal of Infectious Diseases, Rio de Janeiro, v. 26, supl. 2, p. 102485, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.bjid.2022.102485 . Acesso em: 26 jul. 2026.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Situação epidemiológica da dengue: Semanas Epidemiológicas 1 a 25/2024**. Brasília, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/apresentacoes/2024/apresentacao-situacao-epidemiologica-da-dengue-se-21-a-25-de-2024. Acesso em: 8 set. 2025.

MORIN, C. W.; COMRIE, A. C.; ERNST, K. **Climate and dengue transmission: evidence and implications**. Environmental Health Perspectives, Research Triangle Park, v. 121, n. 11–12, p. 1264–1272, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1289/ehp.1306556 . Acesso em: 27 jul. 2026.

MOURA, H.; GUIMARÃES, L. B.; SALEME, E. R. **Mudanças climáticas: deslizamentos na Baixada Santista e a responsabilidade socioambiental do Estado**. Revista Eletrônica Leopoldianum, Santos, v. 50, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.58422/releo2024.e1603 . Acesso em: 9 set. 2025.

MURRAY, N. E. A.; QUAM, M. B.; WILDER-SMITH, A.. **Dengue epidemiology: past, present, and future perspectives.** 2013. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/CLEP.S34440 . Acesso em: 20 ago 2025.

NAISH, S.; DALE, P.; MACKENZIE, J. S.; MCBRIDE, J.; MENGERSEN, K.; TONG, S. **Climate change and dengue: a critical and systematic review of quantitative modelling approaches**. BMC Infectious Diseases, London, v. 14, art. 167, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-167 . Acesso em: 27 jul. 2026.

NANNI, C. O.; ZANCHI, G. A. A.; GARCIA, J. S.; SILVA, I. G. M.; OLIVEIRA, K.; LIMA, N. R. D.; PILAN, L. S.; PAULUK, J. O.; TOMAZINI, L. L.; GARCIA, L. C. D.; COLOMBO, I. C. L.; FIGUEIREDO, L. R.; CORREIA, T. M.; SANTINI, B. C.; SILVEIRA, L. H.; MORESCHI, E.; FAVA, R. F.; RONCO, V. B.; ANDRADE, J. C. **Mudança no padrão epidemiológico da dengue no Brasil no período pré, durante e pós-COVID-19: série temporal segmentada (2016–2025)**. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 8, n. 2, p. 1101-1111, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n2p1101-1111 . Acesso em: 26 jul. 2026.

NASCIMENTO, L. B.; SIQUEIRA, C. M.; COELHO, G. E.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. B. **Dengue em gestantes: caracterização dos casos no Brasil, 2007-2015**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, v. 26, n. 3, p. 433-442, 2017. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/ress/2017.v26n3/433-442/ . Acesso em: 27 jul. 2026.

ONU. **O que são as mudanças climáticas**.4 ago. 2021. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-são-mudanças-climáticas . Acesso em: 5 jun. 2024.

ONU. **Causas e efeitos das mudanças climáticas**. 28 fev. 2022. Disponível em: https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change. Acesso em: 5 jun. 2024.

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde. **A saúde precisa estar no centro dos planos nacionais de combate às mudanças climáticas**. 2023. Disponível em: https://www.paho.org/pt/noticias/23-11-2023-saude-precisa-estar-no-centro-dos-planos-nacionais-combate-mudancas-climaticas. Acesso em: 5 jun. 2024.

ORELLANO, P.; KASDAGLI, M.; PÉREZ VELASCO, R. P.; SAMOLI, E. **Long-term exposure to particulate matter and mortality: an update of the WHO Global Air Quality Guidelines systematic review and meta-analysis**. International Journal of Public Health, v. 69, p. 1607683, 2024. Disponível em: https://www.ssph-journal.org/journals/international-journal-of-public-health/articles/10.3389/ijph.2024.1607683/full . Acesso em: 30 jul. 2026.

PMS- Prefeitura Municipal de Santos. **Mudanças climáticas e saúde: Santos está na rota da discussão do tema**. 2024. Disponível em: https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/mudancas-climaticas-e-saude-santos-esta-na-rota-da-discussao-do-tema . Acesso em: 5 jun. 2024.

REINHOLD, J. M.; LAZZARI, C. R.; LAHONDÈRE, C**. Effects of the environmental temperature on Aedes aegypti and Aedes albopictus mosquitoes: a review**. Insects, Basel, v. 9,n. 4, p. 158, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.3390/insects9040158 .Acesso em: 8 set. 2025.

RIBEIRO, H. **Geoprocessamento e Saúde: Muito Além de Mapas**. Barueri: Manole, 2017. E-book. p. 51. ISBN 9788520450796. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/002838865 . Acesso em: 10 set. 2025.

RIOS, L. G.; VIANA, M. A.; MORRONE, A. L. **Adensamento e verticalização nos municípios centrais da Região Metropolitana da Baixada Santista**. Cadernos Metrópole, São Paulo, v. 24, n. 54, p. 523-547, maio/ago. 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cm/a/CSxTyVHt9vsVZPRb4rjvz7R/?lang=pt . Acesso em: 29 jul. 2026.

RODRIGUES, D. e PAIVA, I. **Plano prepara a Baixada Santista para enfrentar mudanças climáticas e garantir abastecimento de água**. Observatório da Água. 2023. Disponível em: https://www.unisantos.br/observacbhbs/plano-prepara-a-baixada-santista-para-enfrentar-mudancas-climaticas-e-garantir-abastecimento-de-agua/ . Acesso em: 10 set. 2025.

SALOMÃO, R. **Infectologia: bases clínicas e tratamento**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023. E-book. 578 p. ISBN 9788527739849. Disponível em: https://www.grupogen.com.br/e-book-infectologia-bases-clinicas-e-tratamento-reinaldo-salomao-guanabara-koogan-9788527739849 . Acesso em: 9 set. 2025.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Complementar nº 815, de 30 de julho de 1996**. Institui a Região Metropolitana da Baixada Santista e cria o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 31 jul. 1996. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/1996/lei.complementar-815-30.07.1996.html . Acesso em: 29 jul. 2026.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **ZEE Baixada Santista: zoneamento ecológico-econômico setor costeiro da Baixada Santista**. São Paulo: SMA, 2013. Disponível em: https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/handle/123456789/3953 . Acesso em: 15 set. 2025.

SSRGS - SECRETARIA DA SAÚDE DO RIO GRANDE DO SUL. **Ciclo de vida**. Disponível em: https://saude.rs.gov.br/arboviroses-ciclo-de-vida . Acesso em: 10 set. 2025.

SEMIL - SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório final das análises climáticas para a Baixada Santista considerando dados observados e modelagem do clima futuro**. São Paulo: SEMIL, 2022. Disponível em: Https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2022/02/relatorio-final-baixada-santista-out_2021_completo-23.02.pdf . Acesso em: 30 jul. 2026

SILVA, M. R. H.. **Distribuição espacial e sazonal de Aedes aegypti e Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) no Parque Municipal do Piqueri, São Paulo**. 2017. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.11606/D.6.2017.tde-20072017-113333 . Acesso em: 27 jul. 2026.

SILVA, I. C. G.; SCHEER, M. A. P. S.; VEIGA, L. A.; PILHARES, J. M.; RAUBER, A. L. Desastres invisíveis: dengue, mudanças climáticas e a naturalização de uma crise no BRASIL. In: **Do local ao global: Mudanças climáticas e gestão de risco de desastres**. Bauru: AGB, 2025. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/DLAG2025/DLAG_1ed-2025-46.pdf . Acesso em: 8 set. 2025.

SOUSA, E. P. P.. **Influência das variáveis climáticas em casos de dengue nas cidades da Baixada Santista (sudeste do Brasil) e Cingapura (sudeste asiático)**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.11606/T.5.2012.tde-22062012-111323 . Acesso em: 27 jul. 2026.

SOUSA, S. C.; CARNEIRO, M.; EIRAS, A. E.; BEZERRA, J. M.T; BARBOSA, D. S. . **Factors associated with the occurrence of dengue epidemics in Brazil: a systematic review**. Revista Panamericana de Salud Pública, Washington, DC, v. 45, e106, 2021. DOI: 10.26633/RPSP.2021.106. Disponível em: https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2021.v45/e84/en . Acesso em: 29 jul. 2026.

SCHLEDER, L. P. **Análise espaço-temporal dos casos de dengue e níveis de infestação de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) em áreas do município de Santos, Estado de São Paulo, de 2014 a 2019. 2024.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6142/tde-21112024-183217/pt-br.html . Acesso em: 26 jul. 2026.

TAVARES, J. C. **Microbiologia e Farmacologia Simplificada**. 3. ed. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2018. E-book. p. 75. ISBN 9788554650674. Disponível em: https://thieme.com.br/produto/microbiologia-e-farmacologia-simplificada/ Acesso em: 7 set. 2025.

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Medium-Term Strategy for 2026–2029: Solutions for a Healthy, Prosperous and Resilient People and Planet**. Nairobi: UNEP, 2026. Disponível em: https://www.unep.org/resources/solutions-healthy-prosperous-and-resilient-people-and-planet-unep-medium-term-strategy . Acesso em: 29 jul. 2026.

PMS - PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. Secretaria Municipal de Saúde. **Boletim Epidemiológico de Santos: edição nº 7 – 2025**. Santos: Prefeitura de Santos, 2025. Disponível em: https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/files/portal_files/SAUDE/boletim_7-_2025_divulgacao2.pdf . Acesso em: 26 jul. 2026.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Epidemiológica "Prof. Alexandre Vranjac". **Boletim Epidemiológico: Arboviroses Urbanas no Estado de São Paulo. São Paulo**: Secretaria de Estado da Saúde, 2026. Disponível em: https://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-por-vetores-e-zoonoses/boletim/dengue/2026/se-8_boletim_arbovirose_2026.html . Acesso em: 26 jul. 2026.

STODDARD, S. MORRISON, A C.; VASQUEZ-PROKOPEC, G. M.; SOLDAM, V. P.; KOCHEL, T. J.; KITRON, U.;ELDER, J. P.; SCOTT, T. W. **The role of human movement in the transmission of vector-borne pathogens. PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 3, n. 7, e481, 2009. Disponível em: https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/ . Acesso em: 26 jul. 2026.

VEGA, F L. R. **Dengue e Chikungunya na Colômbia e em Minas Gerais, Brasil: análise clínica e epidemiológica, nos anos de 2010 a 2016. 2019**. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde: Infectologia e Medicina Tropical) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. TESE FARLEY LILIANA ROMERO VEGA 2019.pdf. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/items/7fdb4e6f-1ce8-4e4f-b582-4891f57e5083 . Acesso em: 26 jul. 2026.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **El Niño forecast to intensify, increasing likelihood of extreme weather**. Geneva: WMO, 2023. Disponível em: https://wmo.int/media/news/el-nino-forecast-intensify-increasing-likelihood-of-extreme-weather . Acesso em: 30 jul. 2026.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Operational manual on larval source management: control of Anopheles and Aedes mosquito vectors**. Geneva: World Health Organization, 2026. ISBN 978-92-4-012321-2. Disponível em: https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/0e5294ff-b74f-4f6c-aac7-982e49a53e5b/content . Acesso em: 26 jul. 2026.