



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

GILSON QUEIROZ DE ALCÂNTARA

ANÁLISE ESPACIAL DA INCIDÊNCIA DE DENGUE NA REGIÃO
METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA, SÃO PAULO, BRASIL (2007 - 2018)

CAMPINAS
2021

GILSON QUEIROZ DE ALCÂNTARA

ANÁLISE ESPACIAL DA INCIDÊNCIA DE DENGUE NA REGIÃO
METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA, SÃO PAULO, BRASIL (2007 - 2018)

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM GEOGRAFIA NA ÁREA DE ANÁLISE
AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCOS CÉSAR FERREIRA

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO
GILSON QUEIROZ DE ALCÂNTARA E ORIENTADA
PELO PROF. DR. MARCOS CÉSAR FERREIRA

CAMPINAS

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

AL16a Alcântara, Gilson Queiroz, 1978-
Análise espacial da incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba, São Paulo, Brasil, entre 2007 e 2018 / Gilson Queiroz de Alcântara. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Marcos César Ferreira.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Análise espacial. 2. Dengue. 3. Risco. 4. Autocorrelação espacial. I. Ferreira, Marcos César, 1957-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Spatial analysis of the incidence of dengue in the Metropolitan Region of Vale do Paraíba, São Paulo, Brazil, between 2007 and 2018

Palavras-chave em inglês:

Spatial analysis

Dengue

Risk

Spatial autocorrelation

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Mestre em Geografia

Banca examinadora:

Marcos César Ferreira

Mara Lúcia Marques

Marcelo da Silva Gigliotti

Data de defesa: 18-06-2021

Programa de Pós-Graduação: Geografia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-8554-8750>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/2179738109236312>



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AUTOR: Gilson Queiroz de Alcântara

**ANÁLISE ESPACIAL DA INCIDÊNCIA DE DENGUE NA REGIÃO
METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA, SÃO PAULO, BRASIL,
ENTRE 2007 E 2018**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcos César Ferreira

Aprovado em: 18 / 06 / 2021

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Marcos César Ferreira - Presidente

Prof^a. Dr^a. Mara Lúcia Marques

Prof. Dr. Marcelo da Silva Gigliotti

***A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora consta
no processo de vida acadêmica do aluno.***

Campinas, 18 de junho de 2021.

DEDICATÓRIA

*Dedico a Deus,
que me deu o direito a vida,
que tem me guardado no seu caminho
e que tem me concedido sabedoria, saúde e fé.*

Aos meus queridos e amados pais:

*Gilvan e Judenira,
fundamentais na minha
formação como ser humano;
que ensinam e
mostram a cada dia exemplos de:
honestidade, caráter,
força, determinação e fé.*

*A minha amada Sandra,
companheira de todas as horas;
esposa, mãe e filha exemplar;
dedicada, amorosa e criativa;
que me acompanha, incentiva, apoia,
aconselha e luta pelo nosso sucesso.*

*Aos meus filhos amados Júlia e Guilherme,
cuja presença, sorrisos e abraços
me enchem de ternura, amor e esperança.
Me tornam mais forte e me motivam
a atingir os objetivos.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao professor Doutor Marcos César Ferreira, pela oportunidade de ser seu orientando na pós-graduação, por todo o conhecimento compartilhado, orientação e apoio durante o curso e o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), que me atenderam ao longo desses anos com extrema atenção, educação e competência.

Aos membros da banca examinadora de qualificação, Prof. Dr. Archimedes Perez Filho (IG/UNICAMP) e Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias (IG/UNICAMP). Ambos fizeram pertinentes e excelentes considerações que auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora de defesa, Prof.^a Dr.^a Mara Lúcia Marques (PUCCAMP), Prof. Dr. Marcelo da Silva Gigliotti (UNESP), Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias (IG/UNICAMP) e Dr. Cassiano Gustavo Messias (INPE) por terem aceitado o convite, pela dedicação à leitura da dissertação, pelos conselhos, sugestões e contribuições na finalização desta pesquisa.

À colega Jéssica Andretta Mendes, do Grupo de Pesquisas em Métodos de Análise Espacial, do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, por compartilhar seus conhecimentos, resultados e pelas sugestões ao longo desta pesquisa. Ao amigo Renan Nicastri Ivo, colega de pós-graduação na UNICAMP pelas valiosas conversas, dicas e sugestões na elaboração do projeto de pesquisa e início do curso. A amiga e companheira de trabalho na Prefeitura Municipal de Taubaté: Rosana Mattos Dias. Cujo apoio foi fundamental para cursar as matérias do curso. Aos amigos e colegas de trabalho da Equipe de Práticas Pedagógicas - Secretaria de Educação de Taubaté. A dedicação, competência e colaboração é uma inspiração para a minha vida pessoal, profissional e acadêmica.

A Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (FUNDAÇÃO SEADE), Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo (DATAGEO), Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS), Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA), Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por permitirem o acesso e o uso dos dados utilizados nesta pesquisa.

Em especial a minha família: esposa Sandra Araújo Alcântara, aos meus filhos Júlia e Guilherme; aos meus pais Gilvan Marinho de Alcântara e Judenira Queiroz Alcântara; aos meus sogros Romeu Pereira de Araújo e Nara Dias de Araújo; e demais familiares. O incentivo, apoio, paciência, amor e orações foram fundamentais nesta jornada e em todos os momentos da minha vida.

Muito obrigado!

EPÍGRAFE

*"Desconfiai do mais trivial, na aparência singelo.
E examinai, sobretudo, o que parece habitual".*

Bertolt Brecht

*"Não se teria jamais atingido o possível,
se não se houvesse tentado o impossível".*

Max Weber

RESUMO

A dengue é uma arbovirose que tem preocupado a população de vários países, inclusive o Brasil. Na primeira década deste século foi constatado significativo crescimento do número de pessoas infectadas pelo vírus da dengue no território brasileiro. A geografia e as técnicas de análise espacial auxiliam a investigação dos determinantes socioespaciais das doenças, permitem o entendimento dos padrões espaciais de propagação do vírus e subsidiam ações de controle dos vetores transmissores. A Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP tem apresentado, recentemente, um crescimento anormal no total de casos de dengue, acumulando, entre 2007 e 2018, 93.094 notificações da doença. Diante desse cenário, o objetivo geral deste estudo foi mapear e analisar, por meio de métodos e técnicas de análise espacial, a distribuição e o padrão espacial da taxa de incidência da dengue nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (RMVP), a partir de dados da série histórica de 2007 a 2018. Os objetivos específicos desta pesquisa foram: identificar municípios que apresentaram alto risco de incidência de dengue; investigar a associação espacial entre a taxa de incidência de dengue e determinantes geográficos da doença, tais como, densidade demográfica, índice de desenvolvimento humano municipal, renda per capita, atendimento de água, coleta e tratamento de esgoto e coleta de lixo dos municípios da RMVP; avaliar a autocorrelação espacial da taxa de incidência suavizada da dengue entre os municípios da região. Os resultados mostraram que dois municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba apresentaram altíssimo risco de incidência de dengue no período de estudo: Potim e Cruzeiro. Em sete municípios foi registrado risco alto de incidência de dengue: Taubaté, Tremembé, Aparecida, Guaratinguetá, Lorena, Cachoeira Paulista e Queluz. Observou-se também, que o maior risco de incidência de dengue foi registrada na unidade territorial Eixo Urbano Estruturante, com municípios situados às margens da rodovia Presidente Dutra. A associação espacial entre os determinantes geográficos da saúde e a incidência suavizada da taxa de incidência de dengue não foi estatisticamente significativa. A distribuição espacial dos casos de dengue seguiu um arranjo espacial com padrão agregado, entre 2008 e 2018. A autocorrelação espacial calculada a partir da utilização do Índice de Moran Global (IMG) foi maior nos anos de: 2008 (IMG: 0.493 - *p-value*: 0.001), 2009 (IMG: 0.369 - *p-value*: 0.001), 2014 (IMG: 0.336 - *p-value*: 0.002), 2015 (IMG: 0.353 - *p-value*: 0.002), 2017 (IMG: 0.367 - *p-value*: 0.002) e 2018 (IMG: 0.427 - *p-value*: 0.006). A partir da aplicação do Índice de Moran Local (IML) aos dados de incidência de dengue suavizada, foi identificado um agrupamento alto-alto formado por dois municípios (Aparecida e Potim) com altos valores de incidência de dengue, cercados por municípios com valores elevados. Também foi identificado agrupamento baixo-baixo, formado por um município (São Bento do Sapucaí) que apresenta baixa incidência de dengue suavizada bayesiana, cercado por municípios com baixa incidência. Os resultados apresentados contribuem para o entendimento da dinâmica espacial da dengue na região e subsidiam futuras intervenções e ações do poder público.

Palavras-chave: Análise Espacial; Dengue; Risco; Autocorrelação Espacial.

ABSTRACT

Dengue is an arbovirus that has worried the population of several countries, including Brazil. In the first decade of this century, occurred a significant increase in the number of people infected by the dengue virus in Brazil. The Metropolitan Region of *Vale do Paraíba* - SP (MRVP) has presented an above-normal growth in the number of dengue cases. Between 2007 and 2018, 93,094 cases of dengue were confirmed in the MRVP. The main objective of this study was to map and analyze the distribution and spatial pattern of the dengue incidence rate in the municipalities of the MRVP, using dengue epidemiological data from 2007 to 2018. The specific objectives of this research were: to identify municipalities that presented a high risk of dengue incidence; to investigate the spatial association between the dengue incidence rate and some geographic determinants of the disease, such as demographic density, municipal human development index, per capita income, water supply, sewage collection and treatment, and garbage collection. The results showed that two municipalities in the MRVP presented a very high risk of dengue incidence: *Potim* and *Cruzeiro*. In seven municipalities was observed a high risk of dengue incidence: *Taubaté*, *Tremembé*, *Aparecida*, *Guaratinguetá*, *Lorena*, *Cachoeira Paulista* and *Queluz*. It was also observed that the highest risk of dengue incidence was registered in municipalities situated on the *Presidente Dutra* highway corridor. We note that there was no statistically significant spatial association between the geographic determinants of health and the dengue incidence rate. The spatial autocorrelation estimated by global Moran index (GMI) was statistically significant in 2008 (GMI= 0.493, p-value= 0.001); 2009 (GMI= 0.369, p-value= 0.001); 2014 (GMI=0.336, p-value=0.002); 2015 (GMI=0.353, p-value=0.002), 2017 (GMI= 0.367, p-value= 0.002) and 2018 (GMI=0.427, p-value= 0.006). Local Moran Index showed a cluster formed by *Aparecida* and *Potim* municipalities, with high values of dengue incidence, surrounded by municipalities with high incidence (H-H). On the other hand, a low incidence cluster (L-L) was identified in the *Serra da Mantiqueira* region (*São Bento do Sapucaí* municipality). These results may contribute to the understanding of the spatial dynamics of dengue in the region, and support future interventions and actions by the public authorities.

Keywords: Spatial Analysis; Dengue; Risk; Spatial Autocorrelation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.	25
Figura 2 - Unidades Territoriais da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP..	26
Figura 3 - Evolução da população do Vale do Paraíba - SP, em relação a população do estado de São Paulo.	29
Figura 4 - População Total por município em 2010, na Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP – SP).	31
Figura 5 - Densidade Demográfica por município em 2010, na Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP – SP)	32
Figura 6 - Evolução da população urbana no Vale do Paraíba - SP, entre 1940 e 2000.	33
Figura 7 - Mapa do distrito do Soho em Londres com identificação de poços e óbitos por cólera.	37
Figura 8 - Classificação e risco global da incidência de dengue em 2017.	41
Figura 9 - Fluxograma dos materiais e métodos.	58
Figura 10 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010), dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	66
Figura 11 - Renda Per Capita (2010), dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	68
Figura 12 - Indicador de Atendimento de Água (2015), dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	71
Figura 13 - Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto (2010), dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	72
Figura 14 - Indicador de Coleta de Lixo (2010), dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	74
Figura 15 - Evolução da taxa de incidência de dengue no Brasil, de 2007 a 2018. ..	76
Figura 16 - Total acumulado de casos de dengue, por município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, de 2007 a 2018.	77
Figura 17 - Taxa média de incidência de dengue, por 100 mil habitantes, por município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, entre 2007 e 2018....	79
Figura 18 - Evolução da taxa de incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, entre 2007 e 2018.....	81

Figura 19 - Taxa média de incidência de dengue, por 100 mil habitantes, por município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, entre 2011 e 2015....	83
Figura 20 - Taxa média de incidência de dengue, por 100 mil habitantes, por município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, para cada ano da série histórica (2007 a 2018).....	85
Figura 21 - Mapa do Risco de Incidência de Dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba de 2007 a 2018.....	90
Figura 22 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2007	91
Figura 23 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2008	92
Figura 24 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2009	93
Figura 25 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2010	94
Figura 26 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2011	95
Figura 27 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2012	96
Figura 28 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2013	97
Figura 29 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2014	98
Figura 30 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2015	99
Figura 31 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2016	100
Figura 32 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2017	101
Figura 33 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2018	102
Figura 34 - Gráfico do Índice de Moran Global Univariado - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP.....	106
Figura 35 - Mapa do Índice de Moran Global Univariado - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP.....	107
Figura 36 - Gráfico do Índice de Moran Global Univariado - Renda per Capita (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP.	108
Figura 37 - Mapa do Índice de Moran Global Univariado - Renda per Capita (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP.	109
Figura 38 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Densidade Demográfica (2010).	110
Figura 39 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Densidade Demográfica 2007 - 2018.	111

Figura 40 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010).....	113
Figura 41 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 - 2018) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010).....	114
Figura 42 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Renda per Capita (2010).	116
Figura 43 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 - 2018) e Renda per Capita (2010).	117
Figura 44 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Indicador de Atendimento de Água (2015).119	
Figura 45 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Indicador de Atendimento de Água (2015).120	
Figura 46 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto (2010).....	122
Figura 47 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 - 2018) e Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto (2010).....	123
Figura 48 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Indicador de Coleta de Lixo (2010).....	125
Figura 49 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 - 2018) e Indicador de Coleta de Lixo (2010).....	126
Figura 50 - Gráfico da evolução do Índice de Moran Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e de cada determinante geográfico (2007 a 2018).	128
Figura 51 - Gráfico do Índice de Moran Global Univariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP (2007 a 2018).	131
Figura 52 - Índice de Moran Local (Lisa) - Box Map (2007 a 2018).	133
Figura 53 - Índice de Moran Local (Lisa) - Moran Map (2007 a 2018).	135
Figura 54 - Gráfico do Índice de Moran Global da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (com p-value) dos municípios da RMVP (entre 2007 e 2018).	136

Figura 55 - Gráficos do Índice de Moran Global da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana dos municípios da RMVP (entre 2007 e 2018). □	138
Figura 56 - Índice de Moran Local (Lisa) - Box Map - para todos os anos da série histórica - entre 2007 e 2018.....	139
Figura 57 - Índice de Moran Local (Lisa) - Moran Map - da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana entre 2007 e 2018.....	144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População do estado de São Paulo e do Vale do Paraíba - SP - 1900 a 1960.	28
Tabela 2 - População do estado de São Paulo e do Vale do Paraíba - SP - 1960 a 2018.	29
Tabela 3 - População Rural e Urbana de Municípios (selecionados) da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.	30
Tabela 4 - Total de casos e taxa de incidência de dengue por sub-região da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2001 - 2010).	35
Tabela 5 - Total de casos e taxa de incidência de dengue por Sub-região da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007-2018).	82
Tabela 6 - Índice de Moran Global Univariado dos determinantes socioeconômicos e ambientais da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.	105
Tabela 7 - Índice de Moran Local Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Densidade Demográfica (2010) da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).	111
Tabela 8 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).	115
Tabela 9 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Renda per Capita (2010) da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).	117
Tabela 10 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Indicador de Atendimento de Água da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).	120
Tabela 11 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).	123
Tabela 12 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Indicador de Coleta de Lixo da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018) (2007 a 2018).	126
Tabela 13 - Índice de Moran Global Univariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).	130

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - alto-alto

AB - alto-baixo

BA - baixo-alto

BB - baixo-baixo

BEG - Bayes Empírico Global

BEL - Bayes Empírico Local

DATAGEO - Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil

DD - Densidade Demográfica

EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IAA - Indicador de Atendimento de Água

ICL - Indicador de Coleta de Lixo

ICTE - Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto por Município

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IMG - Índice de Moran Global

IML - Índice de Moran Local

LISA - Indicadores locais de associação espacial

MS - Ministério da Saúde

NDVI - Normalized Difference Vegetation Index (Índice de vegetação por diferença normalizada)

OMS - Organização Mundial da Saúde

PIB - Produto Interno Bruto

RMVP - Região Metropolitana do Vale do Paraíba

RMVPLN - Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte

RPC - Renda per capita

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SEB - Suavização Espacial Bayesiana

SINAN - Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SIRGAS 2000 - Sistema de Referencia Geocêntrico para as Américas

SIS - Síntese de Indicadores Sociais

SIG - Sistema de Informações Geográficas

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

UGI - União Geográfica Internacional

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
CAPÍTULO 1 - Área de estudo	25
1.1 Localização e características da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP	25
1.2 As epidemias de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP)	34
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA	36
2.1 Geografia Médica e Geografia da Saúde	36
2.2 Dengue e Aedes aegypti	41
2.3 Mapeamento Temático e Análise Espacial nos estudos epidemiológicos	44
2.3.1 Métodos de Análise Espacial aplicados no estudo da Dengue	48
CAPÍTULO 3 - MATERIAL E MÉTODO	57
3.1 Material.....	58
3.1.1 Levantamento de dados	59
3.1.2 Dados epidemiológicos da dengue	60
3.1.3 Programas de análise estatística e análise espacial	60
3.2 Metodologia.....	60
3.2.1 Coleta e análise de dados	60
3.2.2 Análise da autocorrelação espacial: Taxa de Suavização Espacial Bayesiana	62
3.2.3 Análise da autocorrelação espacial: Índice de Moran Global e Índice de Moran Local.....	63
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4.1 Determinantes geográficos de saúde e indicadores socioeconômicos e ambientais da Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP).....	65
4.1.1 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	66
4.1.2 Renda per Capita (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	68
4.1.3 Indicadores ambientais e de saneamento básico dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	69
4.2 Mapeamento dos casos de dengue e da taxa de incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	75
4.2.1 Mapeamento dos casos de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP entre 2007 e 2018.....	77

4.2.2 Mapeamento da taxa de incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP, entre 2007 e 2018.....	78
4.2.3 Mapeamento da taxa de incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP, para cada ano de estudo, entre 2007 e 2018.	84
4.3 Utilização da Técnica de Suavização Espacial Bayesiana.....	89
4.3.1 Análise Espacial da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).....	90
4.4 Análise da associação espacial e autocorrelação espacial entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e determinantes geográficos na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	103
4.4.1 Análise da autocorrelação de cada determinante geográfico na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.....	105
4.4.2 Análise da associação espacial entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e a densidade demográfica (2010)	109
4.4.3 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010)	113
4.4.4 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e a renda per capita (2010).....	115
4.4.5 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e o indicador de atendimento de água (2015).....	118
4.4.6 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e o indicador de coleta e tratamento de esgoto (2010)	121
4.4.7 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e o indicador de coleta de lixo (2010)	124
4.5 Análise Espacial da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).....	129
4.5.1 Utilização do Índice de Moran Global e Local na Análise Espacial da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).....	130
4.5.2 Utilização do Índice de Moran Global e Local na Análise Espacial da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (para cada ano entre 2007 e 2018).....	136
4.6 Considerações Finais	150
REFERÊNCIAS.....	156

INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XVIII, em escala mundial, o processo de urbanização foi intensificado. No início do século XXI, 60% da população mundial vivem em cidades. A urbanização é um fenômeno não apenas recente como também crescente, e em escala planetária (SANTOS, 2008).

No Brasil, o processo de urbanização foi intenso, principalmente a partir das décadas de 1960 e 1970, quando parcela significativa da população deixa as áreas rurais e migra para as áreas urbanas, motivados pelo avanço da industrialização, a possibilidade de emprego e desenvolvimento socioeconômico. Segundo Almeida (2006), o Brasil torna-se, na atualidade, um país cada vez mais urbano, com mais de 80% de seus habitantes vivendo nos aglomerados urbano-industriais.

O acelerado crescimento da população urbana fez com que o nosso país atingisse, e até superasse, o grau de urbanização de países europeus e dos Estados Unidos, onde o processo é mais antigo. As redes urbanas sofreram transformações e foram organizadas redes nacionais, resultado da evolução de um modelo de desenvolvimento territorial concentrador, que resultou em problemas urbanos (HAESBAERT, 2014).

Segundo a Síntese de Indicadores Sociais (SIS) referente ao ano de 2017, realizada pelo IBGE (2017), muitos brasileiros vivem em condições inadequadas ou não têm acesso a serviços de saneamento básico. Sendo: 5,9% da população brasileira vive em residências com adensamento excessivo (mais de três moradores por dormitório); 2,6% da população mora em domicílios sem banheiro de uso exclusivo; 35,9% da população tem restrição de acesso a esgoto sanitário, por rede coletora ou pluvial; 10% da população brasileira sofre com a ausência de coleta direta ou indireta de lixo; 15,1% dos brasileiros não têm suas residências abastecidas por rede geral de água.

Portanto, milhões de brasileiros vivem em locais inadequados, privados de equipamentos e infraestrutura urbana. A urbanização brasileira, combinada às formas de ocupação da terra, infraestrutura urbana inadequada e utilização predatória dos recursos naturais, resultou em diversos problemas urbanos e ambientais, tais como: supressão de áreas verdes, poluição do ar, poluição dos recursos hídricos, assoreamento de cursos d'água, ocupação de áreas de risco de

escorregamento e de inundação, insuficiência na coleta e tratamento de resíduos e de esgoto. Todos esses problemas têm afetado a qualidade de vida da população e aumentam os riscos de proliferação de doenças.

A urbanização não planejada causa rápido aumento na variedade de vetores de doenças, porque moradias precárias, suprimento inadequado de água, resíduos sólidos e sistemas de esgoto são habitats adequados para o desenvolvimento das larvas de mosquitos (COSTA et al. 2018).

A dengue é uma arbovirose, isto é, virose transmitida por artrópodes (CATÃO, 2011). É uma doença de etiologia viral (tropical e subtropical) transmitida aos seres humanos por mosquitos vetores. O agente etiológico é representado por um complexo de quatro sorotipos de vírus, que podem ser transmitidos principalmente por duas espécies de mosquito: o *Aedes Aegypti* e o *Aedes Albopictus* (GUBLER, 1998).

As condições de produção e reprodução da dengue estão vinculadas à circulação do vírus em humanos e nos vetores, que encontram no ambiente urbano as condições ideais para a ocorrência de surtos da doença. A forma como se organiza o espaço geográfico nos centros urbanos é determinante para a circulação viral. O modo de vida de suas populações e os seus reflexos no ambiente cria condições para a proliferação dos vetores (TEIXEIRA et al. 1999).

Segundo Catão (2011), a ocorrência e a distribuição da dengue estão relacionadas ao espaço geográfico, com sua velocidade, seus objetos e sua desigualdade. Para ele, a doença é dotada de uma seletividade espacial, de uma determinação social, adaptada ao meio atual, sempre em constante evolução.

Em todo o mundo mais de 3,9 bilhões de pessoas vivem em áreas com risco de infecção por dengue (BHATT, et al., 2013). A cada ano estima-se que 390 milhões de pessoas são infectadas pelo vírus (OMS, 2020). Segundo Costa et al. (2018) a alta densidade populacional é um fator importante para a transmissão do vírus da dengue, o que torna as pessoas que habitam áreas urbanas as mais suscetíveis à doença.

Nas duas últimas décadas é evidente o aumento do número de pessoas infectadas pelo vírus da dengue em municípios brasileiros. Esta situação pode ser constatada em municípios do estado de São Paulo e, mais especificadamente, aqueles pertencentes à Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN). Segundo estimativa do IBGE (2018), mais de 2.528.345 habitantes vive

nos trinta e nove municípios da RMVPLN, com destaque para São José dos Campos, Taubaté e Jacareí, os mais populosos.

Entre 2007 e 2018, segundo dados do DATASUS (BRASIL, 2019), foram notificados 93.094 casos de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba do Sul (RMVP) - recorte da RMVPLN utilizado neste estudo, sem os municípios do Litoral Norte -, com uma taxa de incidência de 282,90 pessoas por 100 mil habitantes. Estes dados mostram que a dengue é um problema relevante na RMVP, e que esta doença, neste espaço regional, deve ser estudada do ponto de vista geográfico.

A geografia, desde a sua constituição como ciência, possui metodologias e técnicas que permitem entender as características espaciais das doenças. Segundo Ferreira (2003), a utilização de métodos cartográficos e técnicas de análise espacial de dados epidemiológicos têm crescido substancialmente na atualidade. Para o autor, um dos fatores responsáveis que explica esta tendência é a atual capacidade analítica dos sistemas de informação geográfica.

Conforme Cliff e Hagget (1992) a cartografia no campo da saúde pública contribui no conhecimento e na interpretação de eventos, processos, problemas e necessidades em saúde. Os mapas são suportes permanentes de ações e intervenções que ajudam a minimizar danos e respondem as demandas de saúde das populações.

A RMVP é composta por 35 municípios, localizados numa das áreas mais desenvolvidas do país. Através de rodovias federais e estaduais, há uma grande conexão entre estes municípios, e, diariamente, milhares de pessoas circulam entre eles, ou utilizam as rodovias desta região com destino a outros estados do país, como Rio de Janeiro, Minas Gerais e os estados do Nordeste do Brasil.

A partir de 2010, têm crescido o número de casos de dengue nos municípios da RMVP. A elevada densidade demográfica, os problemas de ordem socioeconômica e ambiental, além da conexão entre os municípios podem ser as possíveis causas da disseminação do vírus e do aumento da taxa de incidência ao longo dos anos. Este cenário preocupa os gestores públicos municipais e órgãos ligados ao governo estadual e federal. Portanto, algumas perguntas são cruciais para entender a doença na RMVP:

a) A distribuição e a taxa de incidência da dengue, no período entre 2007 e 2018, ocorreram de forma aleatória ou ocorreu de forma agregada, ou seja, há autocorrelação entre a incidência de dengue nos municípios da RMVP?

b) Há associação espacial entre a taxa de incidência de dengue e cada determinante geográfico selecionado?

A cartografia e a análise espacial permitem identificar a localização de casos de dengue, ajudam a entender a distribuição espacial e a ecologia da doença. São ferramentas úteis no planejamento dos serviços de saúde, permitem ações eficazes para mitigar a ocorrência de doenças e diminuir os problemas sociais decorrentes, que afetam a população das cidades.

A pesquisa segue as bases apontadas por Ferreira (2003) na obra intitulada "Procedimento Metodológico para modelagem Cartográfica e Análise Regional de Epidemias de Dengue em Sistema de Informação Geográfica". A tese de Livre-docência propõe o estudo de doenças a partir dos paradigmas da escola espacial da geografia, que reúne em uma mesma abordagem espaço-tempo, a cartografia temática e a análise espacial.

A pesquisa foi realizada entre os anos de 2018 e 2021. Segue o método hipotético-dedutivo, que se baseia na observação, descrição, coleta de dados, quantificação, apresentação de dados e análise espacial. Por se tratar de um estudo com dados secundários e sem prejuízos a terceiros, não foi necessário o envio de projeto para apreciação e autorização do Comitê de Ética da Universidade Estadual de Campinas.

Esta pesquisa está de acordo com pressupostos apontados por Ferreira (2003) e por Cliff e Hagget (1979), que definem as bases da cartografia e das abordagens analíticas voltadas para dados de saúde, pois integram métodos cartográficos de visualização de dados e técnicas de análise espacial. Além disto, esta pesquisa segue a premissa que a análise espacial de doenças deve ser conduzida a partir da integração de seis categorias de técnicas: mapeamento exploratório dos dados, mapeamento probabilístico, análise de padrões e autocorrelação, generalizações espaciais, teste de hipóteses e análise da distribuição e dispersão espacial (FERREIRA, 2003).

O objetivo geral desta pesquisa é analisar, por meio de métodos e técnicas de análise espacial, a distribuição e o padrão espacial da taxa de incidência de dengue nos municípios da RMVP, entre os anos de 2007 e 2018.

Para atingir o objetivo geral apresentado, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

I- Identificar os aglomerados espaciais de municípios que apresentaram alto risco de incidência de dengue na região.

II- investigar a associação espacial entre incidência suavizada da dengue e os determinantes geográficos da doença (Densidade Demográfica, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, Renda per Capita, Indicador de Atendimento de Água, Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto e Indicador de Coleta de Lixo) na RMVP.

III - Avaliar a autocorrelação da incidência suavizada da dengue entre os municípios da região, no período de estudo.

CAPÍTULO 1 - Área de estudo

1.1 Localização e características da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP

A Região Metropolitana do Vale do Paraíba e do Litoral Norte (RMVPLN) foi criada pela lei complementar estadual 1.166, de 9 de janeiro de 2012 (SÃO PAULO, 2012). A região é composta por 39 municípios que ocupam área total de 16.178 km², equivalente a 6,52% da área total do estado de São Paulo. A RMVPLN está dividida em 5 sub-regiões de governo (São José dos Campos, Taubaté, Guaratinguetá, Cruzeiro e Caraguatatuba), criadas pelo Decreto nº 22.970, de 29 de novembro de 1984 (SÃO PAULO, 1984).

A presente pesquisa utiliza como recorte espacial de estudo a Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP), excluídos os municípios da sub-região Litoral Norte - Caraguatatuba (Figura 1). A área de estudo é composta por trinta e cinco municípios, habitada por mais de dois milhões e quinhentos mil habitantes (2.528.345 hab.), conforme estimativa do IBGE (2018).

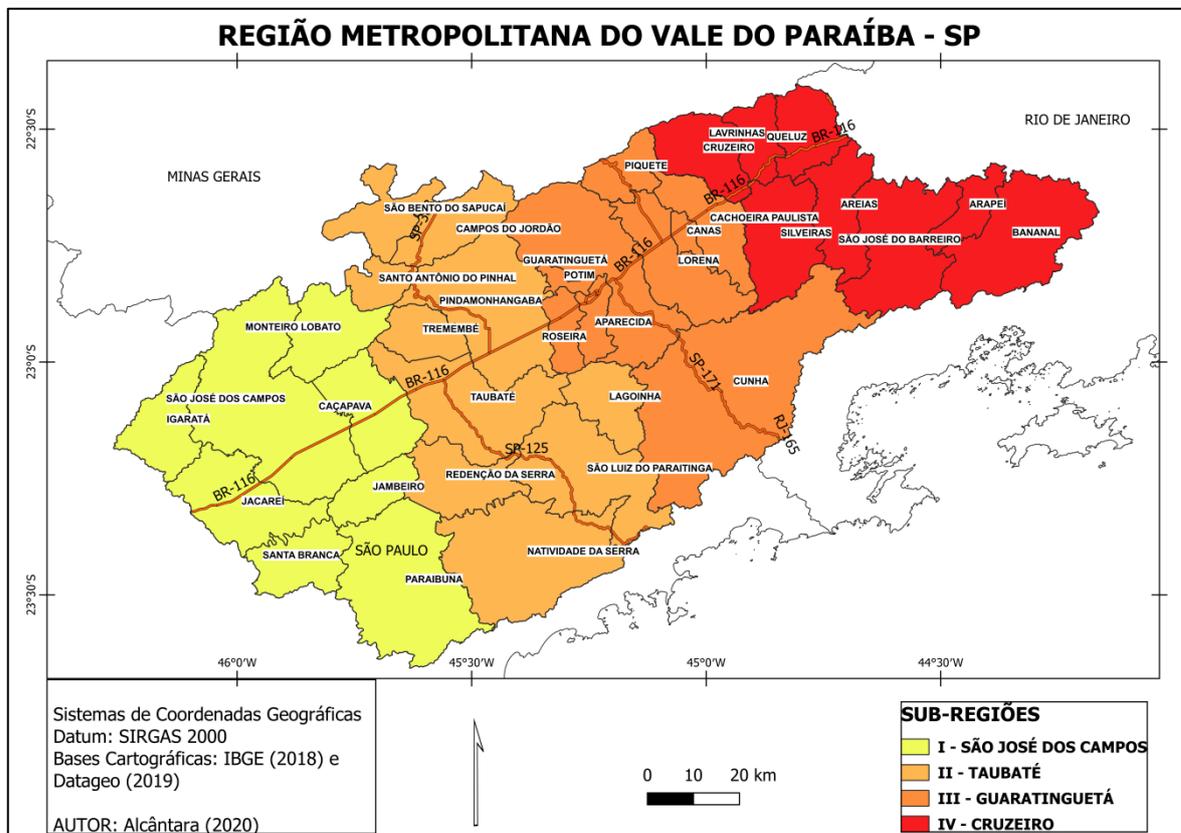


Figura 1 - Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Fonte: adaptado de IBGE e DATAGEO (2019).

Para melhor identificação dos grupos de municípios, também utilizamos a divisão proposta pela Emplasa (2011), que realizou estudo técnico de caracterização local, para institucionalização da região pelo governo paulista. Neste estudo foram definidas três áreas: Eixo Urbano Estruturante, Alto do Paraíba e Litoral Norte. Segundo Silva (2014) estes três eixos apresentam diferentes meios técnicos resguardados pelo seu território, e revelam distintas construções históricas sobre um mesmo complexo regional. Cada área conta com uma dinâmica econômica e demográfica particular, sendo que as duas primeiras (Eixo Urbano Estruturante e Alto do Paraíba) correspondem à área de estudo desta pesquisa (Figura 2). O Eixo Urbano Estruturante é formado por 22 municípios, concentra 82% da população da RMVPLN, possui alta densidade demográfica e atividades econômicas diversificadas (com destaque para o setor secundário e setor terciário). A área denominada Alto do Paraíba é composta por 13 municípios, sua população representa 4% da população da RMVPLN e é caracterizada por baixo dinamismo econômico.

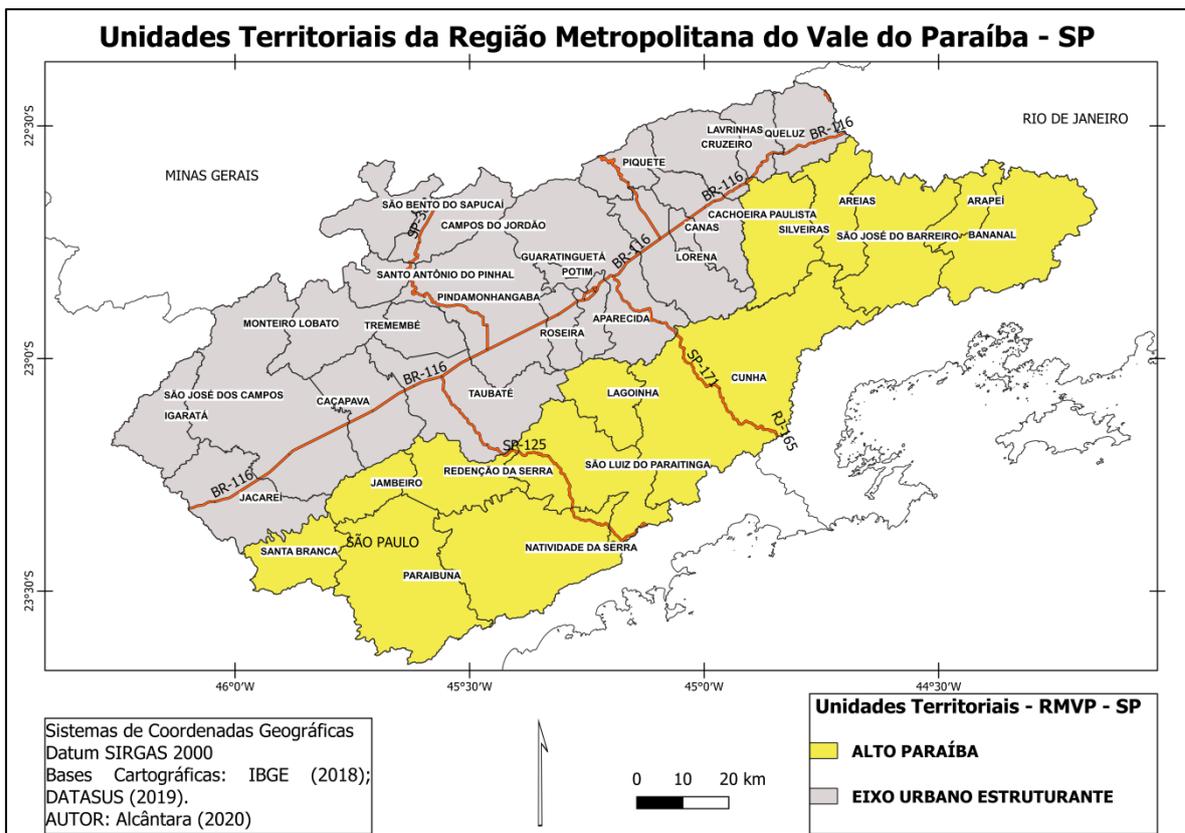


Figura 2 - Unidades Territoriais da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Fonte: Emplasa (2011), adaptado pelo autor.

Segundo Nogueira (2008), estudar variações em saúde é estudar também a dimensão espacial dessas variações. É atribuir ao espaço, entendido na sua dimensão de lugar, de matriz física e social que contextualiza a vida do Homem e a sua saúde, a importância que lhe é reconhecida desde a Antiguidade. O desenrolar da história do homem acompanha o desenvolvimento das técnicas, há lugares que são dotados de técnicas hegemônicas, ou seja, aquelas que são dominantes em determinado período (SANTOS, 2011).

A criação de vilas e municípios e a ocupação da região, onde atualmente é a RMVP, inicia-se no período colonial. A região passou por alguns ciclos econômicos em períodos distintos. No primeiro, entre o século XVII e XVIII, a população se dedicava a agricultura de subsistência e organização de bandeiras, com o objetivo de explorar o interior em busca de recursos minerais. No segundo, com o início do ciclo do café, em meados do século XIX, a região se configura como uma das principais produtoras deste grão, e um dos principais polos econômicos do país (RESCHILIAN, 2005; VIEIRA e SANTOS, 2012).

No final do século XIX e início do século XX, inicia-se a primeira fase do processo de industrialização, caracterizada por uma progressão lenta e contínua da atividade, com a presença de pequenos estabelecimentos, predominantemente, fábricas de produtos têxteis, alimentares e cerâmicas. A segunda fase de industrialização ocorre entre as décadas de 1910 e 1940, com o bom desempenho de estabelecimentos de transformação de produtos agropecuários, minerais não metálicos e têxtil, com destaque para os municípios de Taubaté e Guaratinguetá (VIEIRA e SANTOS, 2012).

Nesse mesmo período, principalmente entre os anos de 1930 e 1950, alguns municípios passam por sérias dificuldades, por conta da decadência da economia cafeeira e nota-se redução do crescimento populacional, em comparação com o padrão apresentado pelo estado de São Paulo. Conforme é possível observar na tabela 1, que apresenta a evolução da população do Vale do Paraíba e do estado de São Paulo entre 1900 e 1960. Alguns municípios como Caçapava, Guaratinguetá, Pindamonhangaba e Taubaté perderam população entre a década de 1920 e 1940.

Tabela 1 - População do estado de São Paulo e do Vale do Paraíba - SP - 1900 a 1960.

POPULAÇÃO	1900	1920	1940	1960
ESTADO DE SÃO PAULO	2.282.279	4.592.188	7.180.316	12.974.699
VALE DO PARAÍBA - SP	339.674	369.004	399.046	578.220

Fonte: Organizada pelo autor (2019) com dados de IBGE e FUNDAÇÃO SEADE (2019).

A partir da década de 1960 diversos fatores ajudam a mudar o cenário e proporcionam a retomada do crescimento populacional. Segundo Vieira e Santos (2012), neste período inicia a terceira fase do processo de industrialização da região. Diversos fatores fomentaram a industrialização brasileira e refletiu no desenvolvimento e aumento populacional dos municípios da RMVP, entre eles: o processo de substituição de importações implementado pelo governo de Getúlio Vargas nas décadas de 1930/1940 e pelo governo de Juscelino Kubitschek, no final da década de 1950 e início da década de 1960. Além da inauguração da Usina Siderúrgica de Volta Redonda – RJ, no Vale do Paraíba fluminense, em 1946 e a construção da BR116 - Rodovia Presidente Dutra - em 1951.

A partir da década de 1960, a região torna-se um dos principais centros industriais do país (CORDEIRO, 1999), com destaque para os municípios de São José dos Campos, Taubaté, Pindamonhangaba, Jacareí, Guaratinguetá, Cruzeiro e Caçapava, que receberam modernas indústrias de metalurgia e mecânica (RICCI, 2006). Este processo alia-se às tendências de desconcentração da estrutura produtiva em torno da metrópole paulista, a partir dos anos 1970, para regiões próximas ou pertencentes a um raio de abrangência, cuja infraestrutura permitisse consolidar novos polos de desenvolvimento (RESCHILIAN, 2005).

O êxodo rural, as migrações (intermunicipais e interestaduais) e a industrialização intensificam o processo de urbanização e acelera o crescimento populacional dos municípios da RMVP.

Em relação a população total da região, segundo dados do período entre 1960 e 2018, o crescimento da população foi expressivo, pois contava com 578.220 habitantes em 1960. Em 2018, apresentou população estimada em 2.528.345 habitantes, o que significa um aumento de 437,26% (Tabela 2).

Tabela 2 - População do estado de São Paulo e do Vale do Paraíba - SP - 1960 a 2018.

POPULAÇÃO	1960	1980	2000	2018
ESTADO DE SÃO PAULO	12.974.699	25.375.199	36.969.476	43.993.159
VALE DO PARAÍBA	578.220	1.132.544	1.765.778	2.528.345

Fonte: Organizada pelo autor (2019) com dados de IBGE e FUNDAÇÃO SEADE (2019).

Como podemos observar (Figura 3), no intervalo entre 1960 e 2018, aumentou a população da RMVP em relação a população do estado de São Paulo, de 4,46% entre 1960 e 1980, para 5,75% em 2018.

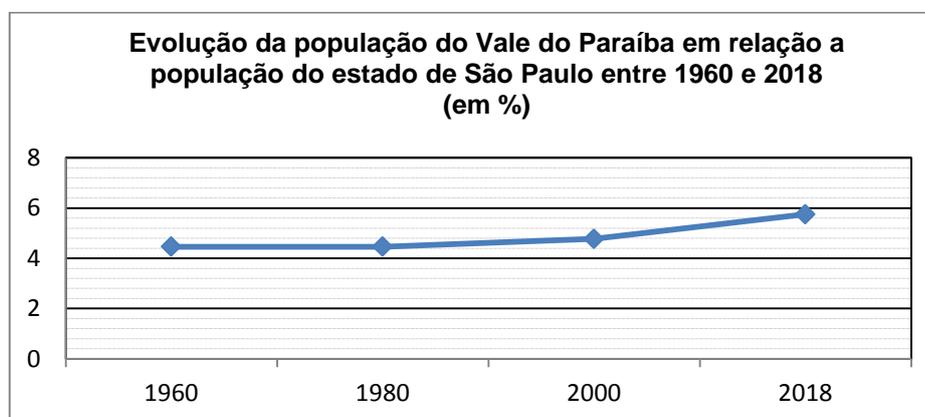


Figura 3 - Evolução da população do Vale do Paraíba - SP, em relação a população do estado de São Paulo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019) com dados de IBGE e FUNDAÇÃO SEADE (2019).

A seguir (Tabela 3) é possível perceber a expressiva urbanização dos três municípios mais populosos da região: São José dos Campos, Taubaté e Jacareí. Em 1970 esses municípios já apresentavam expressiva população urbana e pequena parcela de população rural. No entanto, em 2010 constatou-se um aumento superior a trezentos por cento da população urbana em São José dos Campos e Jacareí e de mais de cento e setenta e dois por cento em Taubaté.

Tabela 3 - População Rural e Urbana de Municípios (selecionados) da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

MUNICÍPIO	Urbana (1970)	Rural (1970)	Urbana (2010)	Rural (2010)	Crescimento da população urbana (porcentagem)
Jacareí	48.529	12.687	208.297	2.917	329,22
São José dos Campos	132.467	15.865	617.106	12.815	365,86
Taubaté	99.969	10.616	272.673	6.013	172,76

Fonte: Organizada pelo autor (2019) com dados demográficos de municípios - IBGE (2018).

No mapa a seguir (Figura 4) é possível visualizar a população de todos os municípios da RMVP no ano de 2010. Os municípios de São José dos Campos, Taubaté e Jacareí são os mais populosos. Esses três municípios e os demais localizados no Eixo Estrutural (as margens da Rodovia Presidente Dutra) apresentam o maior número de população absoluta.

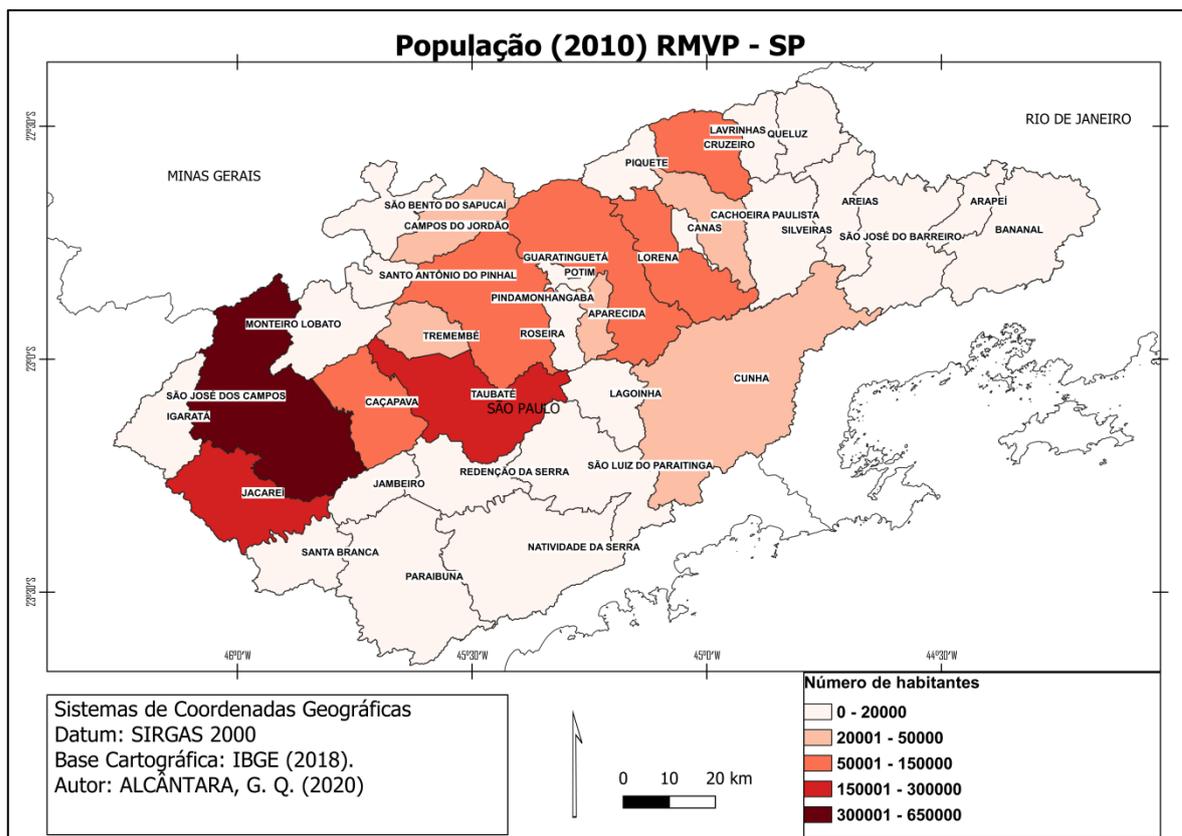


Figura 4- População Total por município em 2010, na Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP – SP).

Fonte: Organizado pelo autor (2020) com dados de IBGE (2018).

A densidade demográfica média na RMVP é de 125.88 hab./km², valor elevado, conforme classificação do IBGE (2018), com destaque para os municípios de São José dos Campos (573 hab./km²), Jacareí (455 hab./km²) e Taubaté (446 hab./km²). Os demais municípios, que apresentam alta e média densidade demográfica, são contíguos a BR 116 - Rodovia Presidente Dutra.

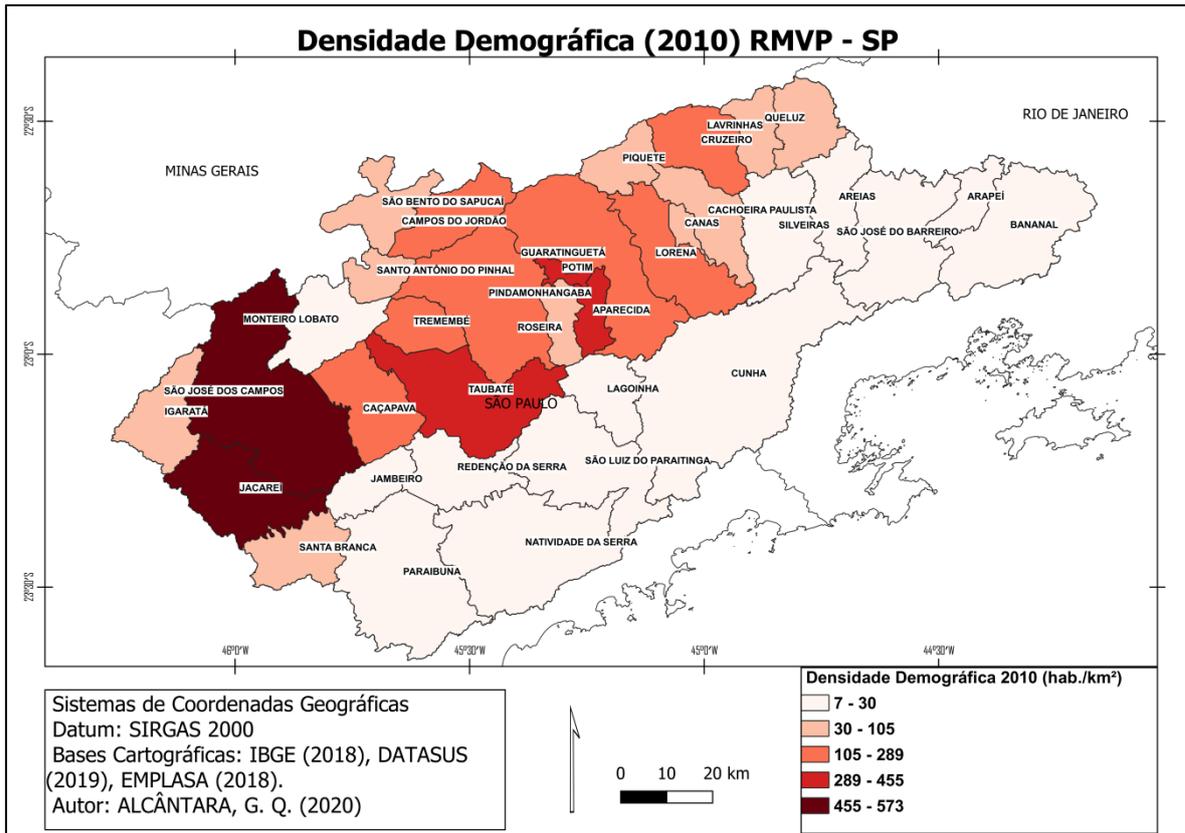


Figura 5- Densidade Demográfica por município em 2010, na Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP – SP)

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de IBGE (2018).

Em relação a urbanização, a população urbana na década de 1940 era de 150.127 habitantes, número que representava 37,62% da população total; em 1970 a população urbana era de 607.423 habitantes, número que representa 73% da população total. No ano 2000, a população urbana na RMVP é de 1.851.900 habitantes, valor que representa 92,96% da população total, percentual acima da média nacional que era 81,25%, valor próximo ao grau de urbanização do estado de São Paulo, que era 93,41% (IBGE, 2018; RESCHILIAN, 2005).

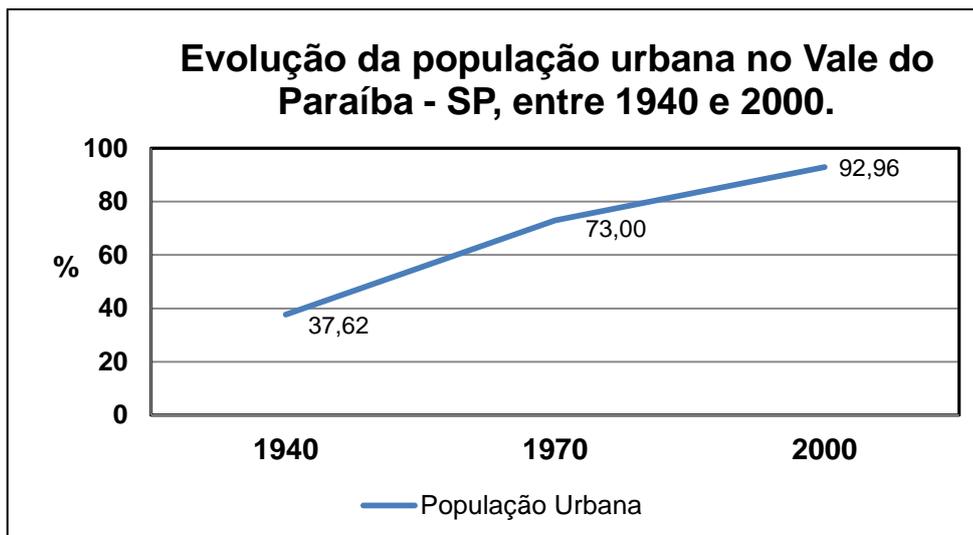


Figura 6- Evolução da população urbana no Vale do Paraíba - SP, entre 1940 e 2000.

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de IBGE (2018).

O crescimento populacional dos municípios da RMVP - SP foi impulsionado pela ampliação da malha viária e instalação de indústrias e polos industriais, dentre outras ações. Estes fatos contribuíram para consolidá-la como um importante eixo geoeconômico.

A RMVP está localizada no extremo leste do Estado de São Paulo e apresenta grande diversidade de condições naturais, culturais e econômicas. A maior parte dos municípios da região (localizados na área Alto Paraíba - popularmente chamada de Vale Histórico) estão localizados no Planalto Atlântico, na zona denominada Planalto de Paraitinga e Morros Cristalinos – geossistema Mar de Morros. Quatro municípios do Eixo Urbano Estruturante estão localizados na microrregião Serra da Mantiqueira (Monteiro Lobato, Santo Antônio do Pinhal, Campos do Jordão e São Bento do Sapucaí). Os demais municípios localizados no Eixo Urbano Estruturante (municípios conectados a Rodovia Presidente Dutra) estão assentados, principalmente, sobre a Bacia Sedimentar de Taubaté no geossistema Vale do Paraíba (TROPMAIR, 2000).

O clima predominante na região é o Subtropical Úmido (KÖPPEN, 1900), que se caracteriza por alto índice pluviométrico no verão (42% do percentual anual) e baixo índice no inverno (7% do volume total anual). Por consequência, os municípios contam com extensa rede hidrográfica, composta por córregos afluentes

e subafuentes do Rio Paraíba do Sul. Os municípios localizados na microrregião Serra da Mantiqueira apresentam médias térmicas mais baixas ao longo do ano.

1.2 As epidemias de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP)

A dengue foi reintroduzida no Brasil, durante as décadas de 1960 e 1970, quando foram identificados focos de *Aedes aegypti* nas áreas de fronteiras, portos e aeroportos. Em 1976, ocorre a reinfestação definitiva do vetor no país, primeiro na cidade de Salvador, e, posteriormente na cidade do Rio de Janeiro, ambas são cidades portuárias (FRAHIA, 1968; TAUIL, 2002). O processo de dispersão do vírus aumentou a partir da segunda metade da década de 1980. Entre 1994 e 2001, a dengue atinge a maior parte do território nacional (BRASIL, 2002).

Em relação ao estado de São Paulo foram registrados casos na primeira metade da década de 1980, no município de Santos (Litoral Paulista), em Guararema (Região Metropolitana de São Paulo) e em dois municípios da RMVP: Caçapava e Lorena (em 1984). Segundo Catão e Guimarães (2016) todos estes municípios possuem em seu território objetos geográficos que canalizam o fluxo de pessoas, bens, e conseqüentemente, vetores. Santos é um município portuário e as demais cidades infectadas, estão localizadas às margens da Rodovia Presidente Dutra, eixo de maior fluxo rodoviário do país, que interliga São Paulo e Rio de Janeiro, município que já se encontrava infestado no período. Em 1985, foram encontrados focos de dengue em quatro municípios da RMVP: Cachoeira Paulista, Pindamonhangaba, Queluz e Taubaté (GLASSER e GOMES, 2000).

Nos anos 2000, o vírus é reintroduzido na RMVP, com o registro de casos em Aparecida, em 2003, e Cruzeiro em 2005. Entre 2006 e 2007 aumenta o número de municípios do Vale do Paraíba com infestação de *Aedes aegypti*, como Taubaté, São José dos Campos e Cachoeira Paulista.

Segundo dados do Ministério da Saúde e Fundação Seade, apresentados por Kajjia (2015), entre 2001 e 2010 ocorreram 9.566 casos de dengue e uma taxa de incidência de 362,06 casos por 100 mil habitantes na RMVP. A Tabela 4 sintetiza o quadro epidêmico (2001-2010) por sub-regiões da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Tabela 4 - Total de casos e taxa de incidência de dengue por sub-região da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2001 - 2010).

SUB-REGIÃO	TOTAL DE MUNICÍPIOS COM CASOS	TOTAL DE CASOS	TAXA DE INCIDÊNCIA POR 100 MIL HABITANTES	ANO DE MAIOR OCORRÊNCIA/ NÚMERO DE CASOS
I - São José dos Campos	8	3006	308,20	2010/1854
II - Taubaté	7	4661	836,50	2010/4441
III - Guaratinguetá	9	666	202,39	2007/302
IV - Cruzeiro	8	1233	101,16	2006/695
TOTAL	32	9566	362,06	2010/5779

Fonte: Ministério da Saúde. Elaborado por Kajjia (2016). Adaptado pelo autor (2020).

Entre 2001 e 2010 a Sub-região II (Taubaté) apresentou a maior taxa de incidência: 836,50 casos por 100 mil habitantes; seguida pela Sub-região I (São José dos Campos), com 308,20 casos por 100 mil habitantes. Ambas são as mais urbanizadas e com melhores indicadores socioeconômicos. A Sub-região III (Guaratinguetá) apresentou 202,39 casos por 100 mil habitantes. Por último, a Sub-região IV (Cruzeiro) apresentou a menor taxa de incidência: 101,16 casos por 100 mil habitantes. Os municípios de Caçapava, Jacareí, São José dos Campos, Tremembé, Taubaté Aparecida, Cachoeira Paulista, Guaratinguetá, São Sebastião, Caraguatatuba, Ilha Bela e Ubatuba são os que apresentaram o maior número de casos de dengue (KAJYIA, 2015).

A seguir - no Capítulo 2: Revisão da Literatura - apresentamos o referencial teórico relacionados a esta pesquisa, com a apresentação de conceitos, técnicas e metodologia relacionada a temática de estudo.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Geografia Médica e Geografia da Saúde

Nos últimos anos renasceu o antigo interesse dos geógrafos e de outros pesquisadores no estudo das relações entre espaço e saúde. A obra de Hipócrates (escrita no século V a.C.), *Dos ares, das águas e dos lugares*, é uma referência para os estudos que relacionam geografia, medicina e saúde. A obra destaca a importância do modo de vida dos indivíduos e analisa a influência de fatores naturais para a propagação de doenças.

Historicamente, os estudos que relacionam saúde e espaço geográfico, podem ser classificados de várias maneiras (INIGUEZ ROJAS, 1998), sendo que os termos geografia médica e geografia da saúde, são os mais utilizados. Para Pessoa (1978), a geografia médica teve seu desenvolvimento entre os séculos XVI e XVII, a partir da necessidade do conhecimento da distribuição geográfica das doenças. A geografia médica seguia a tradição hipocrática, onde os estudos se desenvolveram no campo descritivo das doenças, identificação de padrões de doenças e dos fenômenos físicos associados as suas causas (DUTRA, 2011).

Segundo Barcellos et al. (2018) o livro "*Versuch einer allgemeinen medicinisch-praktischen Geographie*" (Uma tentativa de geografia geral médico-prática) de Finke (1792), é a primeira obra que define o campo de estudo da geografia médica e que realiza uma análise espacial das enfermidades. O uso do termo geografia médica predomina entre o século XVI e o século XX (até os anos 1980).

Entre os séculos XVIII e XIX a geografia médica estava ligada aos métodos das ciências naturais, com grande influência dos naturalistas (Humboldt, Martius e Darwin), fato que renovou uma tendência de trabalhos centrados nos fenômenos físicos, estudo de endemias e epidemias provocadas por "doenças tropicais", com ênfase nos estudos regionais. Nestes séculos, se desenvolveram os primeiros estudos ordenados de epidemiologia geográfica, bem como, tem início a preocupação com a distribuição dos serviços de saúde e a avaliação das condições de saúde das populações; principalmente, na Alemanha do final do século XVIII, que procurava implantar uma medicina do Estado (MAZETTO, 2008).

Segundo Dutra (2011), é importante destacar também a contribuição do médico italiano Giovanni Maria Lancisi, que delimitou territórios franceses com maior probabilidade à taxa de incidência de malária no início do século XVIII. Outros trabalhos desenvolvidos no início do século XIX foram importantes, pois localizaram áreas endêmicas de cólera na Ásia e mapearam a disseminação global da doença.

No século XIX, John Snow (médico inglês) foi pioneiro no uso empírico da análise espacial no estudo de doenças. Em 1854, a população de Londres sofria com uma grave epidemia de cólera, na época pouco era conhecido sobre os mecanismos causais da doença. Snow elaborou um mapa do distrito do Soho, onde localizava a residência das vítimas e as bombas de água que abasteciam a cidade. Com isso, percebeu que diversas mortes ocorreram próximas a uma das bombas, o epicentro da epidemia. Ele indicou o fechamento da bomba e os números de mortes diminuíram (SNOW, 1855).



Figura 7 - Mapa do distrito do Soho em Londres com identificação de poços e óbitos por cólera.

Fonte: Snow (1855)

Para Czeresnia e Ribeiro (2000), o parasitologista Yevgeny Nikanorovich Pavlovsky (1884-1965) e o geógrafo Maximilien Sorre (1880-1962) forneceram importante base conceitual para a geografia médica, além de fundamentarem o desenvolvimento de trabalhos com perspectiva interdisciplinar. Vieites e Freitas (2007) afirmam que esses autores são responsáveis pela criação de sistemas

teórico-conceituais e metodológicos que proporcionam a interação entre a geografia e a epidemiologia.

Pavlovsky (1939) desenvolveu a *Teoria dos Focos Naturais das Doenças Transmissíveis*, que relaciona o conceito de espaço ao estudo das doenças transmissíveis. Para o autor, existe um tipo de clima, de vegetação e de solo favoráveis, nos lugares onde vetores, doadores e receptores tornam-se abrigos de infecção (PAVLOVSKY, 1939; FERREIRA, 1991; SILVA, 1997; BOUSQUAT e COHN, 2004).

Para Vieites e Freitas (2007), o trabalho de Pavlovsky teve grande influência no trabalho do parasitologista Samuel Barnsley Pessoa (1898 - 1976) e do médico Luís Jacintho da Silva (falecido em 2013). Pessoa criou uma escola de estudos em geografia médica no Brasil, que estudou as enfermidades transmitidas por vetores. Silva publicou diversas obras, com destaque para o livro: "O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas" (1997).

O geógrafo Maximilien Sorre (influenciado pelas obras de Paul Vidal de La Blache) abordou as influências do meio sobre as populações. Na obra "*Les fondamentes de La geographie humaine*", Sorre defende investigações de natureza interdisciplinar, composta pelo plano físico, biológico e social (CATÃO, 2011). A obra apresenta um amplo estudo sobre doenças parasitárias e relaciona o agente do vírus ao homem, ao habitat, o local e a região. Ele traz uma nova orientação à geografia médica, a medicina social e a epidemiologia. Segundo Dutra (2011), Sorre afirma que a saúde e a capacidade de reprodução de um grupo em um momento, dependem mais do ambiente humano, das representações e dos impulsos coletivos, que do clima e de outras condições físicas.

Segundo Bousquat e Cohn (2004), Sorre destaca a importância da ação humana na formação e na dinâmica do "complexo patogênico", que se constituem a partir dos agentes causais, seus vetores, o meio ambiente e o ser humano. Para Castilho (2006), Sorre adota os conceitos de região para definir áreas onde ocorrem certas enfermidades. Em seu trabalho de Cartografia Médica sobre a região Mediterrânea, constata a existência do predomínio de algumas enfermidades: dengue, malária, pelagra e febre amarela.

Para Dutra (2011), as proposições de Pavlovsky e Sorre favoreceram o ressurgimento das abordagens geográficas sobre a temática da saúde. A partir dos anos 1950, ocorre a vinculação dos processos de saúde e doença aos estudos

geográficos, indo além de estudos descritivos e da distribuição espacial das doenças infecciosas.

Na segunda metade do século XX ocorre uma revolução científica na geografia, com a introdução de métodos quantitativos e a busca de modelos e leis científicas que forneçam padrões de distribuição espacial. Ao mesmo tempo, a visão ecológica começa a ser complementada por outra definição de estudos geográficos, que corresponde ao estudo da diferenciação de espaços na superfície da terra (BARCELLOS et al., 2018).

Em 1976, acontece em Moscou (URSS) a Assembleia Geral da União Geográfica Internacional (UGI). Neste evento tem início o debate sobre a mudança dos títulos: geografia médica para geografia da saúde (BARCELLOS et al., 2018). Esta mudança se consolida nos anos seguintes.

Para Santana (2005) atualmente a geografia da saúde integra diversos temas da geografia, como a climatologia regional e local, demografia, planejamento, urbanização, entre outros. Constitui-se numa área de compreensão global, preocupada com problemas contemporâneos, em diferentes escalas.

A geografia da saúde pode ajudar a entender e intervir em problemas de saúde, desde que perceba a complexidade das relações entre ambiente, sociedade e território. Por isso, devem ser utilizadas metodologias que permitam captar e analisar as condições de vida e as situações de saúde dos lugares, tais como, mapeamentos temáticos, ferramentas de estatística espacial, análise espacial, identificação de modos e processos de difusão espacial de um evento de saúde, estudos locais e dos modos de vida dos indivíduos (BARCELLOS, 2008).

De acordo com Cliff e Hagget (1992) a cartografia no campo da saúde pública contribui no conhecimento e interpretação de eventos, processos, problemas e necessidades em saúde. Os mapas são suportes permanentes de ações e intervenções que ajudam a minimizar danos e respondem as demandas de saúde das populações.

Segundo Ferreira (2003), a utilização de métodos cartográficos e técnicas de análise espacial de dados epidemiológicos, ou dados de doenças em geral, têm crescido substancialmente na atualidade. Para o autor, um dos fatores responsáveis que explica esta tendência é a atual capacidade analítica dos sistemas de informação geográfica.

Com essa característica, os geógrafos possuem condições de assumir o importante papel de pesquisador das características espaciais das doenças. Além de investigar impactos, atuar no planejamento e indicar estratégias que ajudem na minimização dos danos. Conforme Medeiros e Câmara (2001):

“Atualmente, em uma perspectiva moderna de gestão do território, segundo toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento” (p. 10-1).

Gatrell (2002) afirma que para ocorrer uma análise geográfica eficiente, é necessário o estudo da ocorrência de correlações entre variáveis como faixa etária, renda, escolaridade e outros fatores socioeconômicos, para assim haver um perfil populacional com parâmetros comparativos entre grupos humanos ou entre ações das políticas públicas de saúde locais.

Os estudos ecológicos, ou estudos de correlação geográfica, examinam relações entre variáveis ou entre fatores e desfechos, analisam variações geográficas em grupos populacionais ou em áreas expostas. Os fatores podem ser qualquer variável relacionada a desfecho de saúde (ambiental, demográfica, socioeconômica, entre outros) (CARBALLO, 2005).

Portanto, o estudo de fatores geográficos é imprescindível, pois eles podem contribuir para o aparecimento ou a manutenção de determinadas endemias e epidemias. Os estudos ecológicos possuem forte relação entre a epidemiologia analítica e a estatística espacial. Permitem desenvolver estudos de difusão, relacionar com a produção dos modelos descritivos, preditivos e de interdição, além de entender o papel dos fatores geográficos na gênese e na distribuição das doenças (DUTRA, 2011).

Segundo Chiaravalloti-Neto (2017) os estudos ecológicos têm como objetivo modelar medidas de taxa de incidência ou prevalência calculadas em áreas em função de covariáveis socioeconômicas, demográficas, ambientais e de serviços de saúde, medidas nestas áreas. As técnicas de análise espacial têm aplicação no estudo de difusão de agravos, consideram e medem a dependência espacial dos dados, além de identificar aglomerados espaço-temporais e áreas com maior risco de ocorrência.

2.2 Dengue e *Aedes aegypti*

Segundo Ferreira (2003) as epidemias têm propriedades espaciais notáveis e complexas, responsáveis pela difusão da doença para outras unidades geográficas. A estrutura que governa a dinâmica espacial das doenças não é tão clara como os diagnósticos dos casos, pois combinam fatores sociais, ambientais, de vizinhança, distância e contiguidade.

Como podemos observar na Figura 8, a dengue afeta populações de diversos países, principalmente em áreas tropicais e subtropicais, onde ocorre a transmissão local.

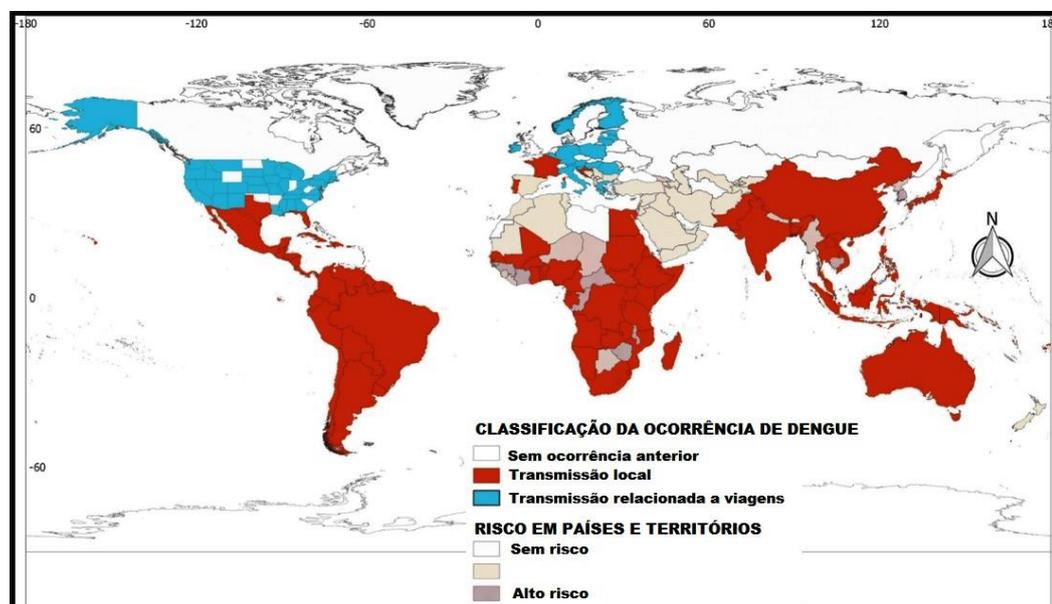


Figura 8- Classificação e risco global da incidência de dengue em 2017.

Fonte: Leta et al. (2018), adaptado pelo autor.

Várias espécies de mosquito do gênero *Aedes* podem transmitir o vírus da dengue. No entanto, os principais vetores são o *Aedes Aegypti* e o *Aedes Albopictus*, ambos presentes em regiões tropicais e subtropicais (CATÃO, 2011).

O agente etiológico é representado por um complexo de quatro sorotipos de vírus, da família *Flaviviridae*, do gênero *Flavivirus*, sendo conhecidos quatro sorotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4 (RIBEIRO et al., 2006).

Segundo Kajiya (2015), o início da propagação da doença se dá no momento em que a fêmea (vetor) do gênero *Aedes* contamina-se ao picar uma pessoa doente. A seguir, o inseto pica uma pessoa saudável para alimentar-se e

injeta, juntamente com sua saliva, o vírus da doença, completando o ciclo de transmissão.

A dengue pode ser assintomática, ou ter, na maioria dos casos, uma evolução benigna (18 a 60%), com pouco ou nenhum contato com o sistema de saúde (BHATT et al., 2013). Classicamente caracterizada por altas temperaturas, dor de cabeça, vômito, mialgia, dor nas articulações e erupção cutânea, a dengue compartilha sintomas com muitas outras doenças infecciosas comuns em cenário tropical (SIMMONS et al., 2012). Apenas uma pequena proporção de pacientes sofrerá com a manifestação mais grave, com a ocorrência de hemorragia e choque, complicações que podem representar uma ameaça à vida, se não for identificado e tratado adequadamente (OMS, 2009).

O ambiente urbano, produzido e modificado pelo homem, oferece condições perfeitas para a dispersão de arboviroses. Para Mondini e Chiaravalloti Neto (2007), o vetor está associado às atividades antrópicas que disponibilizam locais de oviposição artificiais e permitem a manutenção de sua infestação. O mosquito utiliza-se de reservatórios de água para depositar seus ovos, que são resistentes a longos períodos sem água. Portanto, os centros urbanos configuram-se como favorecedores da dispersão e aumento da densidade do mosquito. Segundo Costa et al. (2018) a alta densidade populacional é importante na transmissão do vírus, o que torna as pessoas que vivem em áreas urbanas mais suscetíveis à doença.

Os primeiros casos relatados da doença ocorreram na África, América do Norte e Ásia, nos anos de 1779 e 1780 (GUBLER e CLARK, 1995 apud FERREIRA, 2003).

Segundo Mendes e Costa (2011), ocorreram registros de epidemias de dengue em São Paulo nos anos de 1851 a 1853 e em 1916; e em 1923 no Rio de Janeiro, quando a doença foi erradicada. Ao longo dos anos 1980 foram registrados novos casos em diversos estados (PONTES e RUFFINONETTO, 1994). Em São Paulo, entre os anos de 1991 e 1999, ocorreram epidemias em diversas regiões e municípios do estado, principalmente em Santos, São José do Rio Preto, São Vicente, Cubatão e Guarujá, responsáveis por mais de 70% dos casos do Estado (BRASIL, 2019).

Para Cabral e Freitas (2012) a reemergência da epidemia de dengue tornou-se um problema de saúde pública, fato que desafia o sistema de saúde

brasileiro. Os autores investigaram a distribuição espacial da dengue e sua relação com fatores socioeconômicos e demográficos em 3.878 municípios brasileiros no ano de 2010, ano que houve recorde de casos e mortes provocadas pela doença. Entre 2000 e 2009, 3,5 milhões de casos de dengue foram registrados, 12.625 dos quais eram do tipo dengue hemorrágica, com registro de 845 óbitos (BRASIL, 2011). Essa elevação da notificação da dengue é devida, principalmente, a disseminação do principal vetor em todos os estados brasileiros (LIMA-CAMARA et al., 2006).

Segundo Mondini e Chiaravalloti Neto (2007) o Brasil foi responsável por cinquenta e seis por cento (56%) dos casos de dengue notificados nas Américas entre 2001 e 2005. Foram registrados 241.796 casos de dengue clássica em 2005. Os autores afirmam que correu um comportamento cíclico: alguns anos com alta taxa de incidência e outros com baixa taxa de incidência.

Segundo estudo de Teixeira et al. (2013) nos primeiros anos deste século, as regiões Sudeste e Nordeste foram as mais afetadas. A partir de 2009 foram relatados mais casos na região Centro-Oeste, e a região Sul apresentou as menores taxas de incidência.

Conforme dados de Brasil (2020) foram registrados mais de 9,4 milhões de pessoas infectadas pela dengue no território brasileiro, entre 2007 e 2018. No período, a Região Sudeste apresentou o maior número de vítimas da doença (4.908.685 de casos), seguida pela Região Nordeste (2.033.744 de casos) e Centro-Oeste (1.590.726 de casos). O menor número de casos foi registrado nas regiões Norte (599.638 de casos) e Sul (323.790 de casos). No período entre 2008 e 2019, ocorreram 6.429 óbitos por dengue no Brasil, com taxa de letalidade entre 0,05 % e 0,09% do total de infectados pela doença (BRASIL, 2020).

Na Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP), entre os anos de 2007 e 2018, foram notificados 92.533 casos de pessoas infectadas e uma taxa de incidência de 282,90 por 100 mil habitantes (FUNDAÇÃO SEADE, 2019).

O sistema de relações sociais e a estrutura que caracteriza o espaço ocupado pelo homem alteram-se no tempo, trazendo consigo mudanças na possibilidade de adoecer ou morrer, nos diversos grupos populacionais. A mesma enfermidade pode disseminar-se em diferentes espaços geográficos de diferentes formas (SILVA, 1997).

Segundo Nardi et al. (2013) a análise da distribuição espacial dos casos de uma doença em municípios, fundamenta estudos sobre a transmissibilidade nas

regiões e nas áreas de abrangência, produz informações úteis para realizar a vigilância dos casos, mostra a população atingida, facilita o trabalho dos profissionais da saúde, permite uma melhor distribuição e alocação de recursos materiais e humanos.

2.3 Mapeamento Temático e Análise Espacial nos estudos epidemiológicos

Através de mapas temáticos e técnicas analíticas é possível elucidar os padrões geográficos da doença, o comportamento da difusão espaço-tempo, as tendências regionais e as probabilidades de ocorrência de casos de dengue em diversas escalas (FERREIRA, 2003).

Um dos usos mais nobres da análise espacial está no campo da epidemiologia, ou no estudo da taxa de incidência e distribuição de doenças (COSTA et al., 2018). Há muito tempo os mapas vêm sendo utilizados em estratégias de combate às epidemias. Barroso (2014) apresenta os mapas resgatados por Koch (2005), que ilustram a eficiência do raciocínio espacial para o controle da epidemia da peste no território da atual Itália, entre 1690 e 1692.

Em 1854, Snow realiza trabalho pioneiro no uso empírico da análise geoespacial, ao mapear o distrito do Soho em Londres. Ao identificar os mortos pela cólera, ele descobriu a correlação entre as mortes e o poço existente em Broad Street. Após a interdição dessa fonte de água, os números de mortes por cólera diminuíram no distrito (SNOW, 1855).

Dutra (2011) destaca a importância do trabalho de Sorre (1943), pois o método proposto partia da cartografia e possuía as seguintes características: sobreposição de dados da observação num mesmo espaço e análise histórica da formação de cada elemento, desde os naturais até os sociais. Assim, se chegaria a compor, por sobreposição de informações, um quadro da situação atual, a partir do estudo do funcionamento e da interrelação dos elementos presentes (MORAES, 1997).

É importante destacar a contribuição de Berry (1964), que estabeleceu as bases conceituais das funções de análise geoespacial (FERREIRA, 2006). Muitos dos algoritmos de análise espacial foram criados antes da evolução dos computadores e baseiam-se em paradigmas da geografia anglo-saxônica, criados na metade do século XX. É uma herança da tradição geométrica ou espacial da geografia, cujos

pressupostos e métodos foram propostos pela geografia quantitativa dos anos 1960 e 1970 (FERREIRA, 2003).

Ferreira (2003) completa que os pressupostos foram delineados com profundidade na obra de Bunge (1966) e sintetizados por Hagerstrand (1968):

[...] a análise quantitativa recentemente incorporada à geografia representa o estudo aprofundado dos padrões de pontos, linhas, áreas e superfícies, dispostos em mapas, definidos por coordenadas espaciais em duas ou três dimensões (p. 69).

A partir dos anos 1960 a análise quantitativa fortalece a geografia médica/saúde, por meio da utilização de base estatística e matemática, sendo utilizada em estudos epidêmicos em geral, e na análise da expansão e retração dos processos saúde-doença (DUTRA, 2011).

Costa (2013) afirma que o uso de geotecnologias na área de saúde tem sido facilitado pelo maior acesso a bases de dados epidemiológicos e pela disponibilização de ferramentas cartográficas e estatísticas. Estes avanços contribuíram para o incremento da produção de cartografia temática, na formulação de hipóteses a respeito da distribuição espacial de agravos à saúde e na sua relação com indicadores socioeconômicos (REZENDE et al.2010).

No entanto, Ferreira (2003) afirma que na geografia médica as epidemias de dengue têm sido abordadas a partir, principalmente, da ótica corológica. Para o autor, os trabalhos que seguem essa linha, procuram explicar a taxa de incidência dos casos como produto das características ecológicas dos lugares onde eles têm se manifestado, restringindo a modelagem cartográfica e a análise espacial dos dados.

A geografia quantitativa estabelece uma vinculação mais estreita com as representações cartográficas, por causa do enfoque estatístico, sistêmico-modelista, no qual as bases cartográficas são imprescindíveis (KOZEL, 2004).

Para Ferreira (2003) a escola espacial da geografia é mais coerente com a representação da epidemia, já que reúne em uma mesma abordagem, a cartografia temática e as funções de análise espacial para sistemas de informação geográfica (SIG). Consiste na união da linguagem gráfica da cartografia temática e a linguagem numérica clássica da análise espacial, processadas em conjunto.

Segundo Glass (2000) os sistemas de informação geográfica (SIG) interligam a epidemiologia e a geografia, pois fornecem instrumentos para a

caracterização e análise dos dados espaciais. Seguramente, há uma interação mútua entre a geografia da saúde, a análise espacial e a epidemiologia.

As técnicas de análise espacial são a base para compreender o perfil epidemiológico das doenças. Associada a métodos estatísticos que investigam correlações espaciais entre as unidades de análise, buscam identificar variáveis explicativas, como possíveis fatores de risco, para compreender fenômenos relacionados à dinâmica da distribuição de doenças (MAGALHÃES, 2012).

Segundo Oliveira (2012), nos últimos anos as possibilidades proporcionadas pela análise espacial permitiram a ampliação do número de pesquisas na área de saúde pública. Diversos pesquisadores da área da epidemiologia e da saúde pública estudam o padrão espacial da distribuição de doenças e fatores associados (BRIGGS, 1996; CUZICK e ELLIOTT 1996; ARON e PATZ, 2001; ALBERT et al. 2001; LAWSON, 2001; ELLIOT et al., 2006).

A inclusão de análise dos padrões espaciais em estudos epidemiológicos é importante para a compreensão do papel do planejamento territorial e dos processos de difusão de doenças (OLIVEIRA, 2012). Segundo Barrozo (2014), aos geógrafos, especificamente, interessam os padrões espaciais, temporais e espaço-temporais. A identificação de padrões é o ponto de partida para a investigação e a compreensão de fenômenos.

A análise espacial tem sido utilizada como estratégia para identificação de espaços urbanos sob maior risco de doenças. Nesse contexto, as ferramentas da informática em saúde podem auxiliar na compreensão dos fenômenos envolvidos na difusão da dengue nos espaços de aglomeração populacional, elucidar questões relativas aos movimentos espaciais de sua ocorrência e subsidiar programas de combate ao vetor (SKALINSKI et al., 2019).

De acordo com Ferreira (2014) muitas das etapas de análise geoespacial são iniciadas a partir de perguntas espaciais construídas e adaptadas à solução de problemas de natureza espacial. Para o autor há cinco categorias de análise geoespacial: localização, distribuição, associação, interação e mudança. Para cada categoria, podem ser feitas diversas perguntas espaciais que possibilitam o início de procedimentos de análise geoespacial em SIG. Dentro de um contexto de investigação adaptado à área de epidemiologia espacial e o estudo da dengue. Segue lista de perguntas espaciais, e a respectiva categoria de análise geoespacial:

1. *Onde ocorrem casos de dengue?(Localização).*
2. *Até que distância desse local os casos de dengue ocorrem?(Distribuição).*
3. *Existe regularidade na distribuição espacial dos casos de dengue em São Paulo? (Distribuição)*
4. *Por que o padrão da distribuição dos casos de dengue exibe regularidade? (Associação).*
5. *Quais tipos de distribuição estatística se ajustam a ocorrência de casos de dengue no Brasil?(Distribuição).*
6. *Onde estão os limites da ocorrência dos casos de dengue?(Localização e Distribuição).*
7. *Por que seus limites restringem sua distribuição?(Localização e Associação).*
8. *Quais variáveis socioeconômicas estão associadas aos casos de dengue em São Paulo?(Associação).*
9. *Os casos de dengue ocorrem agrupados em regiões ou clusters de municípios?(Localização e Distribuição).*
10. *Por que os casos de dengue estão espacialmente associados a alta taxa de ocupação domiciliar urbana?(Associação).*
11. *Os casos de dengue sempre ocorreram neste mesmo lugar?(Mudança).*
12. *Por que os casos de dengue têm se espalhado com esta tendência espacial no oeste de São Paulo?(Interação e Mudança).*

Estas perguntas são um ponto de partida para a análise de dados sobre uma epidemia de dengue. A utilização de ferramentas estatísticas, de geotecnologias e a análise espacial, permitem identificar e localizar casos de dengue e auxiliam-nos a entender a distribuição espacial e a ecologia desta doença. A análise espacial é uma ferramenta de planejamento, que permite ação eficaz para mitigar a ocorrência e os problemas decorrentes que afetam a população urbana (NAKHAPAKORN e TRIPATHI, 2005).

Para Skalinski et al. (2019) a análise espacial é uma ferramenta muito útil para o estudo das dinâmicas de transmissão da dengue, pois possibilita o conhecimento de áreas, períodos e fatores sociais e ambientais que contribuem para os maiores riscos, a fim de produzir alertas para os serviços de saúde.

A seguir é apresentado referencial bibliográfico no âmbito da Análise Espacial da Dengue. Os trabalhos estão relacionados ao conhecimento espaço-temporal da doença, aos fatores sociais e ambientais de maior risco e as técnicas aplicadas, tais como: Índice de Moran Global e Índice de Moran Local utilizadas para medir a autocorrelação espacial e a técnica estatística de Suavização Espacial Bayesiana, que atenua as taxas de incidência extremamente elevadas ou extremamente baixas e indicam as áreas de maior risco de incidência. Estas técnicas servem de apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.3.1 Métodos de Análise Espacial aplicados no estudo da Dengue

Oliveira et al. (2013) realizaram revisão sistemática dos métodos de análise geoespacial no estudo da dengue em artigos publicados entre janeiro de 2001 a março de 2011. Os autores selecionaram trinta e cinco estudos. Sendo que a maioria deles foi realizada por pesquisadores brasileiros ou estadunidenses e 72% dos artigos foram publicados a partir de 2008. Vinte e um métodos foram utilizados nos estudos epidemiológicos de dengue, dois deles foram utilizados com maior frequência para analisar os dados ou áreas de polígonos:

1) LISA - Indicadores locais de associação espacial ou Índice de Moran Local (sete artigos) - foi o método mais utilizado na análise de dados poligonais (ALMEIDA et al., 2008; GALLI E CHIARAVALLOTI-NETO, 2008; MACHADO et al., 2009; ALMEIDA et al., 2009; WEN et al., 2002; JEEFOO et al., 2011; HU et al., 2011).

2) Índice de Moran Global (seis artigos) - essa é a técnica de análise de dados espaciais mais comum para estimar o grau de autocorrelação espacial nos dados da área, por causa da facilidade de aplicação e interpretação dos resultados. Diversos autores utilizaram esse índice (TEIXEIRA e MEDRONHO, 2008; THAMMAPALO et al. 2008; ALMEIDA et al., 2009; JEEFOO et al., 2011; HU et al., 2011; WONG et al. 2011).

Para Oliveira et al. (2013) os resultados mostram que os principais métodos utilizados (LISA e Moran Global), produzem dados eficientes sobre localização de grupos de casos de dengue e de áreas de *hotspot* de transmissão. São técnicas úteis para monitorar a transmissão de dengue na escala local (municipal).

Outro estudo também sintetiza e discute as informações mais relevantes produzidas pelos estudos de análise espacial de dengue. Trata-se de uma pesquisa de revisão integrativa de literatura, realizada por Skalinski et al. (2019) sobre trabalhos publicados entre 1945 e 2017, disponíveis em *Web of Science*. Os autores fizeram uso dos descritores e operadores “*Spatial Analysis*” AND “*Dengue*” AND “*Urban Area*” e selecionaram 35 artigos. O perfil das produções permitiu a identificação de sete assuntos mais abordados: mobilidade urbana, densidade populacional, fatores sociodemográficos, disponibilidade de água, temperatura, vegetação e urbanização. Alguns artigos catalogados por Skalinski et al. (2019) foram consultados nessa pesquisa. Trazemos as principais considerações a seguir.

Segundo Cao et al. (2017), que realizaram o estudo "Os efeitos individuais e interativos de fatores socioecológicos na dengue em escala espacial fina: uma análise geográfica baseada em detectores", o risco de infecção por dengue apresentou associação positiva com densidade rodoviária, temperatura do ambiente, nível de urbanização, centros urbanos e precipitação, e associação negativa com renda per capita, cobertura vegetal e presença de represa.

Kikuti et al. (2015) estudaram a distribuição espacial da dengue em uma favela brasileira, e o papel do gradiente socioeconômico no risco de doenças. Os autores concluem que a presença de baixos índices socioeconômicos está associada a maior risco de dengue.

Segundo Machado et al. (2009), que realizaram análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu - RJ, os padrões espaciais da dengue indicaram que áreas com desigualdades sociais e situadas próximas a vias de acesso são as mais suscetíveis à doença.

Para Cox et al. (2007) que investigaram as diferenças de habitat terrestre entre o *Aedes Aegypti* e o *Aedes Mediovittatus* em San Juan, Porto Rico, a presença de *Aedes Aegypti* foi maior nas áreas urbanas com alta densidade populacional.

Entre os fatores sociodemográficos identificados nas publicações e relacionados à transmissão da dengue em meios urbanos, destacaram-se: baixa renda, moradias térreas, baixa escolaridade, maior número de população com idade avançada e maior número de crianças (SKALINSKI et al. 2019). Outros estudos apontam que as áreas pobres e com alta densidade populacional são as mais afetadas pela dengue (ESPINOSA et al. 2016; TELLE et al. 2016).

Para Siqueira Junior et al.(2008), Almeida et al.(2007), Mondini e Chiaravalloti Neto (2008) e Gonzáles et al.(2017) a taxa de incidência de dengue foi inversamente proporcional à escolaridade. Segundo Johansen et al. (2013) a provisão e a qualidade dos serviços de fornecimento de água são fatores importantes para compreender as epidemias de dengue. A mobilidade urbana por via terrestre ou aérea mostrou-se também como um fator relevante no processo de difusão da dengue (SANNA e HSIEH, 2017; CAO et al., 2017).

A interpretação da análise espacial exige a percepção das relações entre espaço e sociedade, determinadas por condições econômicas e sociais, para melhor elaborar diagnósticos e ações em saúde (BARCELOS et al. (2002). Nesse sentido, Skalinski et al. (2019) afirmam que estudos de análise espacial merecem destaque por sua capacidade de identificar áreas críticas, regiões geográficas de maior risco para a ocorrência da doença e por explicar relações. Como podemos ver nos estudos a seguir.

Com o objetivo de entender a relação entre o risco de dengue e as variáveis sociodemográficas através da utilização de modelos de regressão espacial bayesianos, Honorato et al. (2014) realizam análise espacial do risco de dengue em 2010, nos municípios do Espírito Santo, Brasil. Os autores fazem um estudo ecológico e exploratório a partir de dados obtidos no *SinanNet* e utilizam ferramentas de análise espacial na elaboração de mapas temáticos. Os autores justificam a utilização do modelo de abordagem completamente bayesiana no estudo de análise espacial de doenças, pois essa modelagem minimiza a variância dos estimadores, principalmente em locais onde a população é pequena, e produz estimativas mais precisas de associações entre a taxa de incidência da doença e fatores ou determinantes sociais de saúde relacionados às áreas estudadas, conforme resultados de outros estudos (MARSHALL, 1991; SPIEGELHALTER et al., 2003).

Com o estudo de Honorato et al. (2014), foi possível identificar locais com maior risco da doença e confirmar a correlação entre maior taxa de incidência de dengue e elevada densidade populacional, conforme encontrado por Schmidt et al. (2011) e Hu et al. (2012). Em relação aos indicadores de condições socioeconômicas, duas variáveis apresentaram relação a um maior risco de dengue, são elas: coleta inadequada de lixo e renda per capita inferior a três salários mínimos, de acordo com o que foi encontrado por Costa e Natal (1998) e Barcellos et al. (2005).

Kajiya (2015) analisou a distribuição dos casos, a taxa de incidência da dengue entre os anos de 2001 e 2010, o abastecimento de água, acesso a rede de esgoto e coleta de lixo por região (Região Metropolitana do Rio Paraíba e Litoral Norte Paulista), Sub-região (regiões administrativas do estado) e por municípios. O autor concluiu que há pequena relação entre o nível do serviço de saneamento básico e a presença de casos de dengue, pois apenas em 12 dos 29 municípios ocorreu correlação entre as variáveis.

Hu et al. (2011) investigaram o agrupamento espacial e a dispersão dinâmica da taxa de incidência da dengue em Queensland, Austrália, nos períodos 1993-1996, 1997-2000 e 2001-2004. Os autores utilizaram o Índice de Moran Global para avaliar a autocorrelação espacial de casos relatados de dengue. O Índice de Moran Local (LISA) foi utilizado para identificar clusters espaciais e examinar os padrões espaço-temporais da propagação da dengue. As taxas bayesianas empíricas de suavização de Bayes foram usadas para exibir a distribuição espacial da dengue nas áreas postais de Queensland. Os resultados indicam que a distribuição da dengue foi aglomerada em cada período, com aglomerados em períodos de alta e de baixa taxa de incidência. Houve autocorrelação espacial positiva significativa da taxa de incidência de dengue nos três períodos: os índices de Moran foram de 0,143 (p-value 0.004) no período 1993-1996; 0,087 (p-value 0.017) no período 1997-2000; e 0,026 (p-value 0.033) entre 2001-2004. Houve uma diminuição na autocorrelação espacial ao longo do período do estudo, com valor mais baixo no período entre 2001 e 2004.

Para completar, foram selecionados trabalhos que apresentam aplicação de técnicas, com ênfase na análise espacial de dados de saúde. O primeiro é o trabalho realizado por Silva et al. (2011) cujo objetivo foi à visualização de padrões de variação da taxa de mortalidade infantil (MI) no Rio Grande do Sul, Brasil. Para corrigir a instabilidade das taxas brutas, reduzirem a influência da alta variabilidade observada e obter estimativas suavizadas, os autores testaram e compararam duas técnicas de suavização baseadas na teoria bayesiana, são elas: Bayesiana Empírica e Totalmente Bayesiana. Os autores afirmam que as estimativas obtidas pelos dois métodos são similares. No entanto, o método Bayesiano Empírico possui algumas vantagens, pois utiliza a técnica de Quase-verossimilhança, que requer menor recurso computacional, é de fácil integração aos ambientes de geoprocessamento e pode ser utilizada em programas livres, como o TerraView (INPE). Ela fornece

padrões do risco da doença, suaviza os riscos estimados e detecta áreas de alto risco.

Em estudo sobre análise espacial de taxas de mortalidade por neoplasia maligna no esôfago por microrregiões dos estados da Região Sul e de São Paulo, entre os anos de 1996 e 2002, Santos et al. (2005) utilizaram conceitos da inferência bayesiana para estimar taxas corrigidas a partir dos valores observados. O estimador Bayes Empírico Global calcula uma média ponderada entre a taxa bruta da localidade e a taxa global da região, o que pode ser aplicado ao estudo da dengue, pois a razão é entre o número total de casos e a população total. O estimador Bayes Empírico Local calcula a estimativa localmente, utiliza somente os vizinhos geográficos da área na qual se deseja estimar a taxa, converge em direção a uma média local, em vez de uma média global.

Mendes (2016) analisou a distribuição espacial e a densidade de casos confirmados de dengue no município de Campinas - SP, durante a epidemia de 2013. A autora utilizou o Índice Global de Moran para investigar a autocorrelação entre os casos de dengue, os tipos de uso do solo e a influência dos pontos estratégicos. Os resultados mostram que a distribuição dos casos de dengue seguiu um arranjo espacial com padrão agregado.

Acharya et al. (2016) realizaram análise exploratória de dados e análise de cluster espaço-temporal da dengue em escala distrital no Nepal, entre os anos de 2010 e 2014. Os autores realizaram mapeamento da taxa de incidência bruta, excesso de risco e taxa de incidência espacialmente suavizada. A taxa de incidência de dengue de cada distrito foi calculada a partir do número de casos dividido pela população total, multiplicado por 100 mil habitantes, para cada ano na primeira etapa. Posteriormente, calcularam a média da taxa de incidência anual por 5 anos. Os dados referentes aos cinco anos foram utilizados para produzir um mapa de distribuição da dengue suavizado, através da correção da autocorrelação espacial. Segundo os autores, ocorreu distribuição agrupada da dengue em torno de dois distritos e maior incidência no período das monções.

Os autores - Acharya et al. (2016) - utilizaram a abordagem empírica de Bayes para avaliar o risco de dengue e um mapa de risco excessivo foi produzido. Esse mapa representou a taxa de incidência observada em cada distrito em relação à taxa de incidência média de todas as áreas endêmicas. Os autores concluem que a partir do mapeamento e da avaliação de agrupamentos, foi possível identificar

"hot-spots" da dengue. E apontam fatores determinantes: clima, alta densidade populacional e movimento excessivo das pessoas.

Antonio et al. (2017) estudaram os padrões espaciais de casos de dengue no Brasil entre os anos de 2001 e 2012. No estudo foi analisada a correlação espacial do número de casos de dengue entre pares de municípios. Os autores concluem que a função de correlação espacial decai com o aumento da distância entre os municípios e que esforços contra a propagação da dengue devem abranger regiões, de acordo com a correlação.

Zheng et al. (2019) analisaram características espaço-temporais e principais fatores de influência da dengue em duas regiões da China: Pearl River Delta e The Border of Yunnan and Myanmar. O estudo, que utilizou dados de 2010, refletiu as condições sociais regionais a partir de quatro variáveis socioeconômicas: uso da terra, população, densidade de estradas e PIB. Foram criadas uma série de grades espaciais (1 × 1 km – 14 × 14 km) e os dados de dengue de cada célula foram analisados pelo índice de Moran. Os autores concluem: investigar padrões espaço-temporais e potenciais fatores de influência da disseminação da dengue em regiões endêmicas é fundamental para consolidar medidas eficazes de prevenção e controle. E que fatores socioeconômicos têm uma influência maior que os fatores ambientais.

Qi et al. (2015) realizaram estudo sobre os efeitos de fatores socioeconômicos e ambientais na taxa de incidência da dengue no delta do Rio das Pérolas, China, 2013. Os autores indicam determinantes associados ao aumento nos casos de Dengue, são eles: maior densidade de estradas, menor PIB per capita, maior densidade populacional e baixo NDVI. O clima é considerado um fator importante. No entanto, os autores concluem que ao ocorrer um baixo grau de diversidade das condições climáticas numa região, as condições socioeconômicas e as demais condições ambientais podem ser os principais fatores contribuintes.

Almeida et al. (2009) realizaram o estudo ecológico denominado: Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. A escala de análise escolhida foi os bairros e o intervalo temporal foi entre a 48ª semana epidemiológica de 2001 e a 20ª semana de 2002. No estudo foi investigada a correlação entre casos de dengue e variáveis socioeconômicas (saneamento ambiental, condições de renda, acesso a bens de consumo, escolaridade, adensamento populacional e domiciliar). Os autores utilizaram o coeficiente de

correlação de Pearson e os Índices de Moran Global e Local, para avaliar a autocorrelação espacial da dengue e das variáveis selecionadas. O índice de autocorrelação espacial de Moran revelou dependência espacial entre a dengue e as variáveis selecionadas. Portanto, eles concluem que os problemas relacionados ao saneamento básico contribuem decisivamente para o aumento do risco da doença.

Adamczyk e Fahl (2017) realizaram estudo sobre a taxa de incidência de dengue no Rio Grande do Sul entre os anos de 2009 e 2015. Os autores afirmam que a ocorrência da dengue se deve a fatores biológicos e sociais. Dessa forma, é necessário conhecer as características demográficas e socioeconômicas das unidades territoriais na análise das diferentes situações em saúde, assim como dos seus grupos populacionais. A concepção de desenvolvimento deve ultrapassar a análise da renda e incorporar necessidades básicas para relacionar-se com a possibilidade de melhora de vida.

Para isso, Adamczyk e Fahl (2017) incorporam na análise de endemicidade variáveis de desenvolvimento social, expresso pelo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). Rejeitou-se a hipótese de distribuição aleatória espacial da dengue no Rio Grande do Sul. Os autores concluem que ocorreu autocorrelação positiva, pois municípios com casos de dengue estão cercados por outros municípios com registro de dengue, ou também, que municípios sem o registro de casos estão rodeados por municípios com situação semelhante.

Em estudo sobre a taxa de incidência da dengue, nos municípios do estado de Minas Gerais nos anos 2000 e 2010, Gomes et al. (2017) buscam entender a influência do espaço e das variáveis ambientais e socioeconômicas na taxa de incidência da dengue. Os resultados indicam que o saneamento básico, o Produto Interno Bruto (PIB) e a densidade populacional influenciam positivamente. De acordo com os macrodeterminantes da dengue apontados pela Organização Panamericana de Saúde (1991): densidade populacional moderada ou alta, padrões de assentamento inadequado, habitações com ausência de água encanada, recipientes descartados inadequadamente, coleta de lixo deficiente e condições socioeconômicas precárias. Ou seja, o vírus da dengue está associado a atividades antrópicas, que viabilizam sítios para a reprodução do mosquito e permite a manutenção da sua infestação.

Johansen et al. (2016) utilizaram dois bancos de dados na análise da dengue no município de Campinas no ano de 2014: o Atlas do Desenvolvimento

Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras e os endereços (geocodificados) do local de residência dos casos autóctones de dengue no município, obtidos no SINAN. Foram avaliadas duas variáveis: IDHM e taxa de incidência de dengue. A utilização do Índice de Moran permitiu identificar agrupamentos com alto ou baixo índice de desenvolvimento humano. Foi analisada a dinâmica da taxa de incidência da dengue no espaço e no tempo. No estudo, rejeitou-se a hipótese nula de que o número de casos em cada área é proporcional à sua população. Os autores concluíram que a variável IDHM não é suficiente para explicar a taxa de incidência de dengue em Campinas no ano de 2014.

Santos et al. (2013) realizaram análise exploratória de dados espaciais e produziram mapas e gráficos dos municípios de maior ocorrência de casos confirmados de dengue no estado do Pará, entre 2005 e 2011. A utilização do Índice de Moran Global confirmou a existência de autocorrelação, ou seja, uma área de alta ou baixa taxa de incidência está espacialmente associada a outros municípios com a mesma característica.

Silva (2018) realizou estudo ecológico dos casos de dengue com notificações confirmadas, autóctones, por município do estado de São Paulo, entre os meses de janeiro de 2015 a maio de 2015. A correlação espacial e respectivos agrupamentos foram avaliados pelos índices de Moran Global e Local. A distribuição da taxa de incidência de dengue no período apresentou presença de agrupamentos em regiões do estado de São Paulo. Assim foi possível afirmar com confiança de 95% que existe associação espacial positiva, incluindo alguns municípios da RMVP que apresentaram cluster baixo-baixo.

Em estudo ecológico realizado por Skalinski et al.(2019), foi realizada análise espacial de casos de dengue, chikungunya e zika, reportados ao SINAN no estado do Maranhão, nos anos de 2015 e 2016. Os autores calcularam os Índices Moran Global e Local no *software* GeoDa. O Índice de Moran Global identificou autocorrelação significativa das taxas de incidência de dengue e apontou correlação espacial positiva entre dengue e densidade populacional.

Morales-García et al. (2019) realizaram estudo sobre a distribuição espaço-temporal do vírus da dengue (2006-2017), da zika (2015-2017) e da chikungunya (2014-2017) na Colômbia. O objetivo principal foi indicar áreas onde há maior densidade e prevalência de casos e identificar agregação espaço-temporal. Os autores utilizaram o Índice de Moran Global para realizar análise da associação

espacial e a existência de autocorrelação espacial da prevalência dos casos das três arboviroses. Na análise da concentração espacial, foi utilizado o Índice de Moran Local (LISA). Os autores constataram que há zonas no país que apresentam maior densidade e prevalência de casos e que há aglomerados de dengue, zika e chikungunya. Portanto, há regiões com maior risco de infecção.

Astuti et al. (2019) realizaram análise espacial dos casos de dengue (4.597 casos) no distrito de Cirebon, na Indonésia, entre os anos de 2011 e 2017. Os autores utilizaram duas técnicas de análise espacial: Índice de Moran Global e Índice de Moran Local - LISA. Com a utilização das técnicas foi possível mapear agrupamentos da taxa de incidência e identificar aldeias com alto risco de dengue. O resultado do estudo subsidia autoridades locais de saúde, para aplicar intervenções oportunas e direcionadas em saúde pública e ajuda no planejamento e tomada de decisão para minimizar o impacto dos surtos de dengue.

Zhu et al. (2019) realizaram análise espaço-temporal do surto de dengue que ocorreu em 2014 na província de Guangdong, China. A partir de dados epidemiológicos, demográficos e geográficos em nível distrital e municipal. No estudo foram utilizados: o Índice de Moran Global, o Índice de Moran Local e o método de varredura espacial de Kulldorff. O Índice de Moran Global mediu a correlação entre observações espaciais e permitiu encontrar o padrão global (agrupado, disperso ou aleatório) nos 128 distritos e condados. O Índice de Moran Local (LISA) possibilitou identificar agrupamentos em distritos específicos.

O método de varredura espacial de Kulldorff foi utilizado para identificar círculos cujas taxas de incidência são significativamente maiores que as regiões fora dos círculos (KULLDORFF, 1997). Os autores concluem que a distribuição da dengue estava fortemente correlacionada no espaço e estava altamente agrupada em torno de Guangzhou e Foshan. As possíveis razões que contribuem para os padrões de agrupamento são: urbanização, alta densidade populacional, temperatura elevada (devido ao efeito de ilha de calor na zona urbana), presença de terminais de transporte e grande mobilidade humana entre regiões.

A partir dos problemas apresentados, hipóteses levantadas e das técnicas e possibilidades reveladas pela revisão da literatura, definimos a metodologia, os materiais e as técnicas que foram utilizadas nesta pesquisa. Que apresentamos no capítulo a seguir.

CAPÍTULO 3 - MATERIAL E MÉTODO

O trabalho segue o método hipotético-dedutivo, que se baseia na observação, descrição, coleta de dados, quantificação, apresentação de dados e análise espacial. A pesquisa foi realizada entre os anos de 2018 e 2021. Tem o objetivo de elucidar e analisar a espacialidade da dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP, no período entre 2007 e 2018.

No trabalho são utilizadas técnicas estatísticas e de análise espacial para explicar a ocorrência de dengue nos municípios da região, investigar a autocorrelação espacial entre a taxa de incidência de dengue de cada município em relação aos vizinhos e em relação a média da região, apontar o risco de contágio e a correlação entre a incidência suavizada de dengue e os determinantes geográficos da saúde (indicadores populacionais, socioeconômicos e ambientais).

Por se tratar de um estudo com dados secundários e sem prejuízo a terceiros, não foi necessário o envio deste projeto para a apreciação e autorização do Comitê de Ética da Universidade Estadual de Campinas.

O trabalho segue as bases apontadas por Ferreira (2003) na obra intitulada "*Procedimento Metodológico para modelagem Cartográfica e Análise Regional de Epidemias de Dengue em Sistema de Informação Geográfica*". A tese de Livre-docência propõe o estudo de doenças a partir dos paradigmas da escola espacial da geografia, que reúne em uma mesma abordagem espaço-tempo, a cartografia temática e a análise espacial.

A proposta de Ferreira (2003) e este trabalho estão de acordo com Cliff e Hagget (1979), que definem as bases da cartografia e das abordagens analíticas voltadas para dados de saúde, pois integram métodos cartográficos de visualização de dados e técnicas de análise espacial.

Essa pesquisa segue a premissa que a análise espacial de doenças deve ser conduzida a partir da integração de seis categorias de técnicas: mapeamento exploratório dos dados, mapeamento probabilístico, análise de padrões e autocorrelação, generalizações espaciais, teste de hipóteses (a partir de mapas) e análise da distribuição e dispersão espacial (FERREIRA, 2003).

3.1 Material

Os materiais e os métodos de pesquisa utilizados estão resumidos de acordo com o fluxograma a seguir (Figura 9):

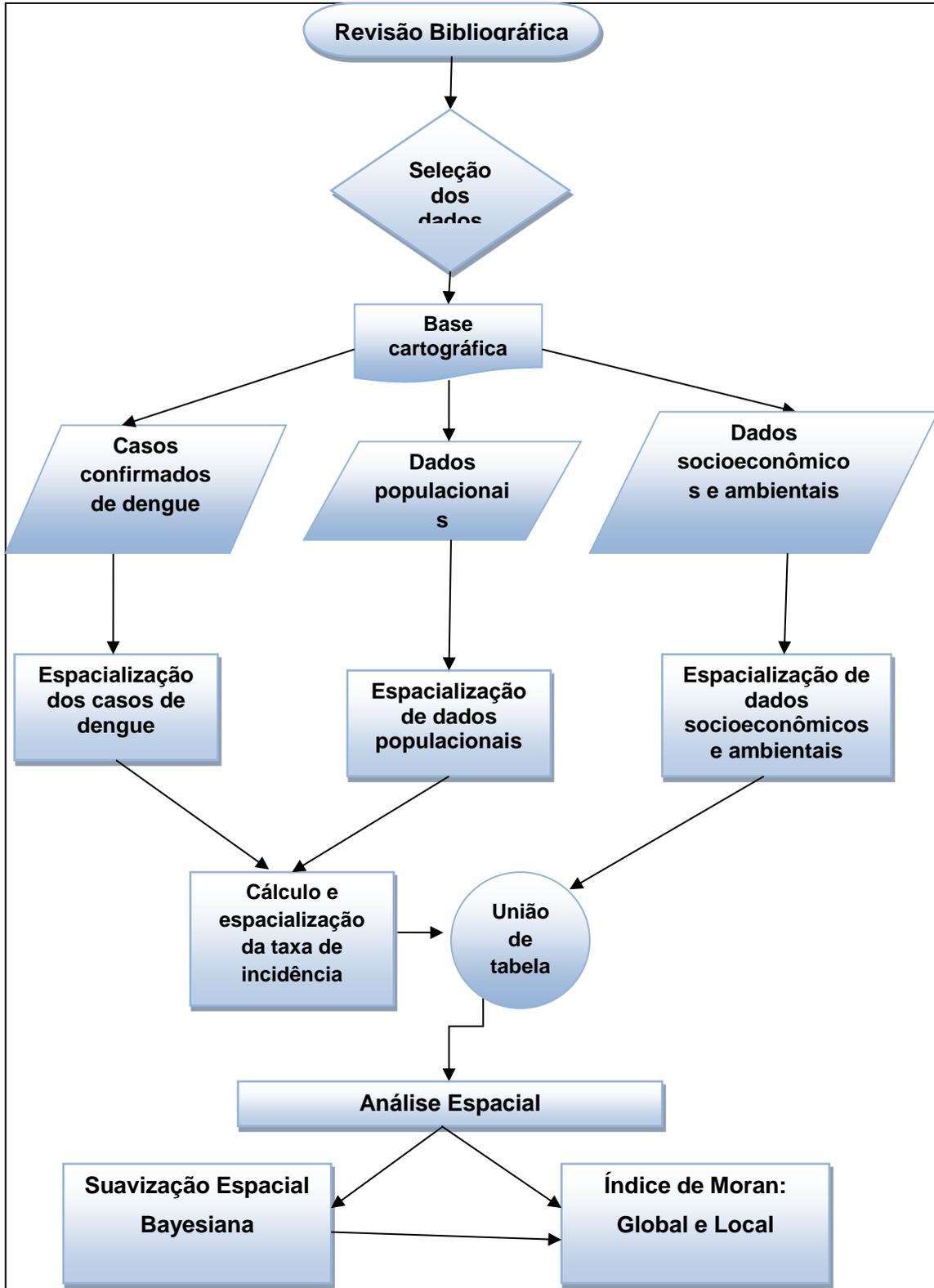


Figura 9 - Fluxograma dos materiais e métodos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

3.1.1 Levantamento de dados

Foi realizado o levantamento de dados estatísticos, geográficos e epidemiológicos nos seguintes órgãos e em seus respectivos *sítios*: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), Sistema de Informação de Agravos de Notificação (DATASUS/SINAN, 2019), Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (FUNDAÇÃO SEADE, 2019) e Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo (DATAGEO, 2019).

A base cartográfica digital, dados tabulares (em formato csv) e os dados vetoriais (em formato *shapefile* poligonal) foram escolhidos considerando a escala de análise regional, são eles: limites dos estados brasileiros, limites dos municípios do estado de São Paulo, sede municipal, regiões administrativas do estado de São Paulo, sub-regiões da Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP) e principais estradas de rodagem. Foi utilizado sistema de referência locacional ortogonal, baseado no sistema SIRGAS 2000 e sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM-23).

Os dados populacionais (população total e percentual de população urbana) de cada município foram obtidos na plataforma *on-line* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), com base nos censos demográficos de 2000 e de 2010. Para uma abordagem mais precisa, utilizamos as estimativas populacionais de 2007 a 2009 e de 2011 a 2018.

Os demais dados demográficos, socioeconômicos e ambientais não disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) foram coletados nos sites da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (FUNDAÇÃO SEADE, 2019) e da Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo (DATAGEO, 2019), do Governo do Estado de São Paulo. Foram coletados dados de todos os municípios da RMVP (em formato *shapefile* e *csv*). Os indicadores escolhidos estão de acordo ao referencial teórico apresentado nesta pesquisa. Os dados e indicadores coletados são os seguintes: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010), Renda per Capita (2010), Indicador de Atendimento de Água (2015), Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto (2010) e Indicador de Coleta de Lixo (2010).

3.1.2 Dados epidemiológicos da dengue

A seguir, foi feito o levantamento de dados epidemiológicos da dengue. Os casos de dengue foram obtidos no Sistema de Informação de Agravos e Notificação, no site DATASUS/SINAN (2019) do Ministério da Saúde. Foram selecionados os casos de dengue referentes aos municípios da RMVP para o período entre 2007 e 2018, considerando-se as notificações por ano do primeiro sintoma, segundo o município de residência. Esses dados foram organizados em uma tabela, que contém todos os municípios e sub-regiões da RMVP. Os dados epidemiológicos foram agregados, nessa tabela, aos demais dados coletados.

3.1.3 Programas de análise estatística e análise espacial

Com relação à operacionalização da pesquisa, foram utilizados os seguintes programas (*softwares*) de análise estatística e espacial:

R x64 v. 3.5.2- programa utilizado para o cálculo de moda, média, mediana e desvio padrão. RStudio Team (2018).

TerraView v. 4.2.2 - programa utilizado para realizar análises espaciais: Análises Bayesianas, Índice de Moran Global e Índice de Moran Local. TerraView 4.2.2 (2013).

GeoDa v. 1.18.0 - realizar análises espaciais: Análise Bayesiana e Índice de Moran Global e Índice de Moran Local. GeoDa (2020).

QGIS v. 3.4.3 - programa utilizado para elaborar mapas temáticos e realizar análises espaciais. QGIS Development Team (2020).

3.2 Metodologia

3.2.1 Coleta e análise de dados

Após a coleta de dados e informações, estes foram compilados e tabulados. Utilizou-se o programa *R x64* 3.5.2 /RStudio e o programa *GeoDa* 1.18.0 para realizar análise estatística dos dados (média, mediana, moda e desvio padrão) e o programa Microsoft Excel 2007 para cálculos mais simples (média e soma). Em

seguida, foi calculado o total de casos de dengue por município e por ano e as taxas de incidência anuais entre 2007 e 2018, por município.

As taxas de incidência anuais foram calculadas da seguinte forma:

$$I = \frac{n^{\circ} \text{ de casos de dengue confirmados}}{\text{total de população residente}} \times 100.000$$

O total de casos em cada período foi dividido pela população estimada em cada ano do período analisado e multiplicado por 100.000 (cem mil), obtendo-se a série histórica de taxa de incidências anuais para os municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba. Essa padronização permite a comparação da taxa de incidência de dengue e o impacto da doença sobre diferentes municípios ou espaços geográficos.

Para a próxima etapa - espacialização da taxa de incidência de dengue - foram definidas cinco classes de frequência, seguindo os intervalos definidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pelo Ministério da Saúde. Essa metodologia é denominada “estratificação de dados” por Magalhães et al. (2006) e é dividida conforme os intervalos abaixo:

- I. 0 – Sem registro;
- II. de 1,00 até 100,00 – Baixa taxa de incidência;
- III. de 100,01 até 300,00 – Média taxa de incidência;
- IV. de 300,01 até 1.000,00 – Alta taxa de incidência;
- V. Acima de 1.000,01 – Altíssima taxa de incidência.

Na sequência, os dados coletados, tabulados e analisados (forma exploratória) foram associados a informações espaciais (vetores no formato *shapefile* dos municípios), a partir da utilização de técnicas de geoprocessamento nos programas QGIS 3.4.3, GeoDa 1.18.0 e TerraView 4.2.2. Os dados foram espacializados com aplicação da estratificação dos dados à base cartográfica, em mapas coropléticos.

Tomou-se a Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (RMVP) como espaço amostral e dimensão espacial do experimento; a dengue e indicadores como

substância e os municípios que compõem a região, como instâncias geométricas do espaço. Os dados foram espacializados por meio dos seguintes mapas temáticos:

Dados demográficos - População Total por município, 2010; Densidade Demográfica por município, 2010 (DD).

Indicadores socioeconômicos - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, 2010 (IDHM) e Renda per Capita por município, 2010 (RPC);

Indicadores ambientais urbanos e de saneamento básico - Indicador de Abastecimento de Água, 2015 (IAA), Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto, 2010 (ICTE) e Indicador de Coleta de Lixo, 2010 (ICL).

Dados epidemiológicos - foi realizado o mapeamento do número de casos de dengue por município na série histórica entre 2007 e 2018 e por ano de estudo (de 2007 a 2018). Foi realizado o mapeamento da taxa de incidência de dengue média para o período de 2007 a 2018 e por ano de estudo (de 2007 a 2018).

Os dados apresentados foram representados por meio de mapas coropléticos, utilizando-se a técnica de classificação de dados baseada em quantis, com cinco classes distintas.

3.2.2 Análise da autocorrelação espacial: Taxa de Suavização Espacial Bayesiana

A seguir foi realizado o mapeamento de risco de dengue anual (de 2007 a 2018) e o mapeamento do risco de dengue para o período total de estudo (2007 a 2018) a partir da técnica de suavização espacial bayesiana. Para executar esta técnica, foi realizada a determinação da matriz de peso espacial (W) a ser utilizada, ou seja, qual matriz será utilizada para expressar a estrutura espacial dos dados. No presente estudo utilizamos a matriz "Rainha" de primeira ordem (ANSELIN et al., 2010).

Os mapas foram elaborados utilizando a técnica estatística da taxa de suavização espacial Bayesiana ou abordagem empírica de Bayes, disponível no software GeoDa 1.18.0, na opção: *Rates-CalculatedMap>SpatialEmpiricalBayes*.

O risco excessivo representa a taxa de incidência de dengue observada em cada polígono (município) em relação a taxa de incidência de dengue média de todos os demais polígonos da região de estudo. Quando se utilizam taxas como

estimadores de risco, deve-se considerar que seu valor é inversamente proporcional ao tamanho da população municipal exposta ao risco. Nos mapas de risco produzidos, as classes em tonalidades azuis representam municípios onde o risco de incidência de dengue é menor que a média regional ($< 1,0$). As classes com tonalidades de laranja a vermelho representam municípios com risco maior que a média regional ($> 2,0$).

A técnica de suavização espacial bayesiana (SEB) melhora a precisão do cálculo da taxa de incidência de dengue, pois, diminui a instabilidade das variâncias de taxas ou proporções. A SEB atenua as taxas extremamente elevadas ou extremamente pequenas no mapa, pois considera também o número de casos e a população observados em unidades espaciais vizinhas (GEODA, 2019).

3.2.3 Análise da autocorrelação espacial: Índice de Moran Global e Índice de Moran Local

Segundo Anselin (1995) o Índice de Moran Global é a estatística comumente utilizada para medir a dependência espacial. A autocorrelação espacial pode ser definida como a correlação da taxa de incidência de dengue de localidades vizinhas. Representa situações onde os valores de um dado observado em um município ou área, dependem dos valores observados nos demais municípios que compõem uma região de estudo (ANSELIN, 1999). Duas técnicas são utilizadas neste estudo para medir a autocorrelação espacial: o Índice de Moran Global (IMG) e o Índice de Moran Local (IML) (ANSELIN, 2003). Para o cálculo das duas técnicas foram utilizados os programas GeoDa 1.18.0 e TerraView 4.2.2.

O IMG é testado pelo escore Z/P valor, e o valor varia de -1 a 1. Ele pode ser interpretado da seguinte forma: valores próximos a 0 indicam distribuição espacial aleatória; valores acima de 0 até 1 indicam distribuição espacial agrupada ou autocorrelação espacial positiva; um valor negativo até -1 indica autocorrelação espacial negativa.

Após o cálculo do IMG e a geração do gráfico de dispersão no programa GeoDa 1.18.0, foi executada a simulação de Monte Carlo, com a opção de 999 permutações, com o objetivo de apontar a significância estatística. A seguir foi gerado gráfico dos resultados, com a indicação do respectivo *p-value*. No programa TerraView 4.2.2, o cálculo do IMG e IML, a avaliação e apontamento do número de

permutações e a indicação do p-value é produzido na opção: >análise>estatística espacial.

Neste trabalho, o IMG foi calculado para determinar se há autocorrelação espacial entre a taxa de incidência de dengue na RMVP para todos os anos de estudo (2007 a 2018) e para o período total (de 2007 a 2018).

Com o objetivo de identificar agrupamentos em função de uma vizinhança preestabelecida, utilizamos o IML, também chamado de Indicador Local de Autocorrelação Espacial - Lisa (ANSELIN, 1999).

Esse indicador permite comparar valores de cada local com os valores apresentados nas unidades espaciais adjacentes (municípios vizinhos). Indica grupos de municípios onde ocorre correlação espacial de uma ou mais variáveis, como entre a taxa de incidência suavizada de dengue e os determinantes geográficos (DD, RPC, IDHM, IAA, ICTE e ICL). A aplicação do IML possibilita um maior detalhamento, pois torna possível a identificação de diferentes padrões espaciais, como:

- Agrupamentos com valores parecidos (*clusters*): alto-alto (AA) ou baixo-baixo (BB);
- Agrupamentos com valores divergentes (*outliers*): alto-baixo (AB) e baixo-alto (BA).

O IML permite verificar se há *clusters* de municípios com ou sem registros de taxa de incidência de dengue, detectar se há autocorrelação espacial em escala local e indicar áreas potencialmente propensas a serem infectados pela dengue.

Após o cálculo da autocorrelação espacial de Moran (Global e Local), nos programas TerraView 4.2.2 e GeoDa 1.18.0, foram geradas colunas nos respectivos arquivos *shapefile*. A seguir os arquivos serviram de base para a elaboração de mapas coropléticos no programa QGIS 3.4.3. Foram gerados dois mapas para cada ano (entre 2007 e 2018) e dois mapas para a análise do período total de estudo (de 2007 a 2018). O primeiro mapa representa o diagrama de espalhamento de Moran (Box Map) e o segundo apresenta a associação espacial local (Moran Map).

Portanto, os mapas temáticos (primários) serviram de base para a aplicação de técnicas de análise espacial e a elaboração de mapas apresentados no capítulo a seguir.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinantes geográficos de saúde e indicadores socioeconômicos e ambientais da Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP).

Neste capítulo iremos apresentar o resultado dos levantamentos de dados socioeconômicos e ambientais dos municípios da RMVP. Cada mapa apresenta um determinante geográfico relacionado a saúde. São mapas primários e ajudam a entender as características dos municípios da região. Esses dados são importantes para analisar a correlação entre cada determinante e a taxa de incidência de dengue na série histórica.

De acordo com Medeiros e Câmara (2001) toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento.

Em estudo realizado por Qi et al. (2015), os autores concluem que as condições socioeconômicas e as demais condições ambientais podem ser os principais fatores contribuintes, quando ocorre um baixo grau de diversidade das condições climáticas numa região, como é o caso da RMVP.

Para Gomes et al. (2017), que realizaram estudo para entender a influência do espaço e das variáveis ambientais e socioeconômicas na taxa de incidência da dengue nos municípios do estado de Minas Gerais nos anos 2000 e 2010. O saneamento básico, o Produto Interno Bruto (PIB) e a densidade populacional influenciam positivamente no aumento da taxa de incidência de dengue.

Os mapas a seguir expressam alguns determinantes geográficos da dengue na RMVP, e está de acordo com definição da Organização Panamericana de Saúde (1991): [...] habitações com ausência de água encanada, recipientes descartados inadequadamente, coleta de lixo deficiente e condições socioeconômicas precárias.

Por isso, foram espacializados por meio de mapas temáticos, os dados referentes aos seguintes indicadores socioeconômicos, indicadores ambientais urbanos e de saneamento básico e determinantes geográficos: 1) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, 2010 (IDHM); 2) Renda per Capita,

2010(RPC); 3) Indicador de Abastecimento de Água, 2015 (IAA); 4) Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto, 2010(ICTE); 5) Indicador de Coleta de Lixo, 2010 (ICL).

A proposta está de acordo com preconizado por Cliff e Hagget (1992), que afirmam que a cartografia no campo da saúde pública contribui no conhecimento e interpretação de eventos, processos, problemas e necessidades em saúde.

4.1.1 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP

Como Adamczyk e Fahl (2017), Johansen et al.(2016) que utilizaram em seus estudos variáveis de desenvolvimento social na análise da endemicidade. Apresentamos os dados do IDHM dos municípios da RMVP no ano de 2010, no mapa a seguir (Figura 10).

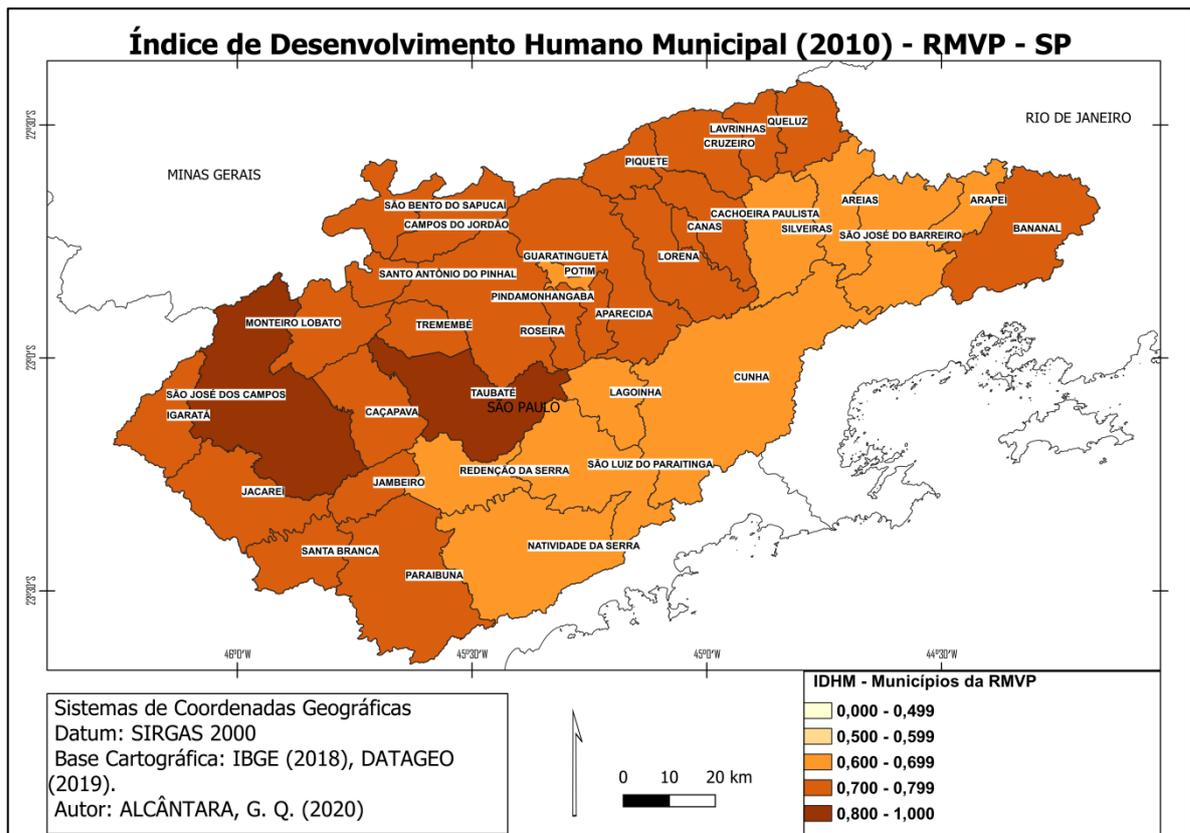


Figura 10 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010), dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de DATAGEO (2019).

Conforme os dados apresentados, os municípios apresentam resultados que os colocam em três faixas de Desenvolvimento Humano, são eles: IDHM Médio (entre 0,600 e 0,699); IDHM Alto (entre 0,700 e 0,799); IDHM Muito Alto (\geq 0,800). Em 2010, o IDH do Brasil foi de 0,699 (IDH Médio). Em 2013, o IDH do estado de São Paulo foi de 0,783 (IDH Alto). Portanto, os municípios menos desenvolvidos da RMVP apresentam IDH semelhante a média nacional. Enquanto que os municípios mais desenvolvidos da região possuem índices semelhantes a média estadual.

É importante destacar que dois municípios da RMVP apresentam IDHM muito alto (\geq 0,800): São José dos Campos (0,807) e Taubaté (0,800). Todos os municípios localizados no Eixo Urbano Estruturante (no Vale Industrial - contíguos à Rodovia Presidente Dutra- e na microrregião da Serra da Mantiqueira), apresentam IDHM elevado (entre 0,700 e 0,799), com exceção de Potim (com IDHM de 0,697 - IDHM médio).

Quase todos os municípios localizados no Vale Histórico (unidade territorial Alto Paraíba) apresentam IDHM médio (entre 0,601 e 0,700) com exceção dos municípios de Paraíbuna (0,719) e Bananal (0,733) que apresentam IDHM elevado.

Conforme o cálculo apresentado, a média do IDHM dos municípios da RMVP é de 0,732, índice classificado como elevado. Em dezessete municípios foi identificado IDHM acima da média regional, são eles: São José dos Campos, Jacareí, Santa Branca, Caçapava e Jambeiro (Sub-região I); Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba (Sub-região II); Guaratinguetá, Lorena, Aparecida, Roseira, Cachoeira Paulista, Canas e Piquete (Sub-região III); Cruzeiro e Bananal (Sub-região IV).

Os demais municípios apresentam IDHM abaixo da média regional, são eles: Igaratá, Paraíbuna e Monteiro Lobato (Sub-região I); São Bento do Sapucaí, Santo Antônio do Pinhal, Campos do Jordão, São Luiz do Paraitinga, Lagoinha, Natividade da Serra e Redenção da Serra (Sub-região II); Potim e Cunha (Sub-região III); Lavrinhas, Queluz, Silveiras, Areias, São José do Barreiro e Arapeí (Sub-região IV).

4.1.2 Renda per Capita (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP

Diversos estudos apontam a associação entre indicadores econômicos e a incidência de dengue. Kikuti et al. (2015) concluem que a presença de baixos índices socioeconômicos está associada ao maior risco de dengue; as áreas mais pobres com alta densidade populacional são as mais afetadas pela doença (ESPINOSA et al. 2016; TELLE et al. 2016); e também, a renda per capita inferior a três salários mínimos está relacionada ao maior risco de incidência de dengue (COSTA e NATAL, 1998; BARCELOS et al., 2005).

A Figura 11 mostra o mapa da renda per capita por município da RMVP, em 2010.

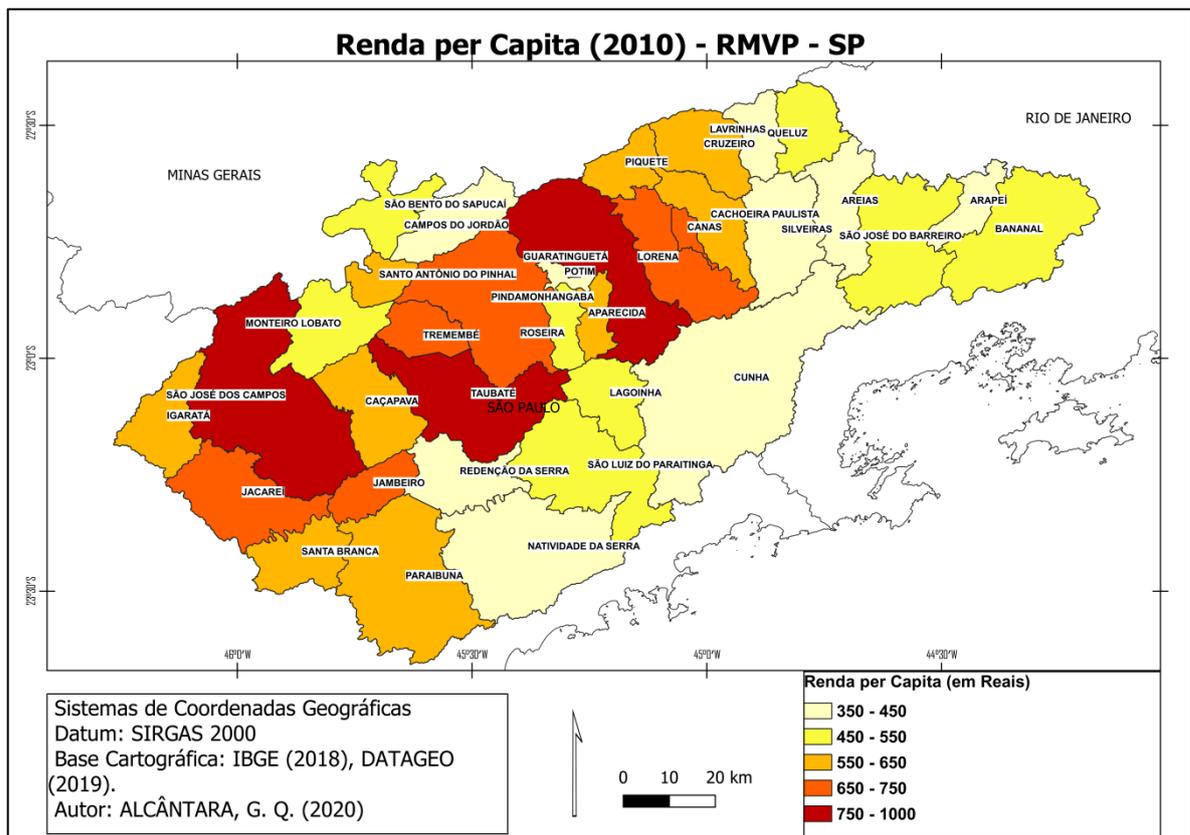


Figura 11 - Renda Per Capita (2010), dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de DATAGEO (2019).

Ao observar o mapa da Figura 11 observa-se que os municípios que apresentam os menores valores de renda per capita (entre R\$ 350,00 e R\$ 650,00 em 2010) estão localizados no Vale Histórico (Alto Paraíba) e na Serra da Mantiqueira (Eixo Urbano Estruturante) da RMVP. Os municípios com menor RPC são os menos industrializados e menos urbanizados.

De forma geral, os municípios mais urbanizados e industrializados, contíguos a Rodovia Presidente Dutra (Eixo Urbano Estruturante), apresentam maiores valores de renda per capita, com destaque para São José dos Campos, Taubaté e Guaratinguetá (entre R\$ 750,00 e R\$ 1.000,00); Jacareí, Jambéiro, Tremembé, Pindamonhangaba e Lorena (entre R\$ 650,00 e R\$ 750,00).

A renda per capita média da Região Metropolitana do Vale do Paraíba (em 2010) é de R\$ 566,63 (acima do salário mínimo vigente em 2010). Dezesete municípios apresentam valores acima da média regional: São José dos Campos, Jacareí, Igaratá, Santa Branca, Caçapava e Jambéiro (Sub-região I); Taubaté, Tremembé, Pindamonhangaba e Santo Antônio do Pinhal (Sub-região II); Guaratinguetá, Lorena, Aparecida, Cachoeira Paulista, Canas e Piquete (Sub-região III); Cruzeiro (Sub-região IV).

Os demais municípios apresentam renda per capita abaixo da média regional, são eles: Paraíbuna e Monteiro Lobato (Sub-região I); São Bento do Sapucaí, Campos do Jordão, São Luiz do Paraitinga, Lagoinha, Natividade da Serra e Redenção da Serra (Sub-região II); Potim, Roseira e Cunha (Sub-região III); Lavrinhas, Queluz, Silveiras, Areias, São José do Barreiro, Arapeí e Bananal (Sub-região IV).

4.1.3 Indicadores ambientais e de saneamento básico dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP

Entre os determinantes geográficos relacionados à dengue, os indicadores ambientais e de saneamento básico são importantes variáveis. Diversos estudos apontam a relação entre os indicadores ambientais e o aumento da taxa de incidência de dengue, tais como Carballo (2005), Almeida et al. (2009), Johansen et al. (2016), Honorato et al. (2014), Cao et al. (2017), Gomes et al. (2017), Skalinski et al. (2019).

Para Skalinski et al. (2019) a análise espacial é uma ferramenta muito útil para o estudo das dinâmicas de transmissão da dengue, pois possibilita o conhecimento de áreas, períodos e fatores sociais e ambientais que contribuem para os maiores riscos. Almeida et al. (2009) constataram que problemas relacionados ao saneamento básico contribuem decisivamente para o aumento do risco da dengue.

Machado et al. (2009) realizaram estudo ecológico sobre a relação entre ocorrência de dengue e condições de vida no município de Nova Iguaçu - RJ. Os autores selecionaram seis indicadores, entre eles, abastecimento de água e a coleta de lixo, que foram integrados para gerar um índice, utilizado para avaliar as condições de vida em bairros daquele município. Constataram baixa correlação entre os determinantes geográficos (coleta de lixo, alfabetização, renda, densidade populacional, entre outros) e o risco de dengue no município.

A seguir apresentamos três indicadores ambientais e de saneamento básico dos municípios da RMVP: Indicador de Atendimento de Água 2015 (IAA), Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto 2010 (ICTE) e Indicador de Coleta de Lixo (ICL).

4.1.3.1 Indicador de Atendimento de Água, 2015 (IAA)

A seguir é apresentado o mapa do indicador de atendimento de água (IAA) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP em 2015 (Figura 12). Segundo Skalinski et al. (2019) a disponibilidade de água é um dos temas mais abordados em pesquisas que realizam a análise espacial da dengue em áreas urbanas.

apresentados, são: Monteiro Lobato (89,35%), Santa Branca (87,59%) e Igaratá (76,4%), localizados na Sub-região I; Redenção da Serra (84,66%), Santo Antônio do Pinhal (82,76%), localizados na Sub-região II; Cachoeira Paulista (89,95%), localizado na Sub-região III.

4.1.3.2 Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto, 2010 (ICTE)

O mapa da Figura 13, apresenta o indicador de coleta e tratamento de esgoto em 2010 (ICTE) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP. O ICTE foi um dos indicadores escolhidos por Kajiya (2015), para estudar a distribuição dos casos e a taxa de incidência da dengue na RMVPLN entre 2001 e 2010.

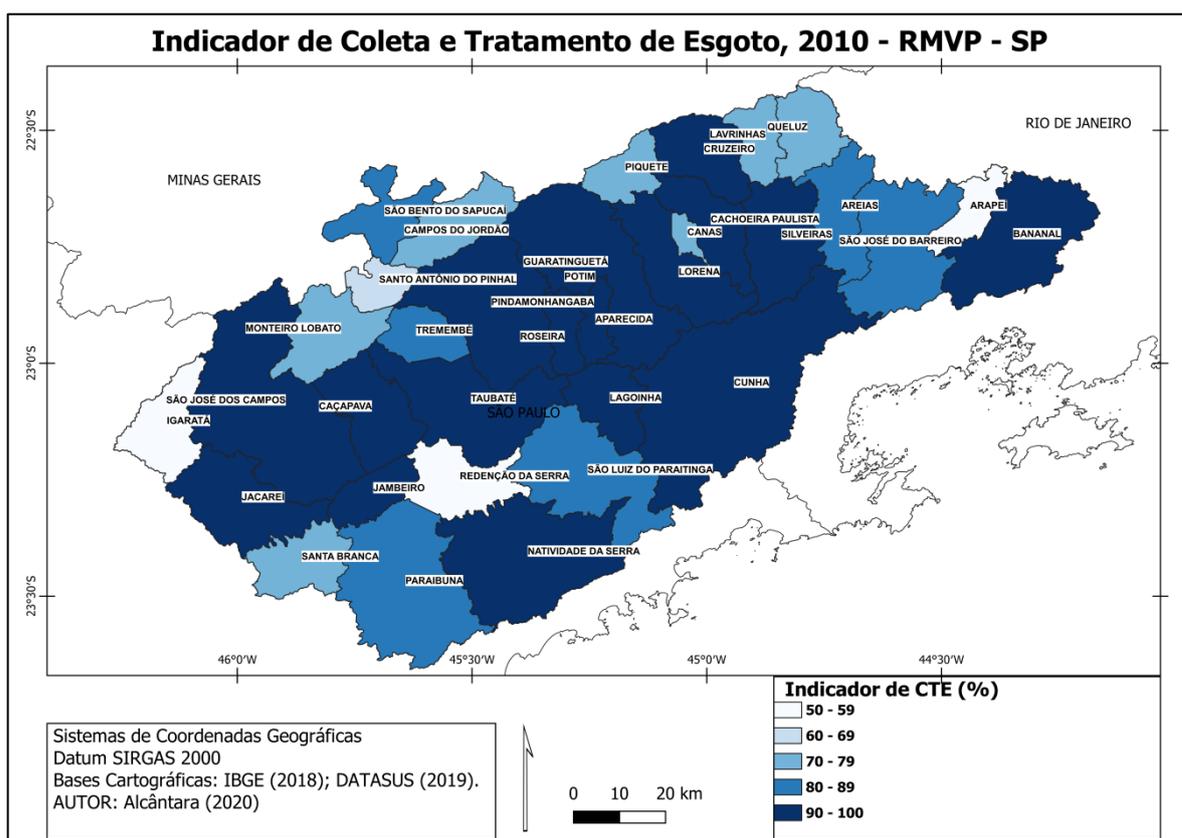


Figura 13 - Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto (2010), dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de DATAGEO (2019).

A partir dos dados apresentados, nota-se que há cinco faixas de coleta e tratamento de esgoto e que a maior parte dos municípios apresenta percentual de ICTE nas duas faixas superiores, entre 80% e 100%. Em 2013, 48,6 % do esgoto produzido no Brasil era coletado e apenas 39,0% era tratado.

O ICTE médio (a partir dos dois indicadores) na RMVP é de 85,43%. Os municípios localizados no Eixo Urbano Estruturante apresentaram os índices mais elevados. Vinte e dois municípios da RMVP apresentaram valores acima da média, são eles: São José dos Campos, Jacareí, Paraíbuna, Caçapava e Jambuí (Sub-região I); Taubaté, Pindamonhangaba, São Bento do Sapucaí, Lagoinha, Natividade da Serra, (Sub-região II); Guaratinguetá, Lorena, Aparecida, Potim, Roseira, Canas e Cunha (Sub-região III); Cruzeiro, Silveiras, Areias, São José do Barreiro e Bananal (Sub-região IV). Como destaque positivo, apresentamos os resultados de oito municípios, que registraram ICTE superior a 95,00%, são eles: Lorena (97,98%), Natividade da Serra (97,92%), Potim (97,41%), Cruzeiro (97,05), Aparecida (97,01%), Silveiras (96,23%), Taubaté (95,93%) e Pindamonhangaba (95,91%).

Treze municípios da região apresentaram percentual de ICTE abaixo da média. São eles: Igaratá, Santa Branca, Monteiro Lobato (Sub-região I); Tremembé, Santo Antônio do Pinhal, Campos do Jordão, São Luiz do Paraitinga, Redenção da Serra (Sub-região II); Cachoeira Paulista e Piquete (Sub-região III); Lavrinhas, Queluz e Arapeí (Sub-região IV). Desses municípios, quatro municípios apresentaram valores muito baixos, são eles: Santo Antônio do Pinhal (62,76%), Arapeí (59,38%), Redenção da Serra (51,85%) e Igaratá (50,56%). Certamente, estes são municípios que carecem de maiores investimentos do poder público e das empresas prestadoras de serviço de saneamento básico.

4.1.3.3 Indicador de Coleta de Lixo, 2010 (ICL)

Segundo estudos realizados por Costa e Natal (1998) e Barcelos et al. (2005) a coleta inadequada de lixo é uma das variáveis que apresentam relação a um maior risco de dengue. O mapa seguinte (Figura 14) apresenta o indicador de Coleta de Lixo (ICL) dos municípios da RMVP no ano de 2010.

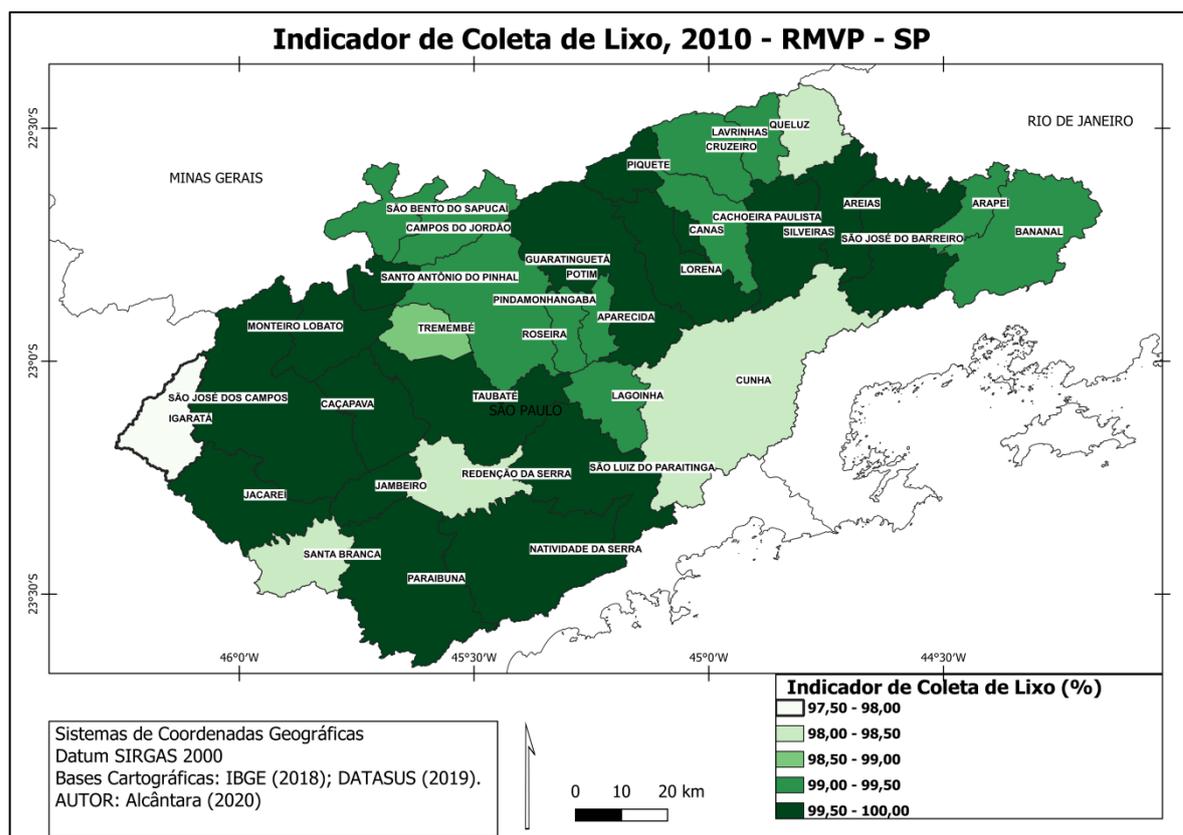


Figura 14 - Indicador de Coleta de Lixo (2010), dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de DATAGEO (2019).

A partir dos dados apresentados, é possível concluir que há pequena diferença entre municípios com os maiores e menores índices. Conforme o mapa, os municípios possuem ICL entre 97,50% e 100%.

O percentual médio de ICL na região é de 99,36%. Vinte e quatro municípios da RMVP apresentaram valores acima da média, são eles: São José dos Campos, Jacareí, Paraibuna, Monteiro Lobato, Caçapava e Jambuí (Sub-região I); Taubaté, São Bento do Sapucaí, Santo Antônio do Pinhal, Campos do Jordão, São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra (Sub-região II); Guaratinguetá, Lorena, Potim, Roseira, Canas e Piquete (Sub-região III); Cruzeiro, Lavrinhas, Silveiras, Areias, São José do Barreiro e Bananal (Sub-região IV). Como destaque positivo, apresentamos o percentual de nove municípios da RMVP que registraram valores superiores ao padrão apresentado. São eles: Silveiras (99,88%), São José dos Campos (99,82%), Paraibuna (99,82%), Campos do Jordão (99,82%), São Luis do

Paraitinga (99,80%), Guaratinguetá (99,79%), Taubaté (99,78%), Canas (99,78%) e Santo Antônio do Pinhal (99,75%).

Onze municípios da região apresentaram percentual de ICL abaixo da média. São eles: são eles: Igaratá e Santa Branca (Sub-região I); Tremembé, Pindamonhangaba, Lagoinha, Redenção da Serra (Sub-região II); Aparecida, Cachoeira Paulista e Cunha (Sub-região III); Queluz e Arapeí (Sub-região IV). Desses municípios, seis municípios apresentaram os menores valores, são eles: Igaratá (97,72%), Queluz (98,04%), Cunha (98,28%), Redenção da Serra (98,30%), Santa Branca (98,49%) e Tremembé (98,77%).

4.2 Mapeamento dos casos de dengue e da taxa de incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Como exposto por Ferreira (2003), a utilização de métodos cartográficos e técnicas de análise espacial de dados epidemiológicos têm crescido substancialmente desde o final dos anos 1990. A atual capacidade analítica dos sistemas de informação geográfica é um dos fatores responsáveis que explica esta tendência. Um dos usos mais nobres da análise espacial está no estudo da taxa de incidência e distribuição de doenças (CASTRO et al., 2018).

A escola espacial da geografia é mais coerente com a representação de epidemias, por reunir a cartografia temática e as funções de análise espacial para sistemas de informação geográfica (FERREIRA, 2003).

Segundo Glass (2000) os sistemas de informação geográfica (SIG) interligam a epidemiologia e a geografia, pois fornecem instrumentos para a caracterização e análise dos dados espaciais.

Aos geógrafos, especificamente, interessam investigar também os padrões espaciais, temporais e espaço-temporais das doenças. A identificação de padrões é o ponto de partida para a investigação e a compreensão destes fenômenos (BARROZO, 2014).

Entre 2000 e 2009 foram registrados 3,5 milhões de casos de dengue no Brasil. No período entre 2010 e 2018, foram registrados mais de 5,1 milhões de casos de dengue no país (BRASIL, 2018; BRASIL, 2019). O aumento do número de casos no território brasileiro, reforça a importância de analisar e entender a dengue a partir das técnicas de análise espacial.

A série histórica desta pesquisa compreende o período entre 2007 e 2018. Para conhecer melhor o cenário da doença na área de estudo, realizou-se análise exploratória de dados epidemiológicos e espaciais, e produziu-se mapas, tabelas e gráficos sobre os dados analisados.

Um importante dado a ser considerado nos estudos epidemiológicos da dengue é a evolução da taxa de incidência de dengue. Na figura 15 apresentamos a evolução da taxa de incidência de dengue no Brasil, ao longo do período de estudo delimitado para esta pesquisa.

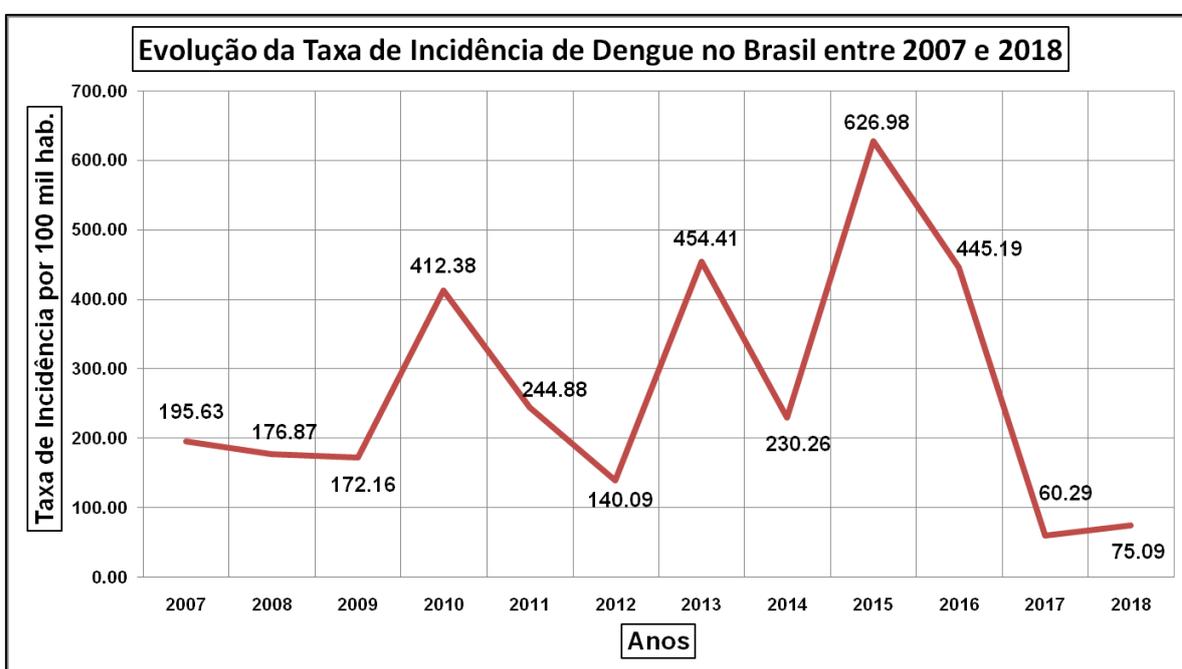


Figura 15 - Evolução da taxa de incidência de dengue no Brasil, de 2007 a 2018.

Fonte: Organizado pelo autor (2020) com dados de DATASUS/SINAN (2019).

A partir dos dados apresentados, é possível identificar que havia tendência de queda da taxa de incidência entre 2007 e 2009. No entanto, a partir de 2010 a taxa de incidência aumenta significativamente, tendência que foi mantida até 2016. É importante destacar que ocorreu cenário epidêmico em quatro anos do período de estudo (2010, 2013, 2015 e 2016), quando a taxa de incidência média passou de 300 casos por 100 mil habitantes. Em 2017 ocorreu queda significativa. Em 2018 ocorreu pequena elevação da taxa de incidência.

4.2.1 Mapeamento dos casos de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP entre 2007 e 2018.

Com o objetivo de atender a esses pressupostos e entender a dinâmica espaço-temporal da dengue na RMVP, utilizamos dados referentes ao período de 2007 a 2018 (Figura 16), período com dados disponíveis no portal DATASUS/SINAN (2019).

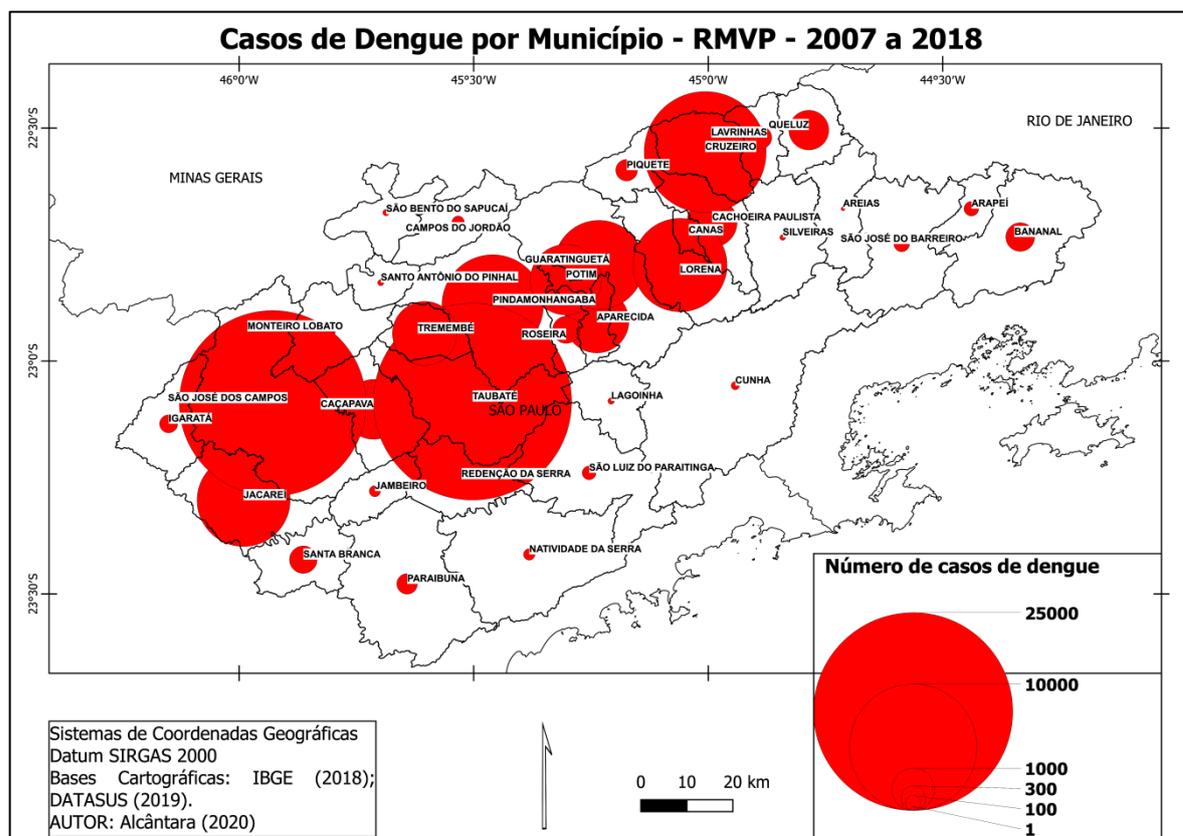


Figura 16 - Total acumulado de casos de dengue, por município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, de 2007 a 2018.

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de DATASUS/SINAN, (2018).

De acordo com DATASUS/SINAN (2019) o número de notificações de dengue durante o período de estudo (2007 a 2018) foi de 92.533 casos. Oito municípios da RMVP registram valores elevados, acima da média regional (2.643 casos), que apresentamos a seguir, com o respectivo número de casos: Taubaté (24.753), São José dos Campos (21.915), Cruzeiro (9.151), Pindamonhangaba (6.259), Lorena (5.338), Jacareí (5.222) e Guaratinguetá (4.825).

Para Nardi et al. (2013) a análise da distribuição espacial dos casos de uma doença em municípios, fundamenta estudos sobre a transmissibilidade nas regiões e nas áreas de abrangência. Além de, produzir informações úteis para realizar a vigilância dos casos, mostra a população atingida, facilita o trabalho dos profissionais da saúde, permite uma melhor distribuição e alocação de recursos materiais e humanos.

Conforme o mapa apresentado (Figura 16), relativo ao período de estudo desta pesquisa, os municípios com o maior número de casos de dengue estão localizados no Eixo Urbano Estruturante, às margens da Rodovia Presidente Dutra. Constatação que está de acordo com estudo de Machado et al. (2009), que afirmam que as vias de acesso são as mais suscetíveis à doença. Como também asseguram Sanna e Hsieh (2017) e Cao et al. (2017) que concluem que a mobilidade urbana por via terrestre ou aérea se mostra como um fator relevante no processo de difusão da dengue.

Um fator que explica o maior número de casos de dengue nos municípios citados anteriormente (Taubaté, São José dos Campos, Cruzeiro, Pindamonhangaba, Lorena, Jacareí e Guaratinguetá) é a elevada população destes municípios. Portanto, é necessário utilizar a taxa de incidência de dengue na análise espacial, para ampliar e comparar a disseminação da doença em grupo de municípios com número de população distinto. A taxa de incidência é um dado que estima o risco de ocorrência de casos de dengue em períodos endêmicos e epidêmicos, numa determinada população e em um determinado intervalo de tempo.

4.2.2 Mapeamento da taxa de incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP, entre 2007 e 2018.

Como ocorreu em estudo desenvolvido por Acharya et al. (2016), que realizaram análise exploratória de dados e análise de cluster espaço-temporal da dengue em escala distrital, no Nepal, entre 2010 e 2014. Realizamos o cálculo e o mapeamento da taxa de incidência de dengue bruta. A taxa de incidência de dengue de cada município foi calculada a partir do número de casos dividido pela população total, multiplicado-se esta razão por cem mil habitantes, para a série histórica (2007 a 2018) e para cada ano de estudo. Realizamos também, o cálculo e o mapeamento da taxa de incidência de dengue para o período, entre 2011 e 2015.

Entre os municípios com as maiores taxas de incidência de dengue, é importante destacar o município de Potim (Sub-região IV) que registrou taxa de incidência de dengue muito alta: 1250,81 casos por 100 mil habitantes. Catorze municípios registraram alta taxa de incidência de dengue para o período de estudo (2007 a 2018), são eles (números por 100 mil habitantes):

a) Sub-região II: Taubaté (716,30), Tremembé (466,66) e Pindamonhangaba (340,22);

b) Sub-região III: Guaratinguetá (353,10), Lorena (530,93), Aparecida (564,26), Roseira (309,13), Cachoeira Paulista (383,14) e Canas (303,49);

c) Sub-região IV: Cruzeiro (979,36), Lavrinhas (316,76), Queluz (609,59), Arapeí (323,63) e Bananal (340,91).

É importante destacar o número de municípios com alta taxa de incidência de dengue nas Sub-regiões III (seis municípios) e IV (cinco municípios). Outro fato importante, é que todos os municípios que apresentaram taxa de incidência de dengue acima da média estão localizados no Eixo Urbano Estruturante, as margens da Rodovia Presidente Dutra, com exceção de Bananal e Arapeí (localizados na área Vale Histórico - Alto Paraíba). Cinco municípios da Sub-região I apresentaram média taxa de incidência de dengue. Os municípios com menor taxa de incidência estão localizados na microrregião Serra da Mantiqueira (Eixo Urbano Estruturante) e no Vale Histórico (Alto Paraíba).

A seguir (Figura 18) apresentamos a Taxa Média de Incidência dos casos confirmados de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba -SP, para cada ano da série histórica.

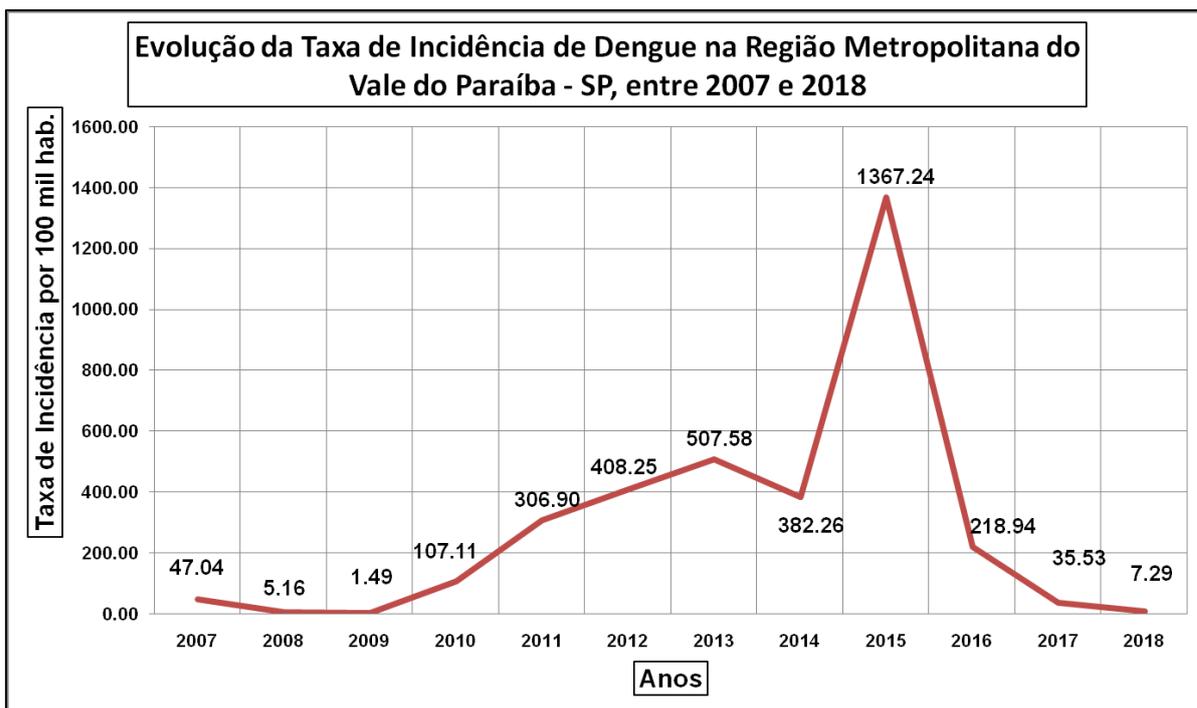


Figura 18 - Evolução da taxa de incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, entre 2007 e 2018.

Fonte: Organizado pelo autor (2020) com dados de DATASUS/SINAN (2019).

Ao analisar os dados, percebe-se a ascensão do número de casos entre 2010 e 2013, queda em 2014, em relação a taxa de incidência de 2013, mas a manutenção em patamar preocupante, com alta taxa de incidência média. Em 2015 ocorre um aumento significativo, com uma média de 1.367,24 infectados por 100 mil habitantes, número que indica altíssima taxa de incidência de dengue na RMVP. Em 2016 a taxa de incidência diminuiu, em comparação com os dados de 2015, mas preocupam, pois são 218,94 casos por 100 mil habitantes, e seis municípios tiveram quadro epidêmico (Canas, Lavrinhas, Queluz, Santa Branca, Taubaté e Tremembé). Nos anos seguintes a situação é relativamente menos preocupante, pois a taxa média de incidência de dengue reduziu para 35,53 por 100 mil habitantes em 2017, e para 7,29 por 100 mil habitantes em 2018.

Na tabela 5, a seguir, é possível perceber a gravidade da doença por sub-região da RMVP a partir da taxa de incidência média para o período total de estudo (2007 a 2018).

Tabela 5 - Total de casos e taxa de incidência de dengue por Sub-região da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007-2018).

SUB-REGIÃO	TOTAL DE MUNICÍPIOS COM CASOS	TOTAL DE CASOS	TAXA DE INCIDÊNCIA MÉDIA POR 100 MIL HABITANTES	ANO DE MAIOR OCORRÊNCIA/ NÚMERO DE CASOS
I - São José dos Campos	8	30.063	161,18	2015 / 20.261
II - Taubaté	10	33.782	190,44	2014/13.900
III - Guaratinguetá	9	17.739	427,04	2015/7.116
IV - Cruzeiro	8	10.949	358,03	2013/6.945
RMVP - SP	35	92.533	284,17	2015 / 32.476

Fonte: Organizado pelo autor (2020) com dados de DATASUS/SINAN (2019).

A partir dos dados apresentados é possível constatar que o número de casos foi maior nas Sub-regiões II e I. No entanto, situação foi muito mais grave nas sub-regiões III e IV, pois apresentaram taxa de incidência de dengue (por 100 mil habitantes) superior a média: Sub-região III - Guaratinguetá (427,04) e Sub-região IV - Cruzeiro (358,03).

A seguir apresentamos o mapa referente ao período epidêmico, entre 2011 e 2015 (Figura 19).

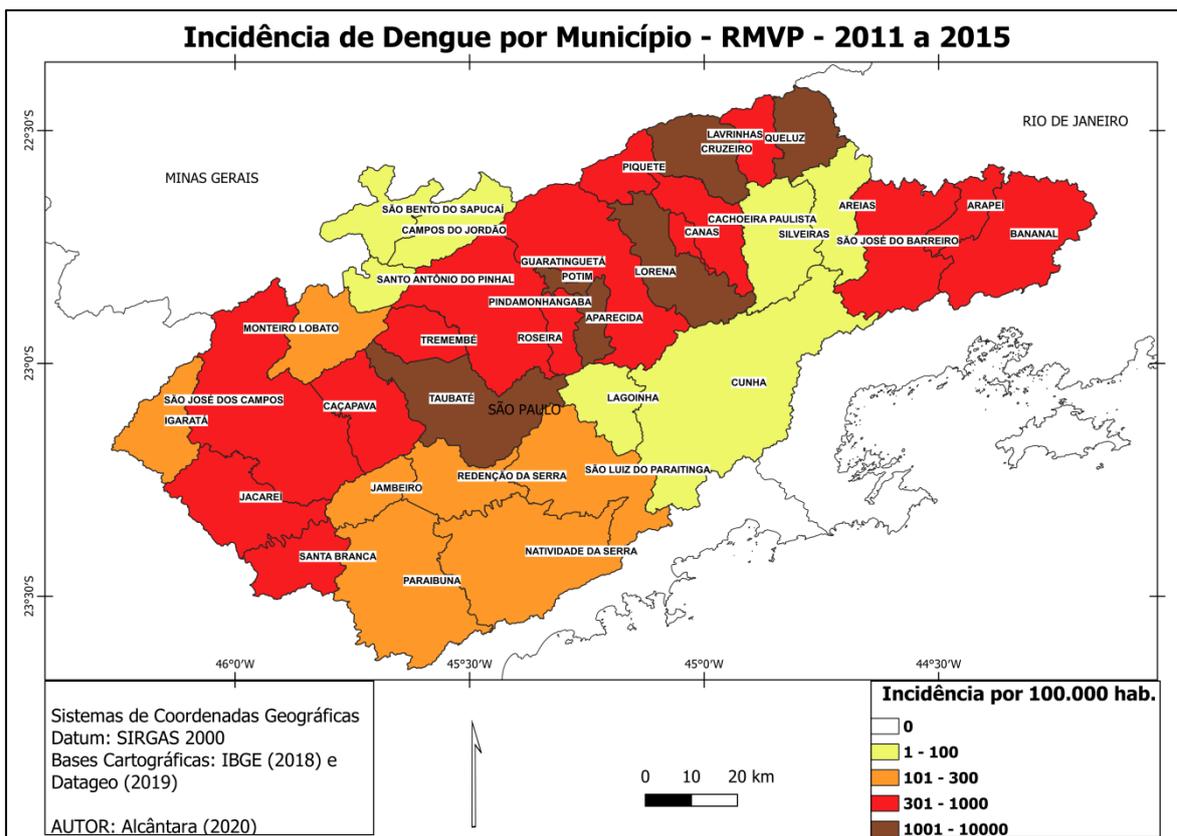


Figura 19 - Taxa média de incidência de dengue, por 100 mil habitantes, por município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, entre 2011 e 2015.

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de DATASUS/SINAN, (2019).

No período epidêmico (entre 2011 e 2015), vinte e três municípios apresentaram taxa média de incidência de dengue acima de 300 casos por 100 mil habitantes, quase todos localizados no Eixo Urbano Estruturante, contíguos a rodovia Presidente Dutra. Entre os municípios com taxa de incidência acima da média, sete municípios registraram altíssima taxa de incidência de dengue, ou seja, acima de 1.000 casos por 100 mil habitantes. São eles: Potim (2.904,15), Cruzeiro (2.192,98), Queluz (1.353,85), Lorena (1.245,92), Aparecida (1.216,72) e Taubaté (1.191,72).

Os resultados da taxa de incidência de dengue na RMVP registrados na série de anos epidêmicos (entre 2011 e 2015), e principalmente no ano de 2015, são importantes para o poder público, pesquisadores e profissionais de saúde envolvidos no combate ao vetor. Esses dados de incidência provam a importância de realizar o mapeamento e a análise espacial da dengue nessa área de estudo.

4.2.3 Mapeamento da taxa de incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP, para cada ano de estudo, entre 2007 e 2018.

A coleção de mapas a seguir (Figura 20) apresenta a taxa de incidência de dengue na RMVP, para cada ano do período de estudo, entre os anos de 2007 a 2018. Ao analisar a incidência de dengue nos municípios da RMVP durante a série histórica (2007 a 2018) é possível perceber alta variabilidade ao longo dos anos. A percepção está de acordo com o exposto por Silva (1997) que afirma que o sistema de relações sociais e a estrutura que caracteriza o espaço ocupado pelo homem alteram-se no tempo, trazendo consigo mudanças na possibilidade de adoecer ou morrer, nos diversos grupos populacionais. No período de estudo, a dengue se distribuiu de diferentes formas nos municípios da região.

Ao observar os dados de incidência de dengue de toda a série histórica, é possível perceber que não há nítida correlação entre as variáveis: densidade demográfica e taxa de incidência de dengue. Por exemplo, em municípios com elevada densidade demográfica, como São José dos Campos (572,96 hab./km²) e Jacareí (454,94 hab./km²), não registraram alta taxa de incidência de dengue no período. Por outro lado, dois municípios com baixa densidade demográfica, como Arapeí (15,89 hab./km²) e Bananal (16,58 hab./km²) registraram alta taxa de incidência média de dengue média para a série histórica, acima de 300 casos por 100 mil habitantes.

Entre 2007 e 2009 o número de casos foi baixo e, conseqüentemente, a taxa de incidência média de dengue registrada também foi baixa. Apenas em 2007 municípios da Sub-região III e IV registraram taxas de incidência mais altas, sendo dois municípios com taxa de incidência de dengue média (Cachoeira Paulista e Potim) e dois municípios registraram alta taxa de incidência de dengue (Aparecida e Cruzeiro). Diversos municípios não registraram incidência nesses três primeiros anos de estudo. Entre 2010 e 2012, aumenta a taxa de incidência média e muda o padrão de distribuição. Em 2010 a taxa média é maior nos municípios das Sub-regiões I e II, contíguos a Rodovia Presidente Dutra. Além de Cachoeira Paulista e Cruzeiro (Sub-região III e IV, respectivamente).

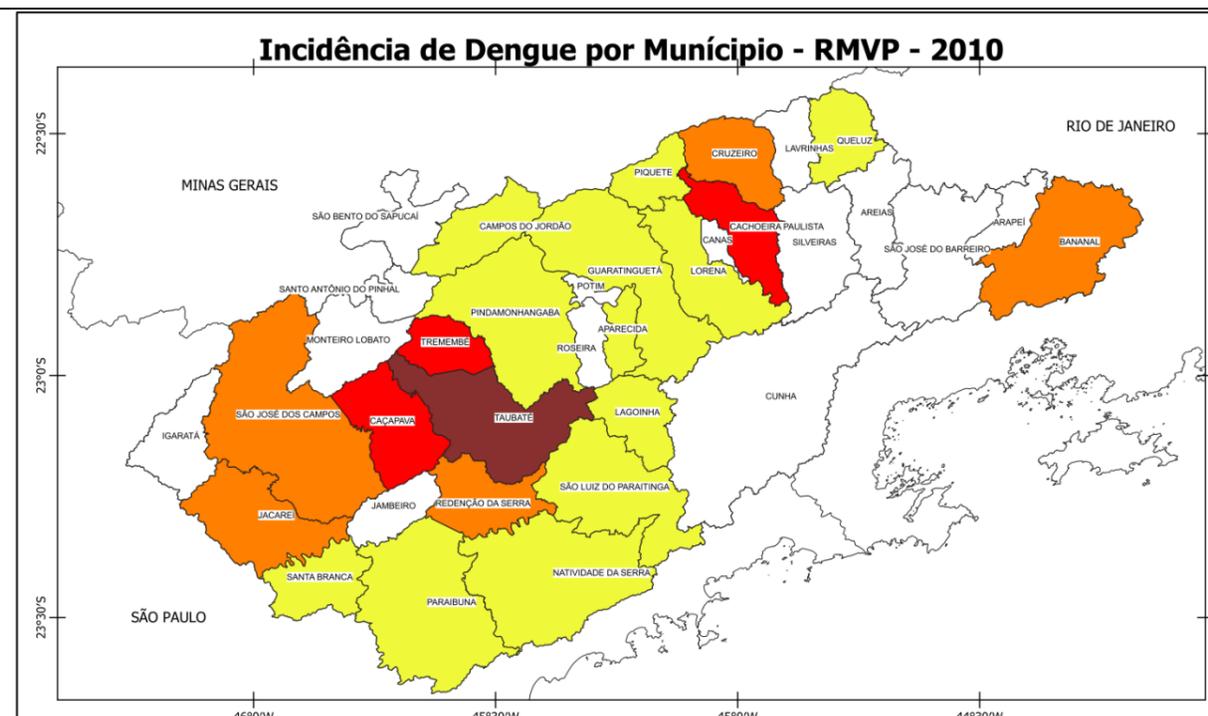
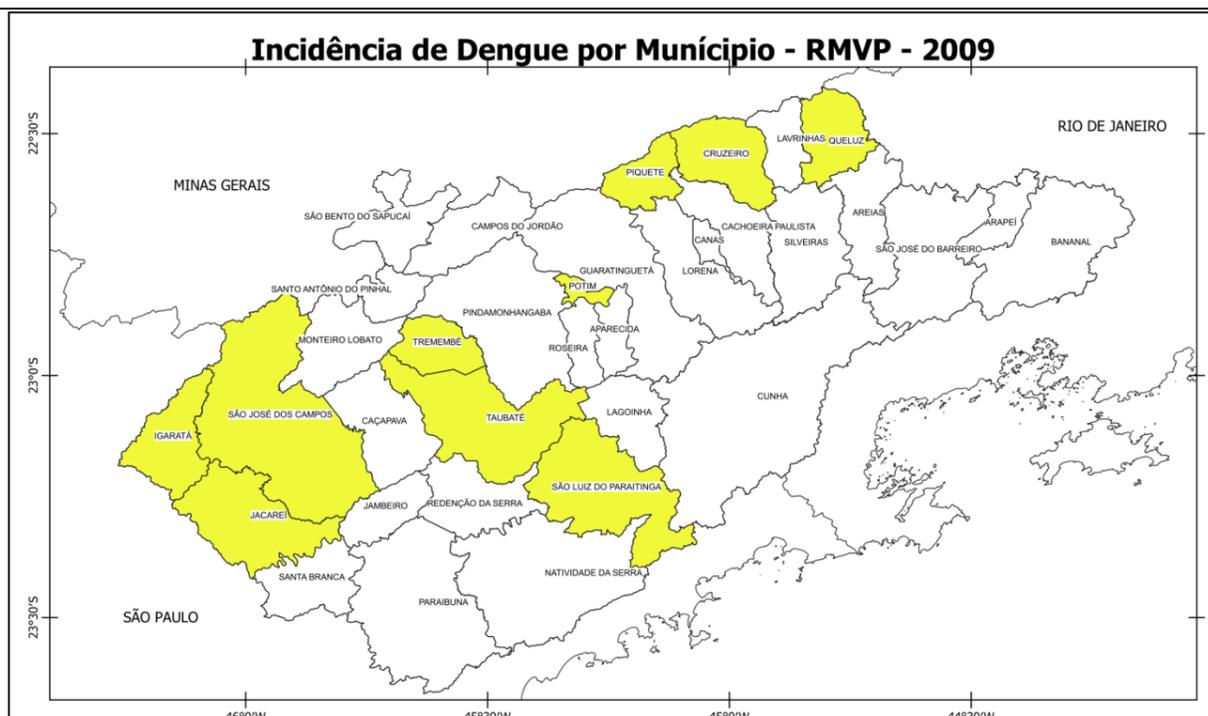
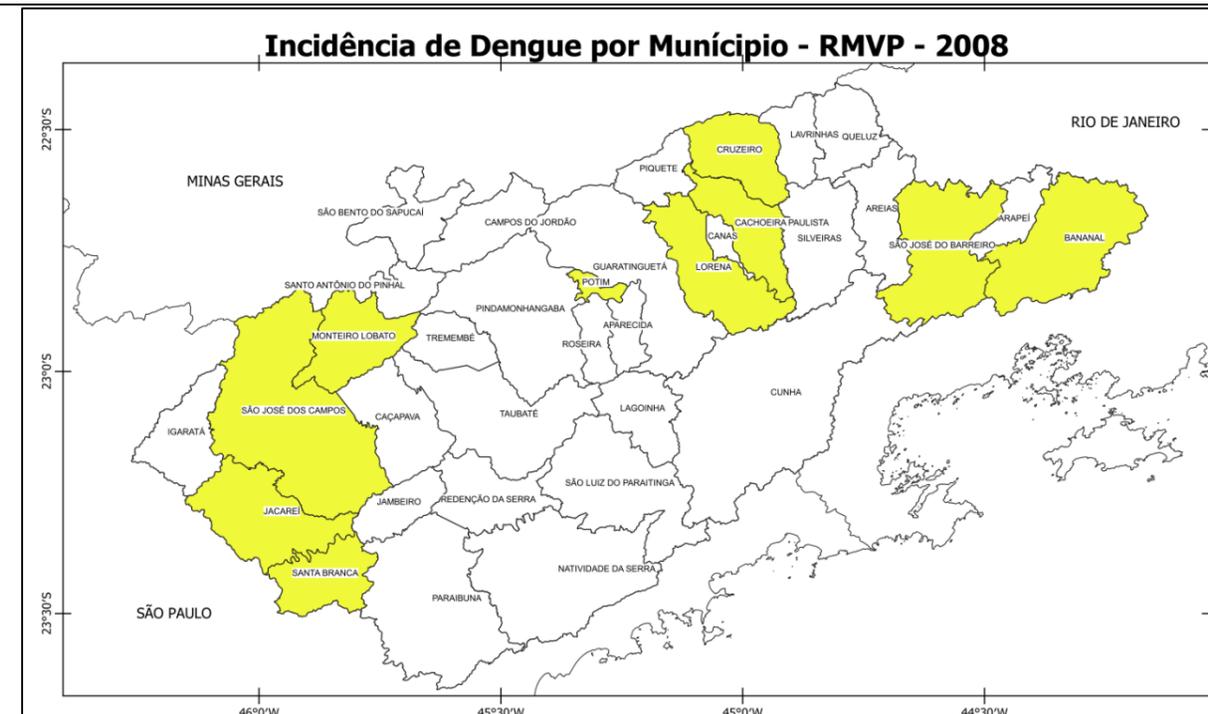
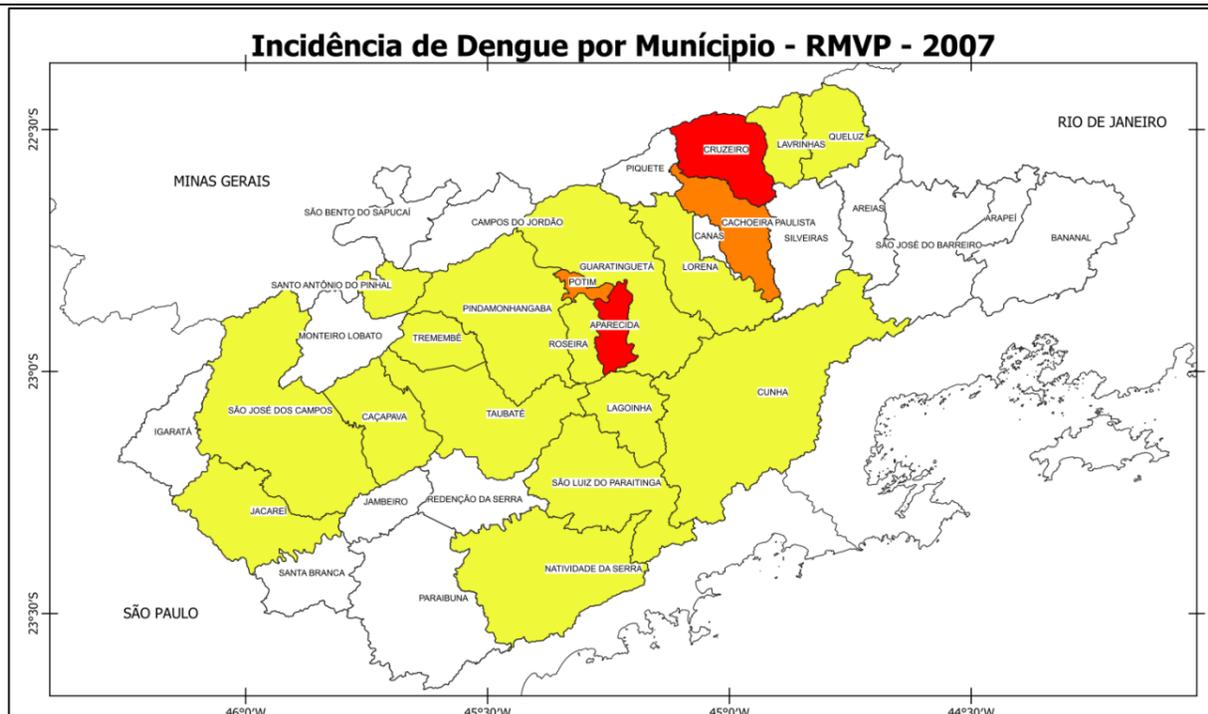


Figura 20 - Taxa média de incidência de dengue, por 100 mil habitantes, por município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, para cada ano da série histórica (2007 a 2018).

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de DATASUS/SINAM, (2018).

Sistemas de Coordenadas Geográficas
 Datum SIRGAS2000
 Bases Cartográficas: IBGE (2018);
 DATASUS (2019).
 AUTOR: Alcântara (2020)



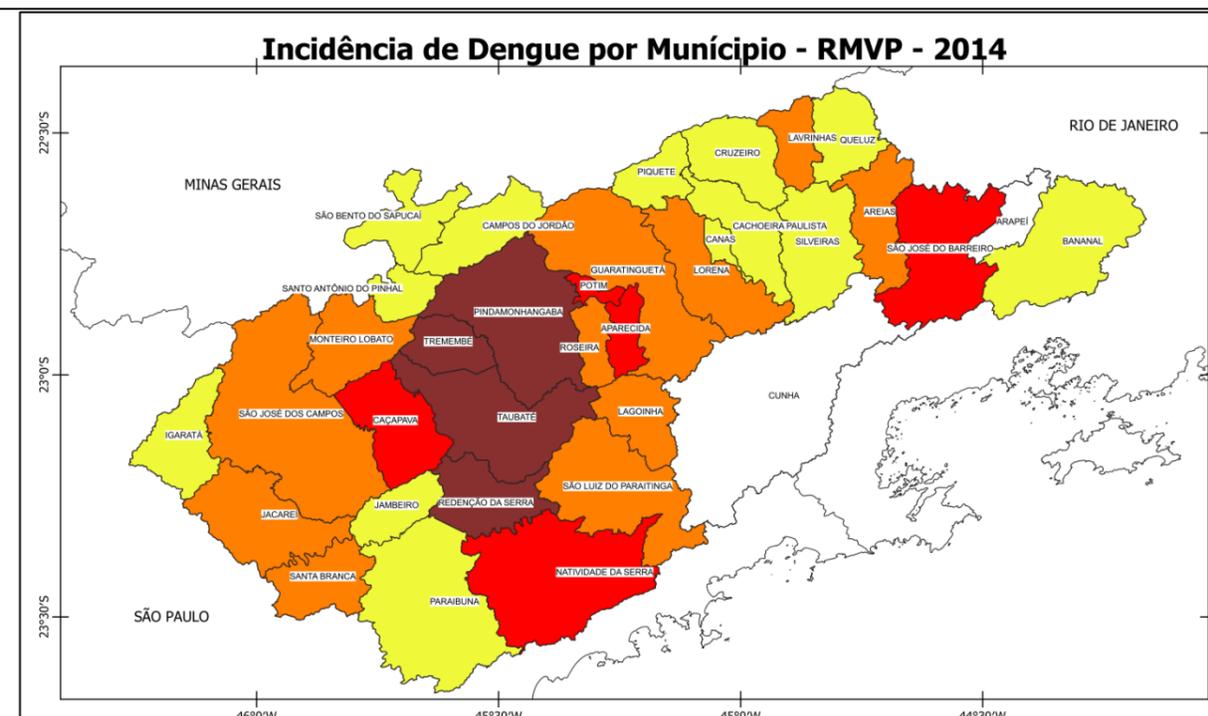
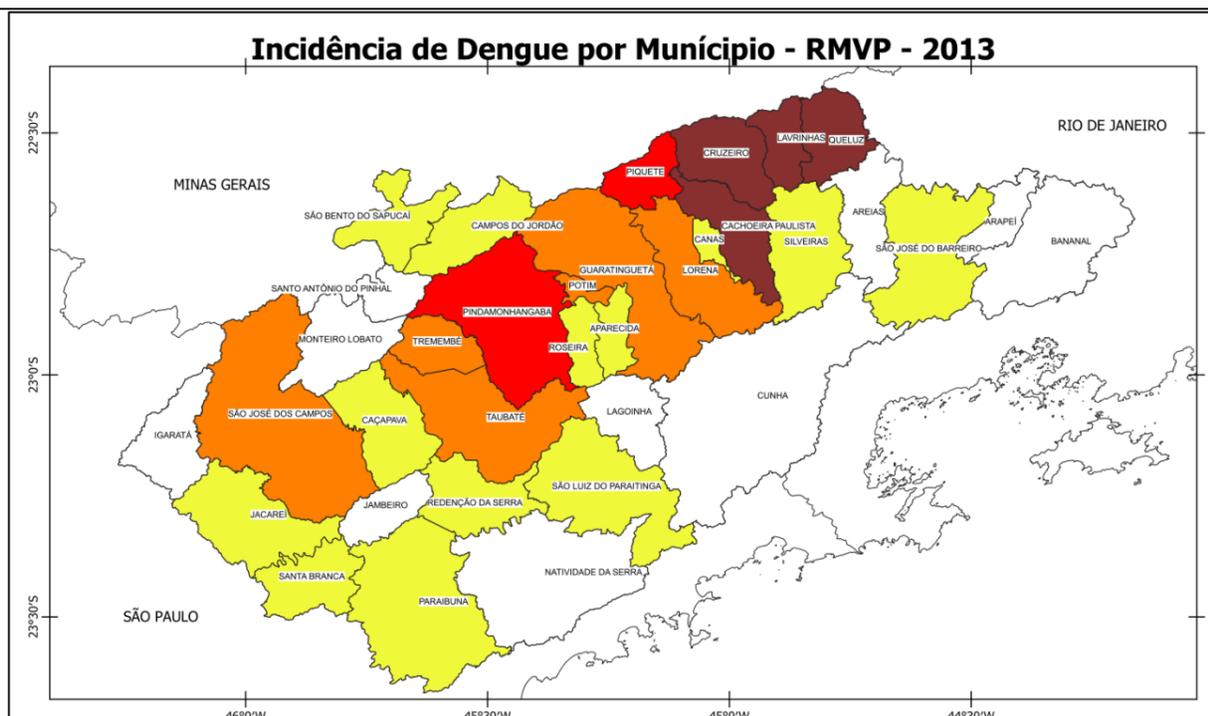
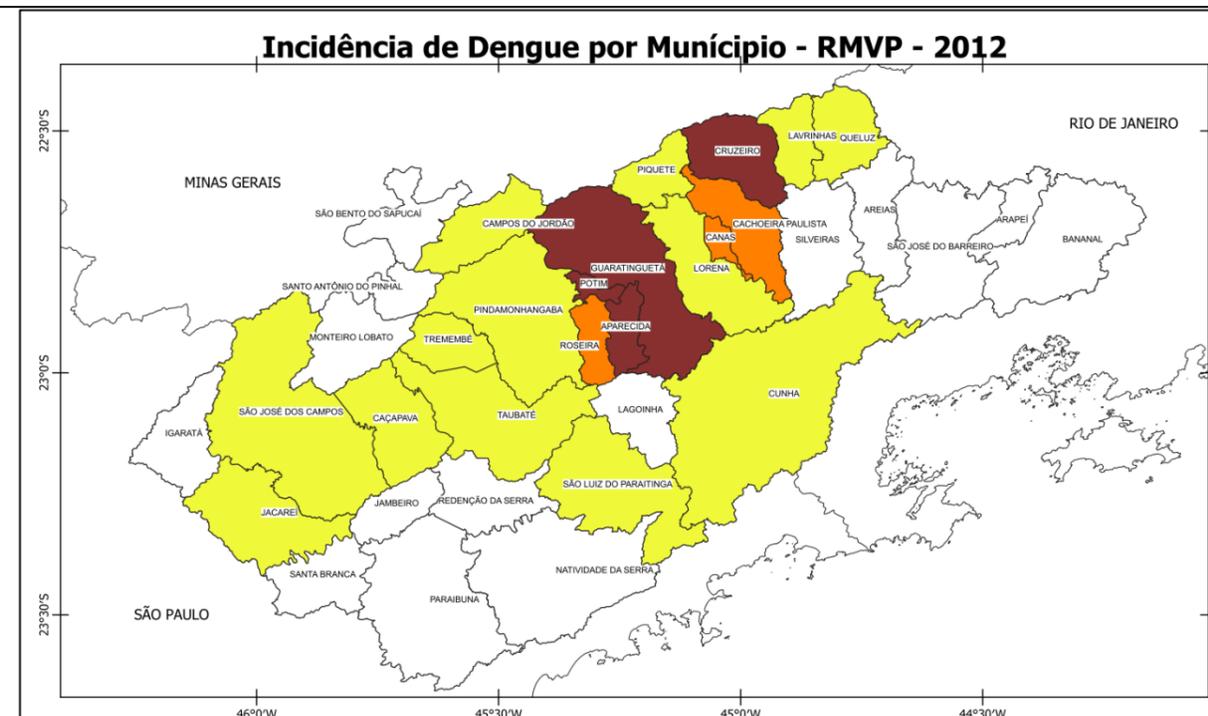
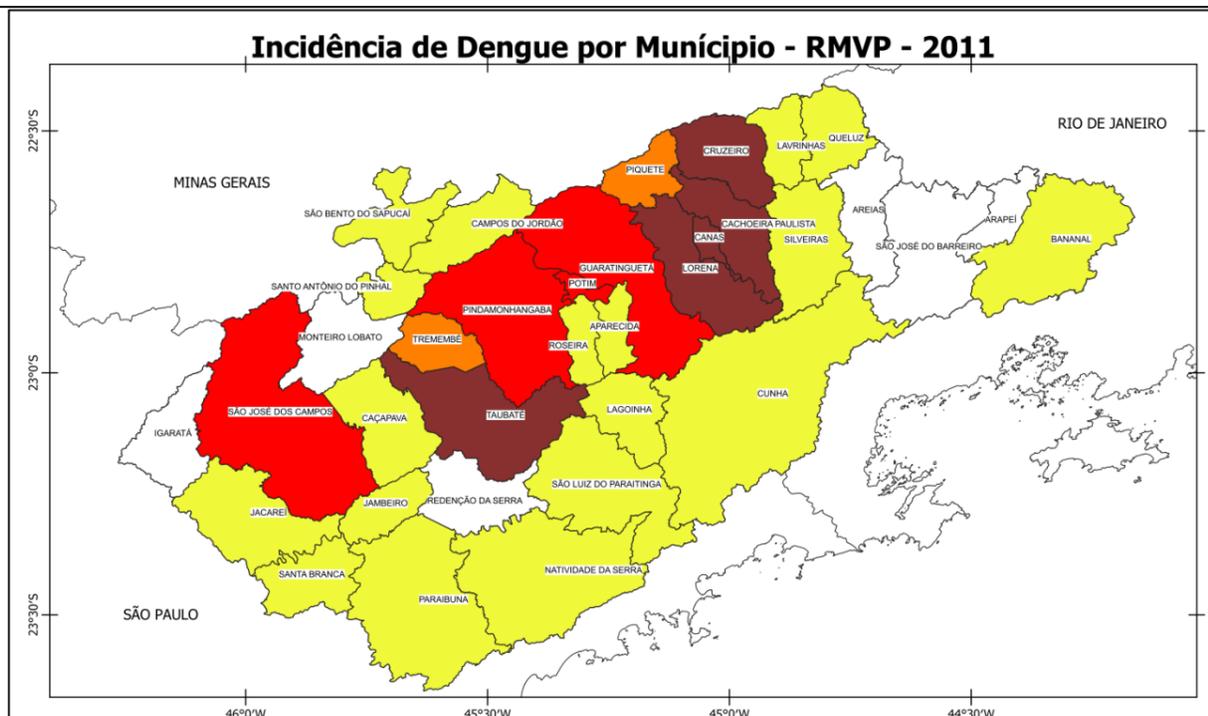


Figura 20 - Taxa média de incidência de dengue, por 100 mil habitantes, por município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, para cada ano da série histórica (2007 a 2018).
 Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de DATASUS/SINAM, (2018).

Sistemas de Coordenadas Geográficas
 Datum SIRGAS2000
 Bases Cartográficas: IBGE (2018);
 DATASUS (2019).
 AUTOR: Alcântara (2020)

0 25 50 Km

Incidência por 100.000 hab.

- 0
- 1 - 100
- 100 - 300
- 300 - 1000
- 1000 - 10000

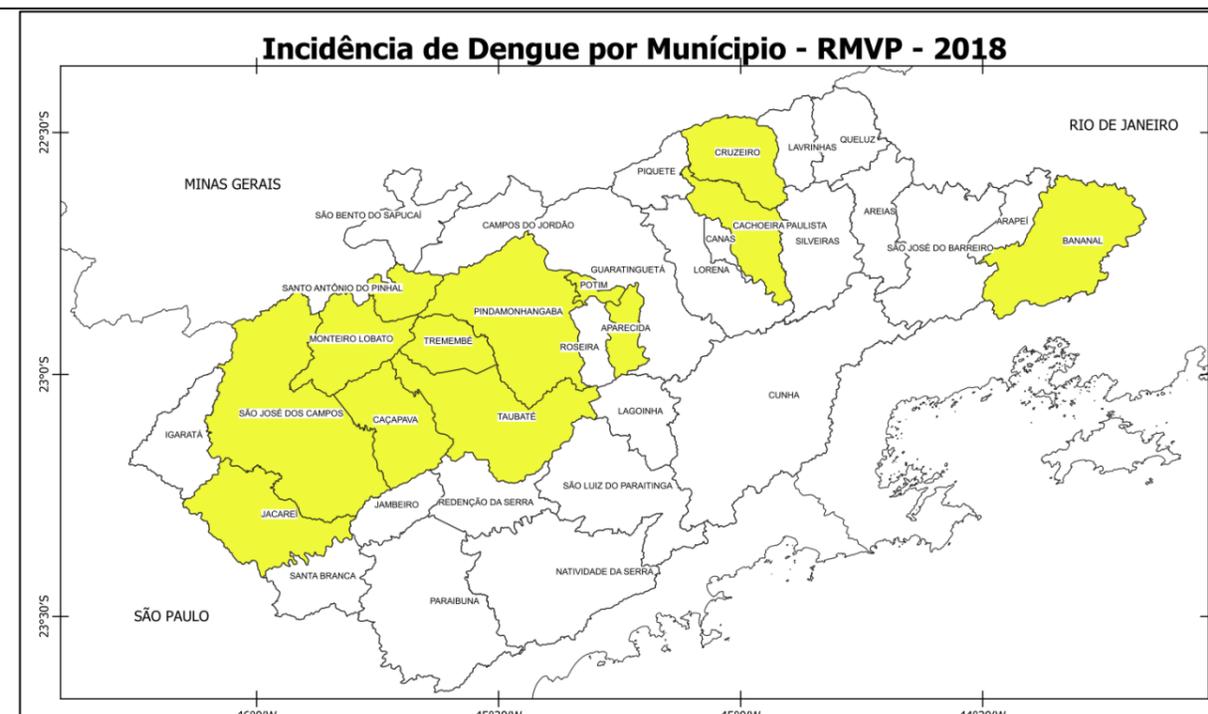
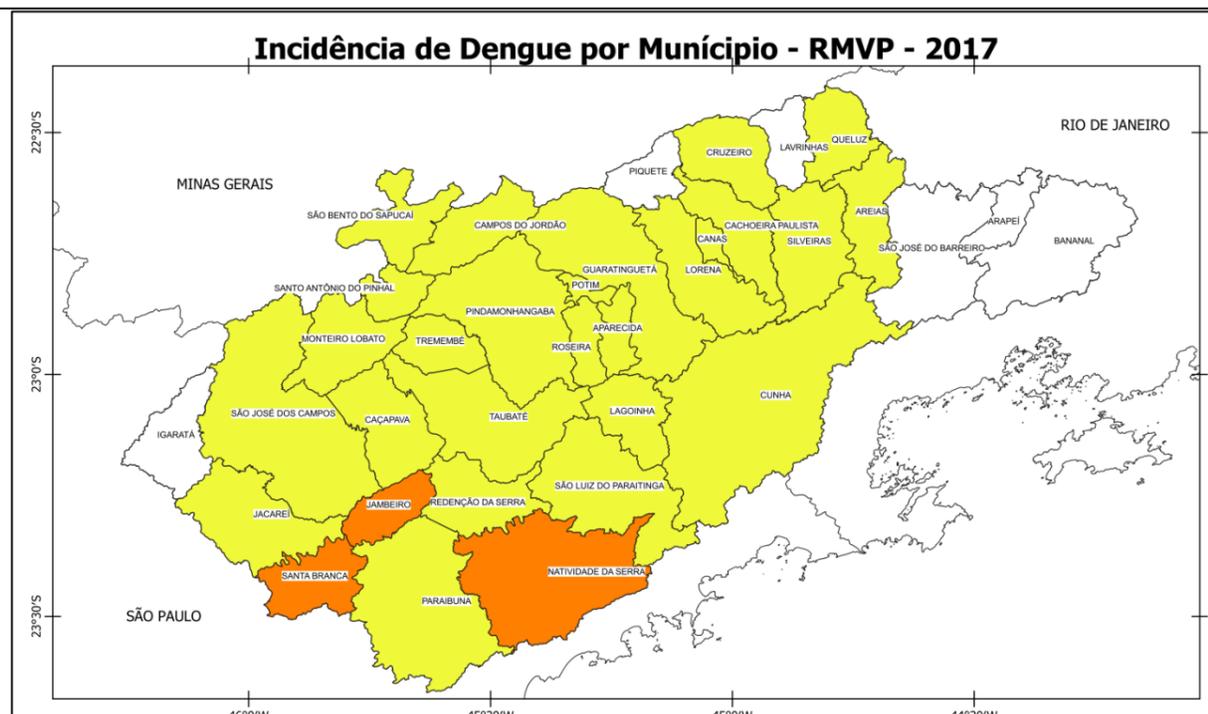
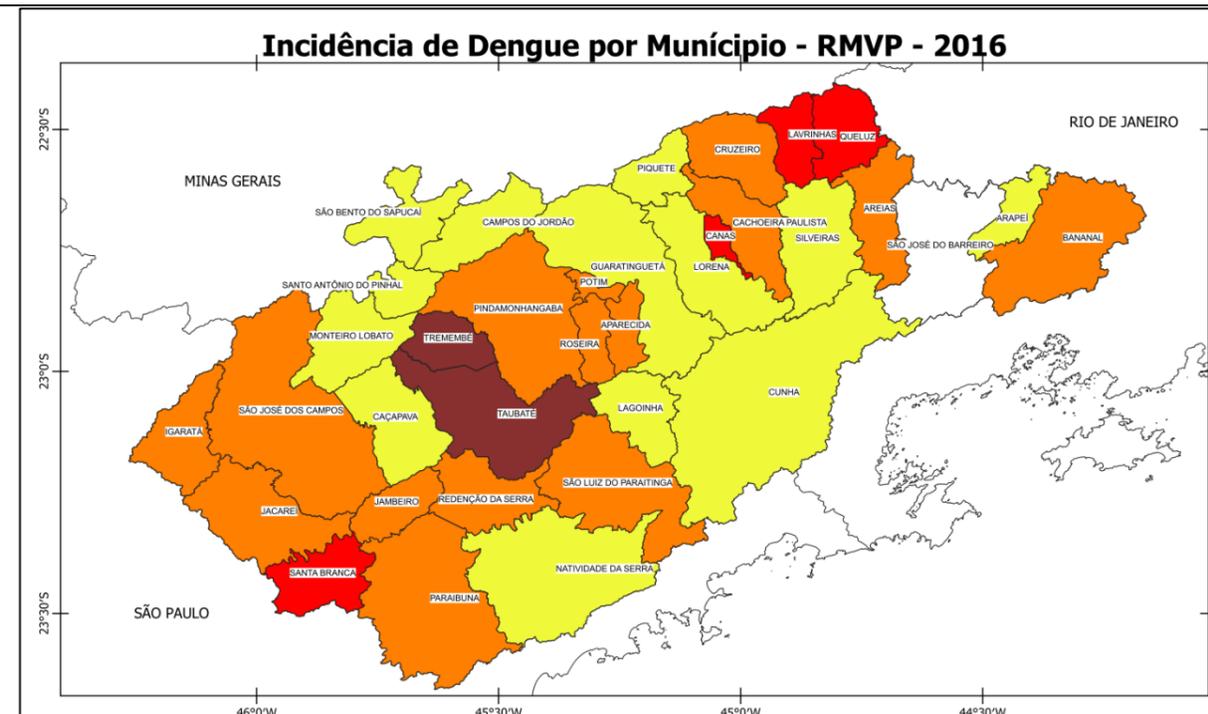
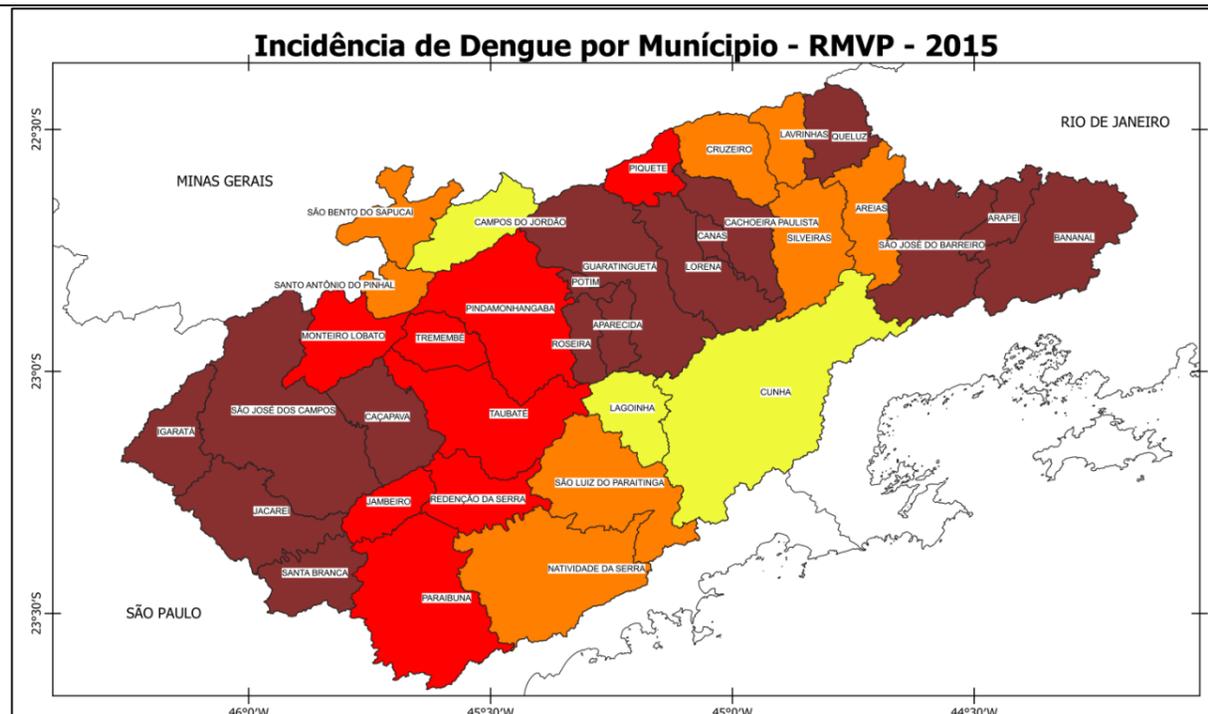


Figura 20 - Taxa média de incidência de dengue, por 100 mil habitantes, por município da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP, para cada ano da série histórica (2007 a 2018).

Fonte: Organizado pelo autor (2019) com dados de DATASUS/SINAM, (2018).

Sistemas de Coordenadas Geográficas
Datum SIRGAS2000
Bases Cartográficas: IBGE (2018);
DATASUS (2019).
AUTOR: Alcântara (2020)



Em 2011 os municípios com altíssima e alta taxa de incidência estão localizados entre São José dos Campos e Cruzeiro, ou seja, em todas as sub-regiões. No entanto, em 2012 as altíssimas taxas são registradas em apenas três municípios da Sub-região III (Aparecida, Potim e Guaratinguetá) e um da Sub-região IV (Cruzeiro).

Em 2013 as maiores taxas de incidência foram registradas nos municípios da Sub-região IV. No ano de 2014, quatro municípios da Sub-região II (Taubaté, Pindamonhangaba, Tremembé e Redenção da Serra) registraram altíssimas taxas de incidência de dengue. Em 2015, ano com a maior taxa de incidência de dengue média, somente três municípios registraram baixa taxa de incidência (Campos do Jordão, Lagoinha e Cunha). Municípios de três sub-regiões (I, III e IV) registraram altíssimas taxas de incidência de dengue. Nos três municípios mais densamente povoados da Sub-região II, foram registradas altas taxas de incidência, o que pode significar subnotificação, diante do cenário regional.

Em 2016 a taxa média de incidência de dengue diminuiu na RMVP (218,94 por 100 mil habitantes), mas Taubaté e Tremembé (Sub-região II) registraram altíssimas taxas de incidência de dengue. Em 2017, a incidência média de dengue é baixa, apenas três municípios registram média taxa de incidência (Santa Branca, Jambuí e Natividade da Serra). Em 2018, diversos municípios não registram incidência de dengue e doze municípios localizados entre Jacareí e Cruzeiro, registraram baixa taxa de incidência.

No entanto, por conta da alta variabilidade da taxa de incidência de dengue nos municípios da RMVP é importante realizar a suavização dos dados de incidência de dengue. Com isso, é possível preparar os dados para a aplicação de técnicas que aferem a autocorrelação espacial. Realizamos esses procedimentos e a aplicação de técnicas no capítulo a seguir.

4.3 Utilização da Técnica de Suavização Espacial Bayesiana

A técnica de suavização espacial bayesiana minimiza a variância dos estimadores, principalmente em locais com população pequena, e justifica a utilização do modelo de abordagem completamente bayesiana no estudo de análise espacial de doenças. Esta técnica produz estimativas mais precisas de associações espaciais entre a taxa de incidência de doenças e fatores ou determinantes sociais de saúde (MARSHALL, 1991; SPIEGELHALTER et al., 2002).

Silva et al. (2011) compararam a aplicação de duas técnicas baseadas na teoria bayesiana, são elas: Bayesiana Empírica e Totalmente Bayesiana. Concluem que ambas apresentaram resultados similares e concluem que os métodos Bayesianos Empíricos são recomendados, por exigirem menos recursos computacionais e menor tempo de processamento que a técnica Totalmente Bayesiana. Acharya et al. (2016) utilizaram a abordagem empírica de Bayes para avaliar o risco de dengue e produzir um mapa de risco excessivo para a área de estudo (Nepal).

Neste capítulo apresentamos os resultados da aplicação de uma técnica de análise espacial: a Taxa de Suavização Espacial Bayesiana (SEB) ou Abordagem Empírica de Bayes.

A aplicação da técnica de SEB produziu como resultado mapas do risco de dengue dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP para o período de estudo (2007 a 2018) e para cada ano entre 2007 e 2018. A técnica melhora a precisão do cálculo da taxa de incidência, diminui a instabilidade das variâncias de taxas ou proporções e atenua as taxas extremamente elevadas ou extremamente pequenas no mapa. Também considera o número de casos e a população observada em unidades espaciais vizinhas.

Foi utilizado o programa GeoDa 1.18.0 para calcular a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana (IDSB), e gerar um mapa para toda a série histórica de 2007 a 2018. Também foram elaborados mapas de risco individualmente para cada ano. A partir dos resultados obtidos, foram elaborados mapas no programa QGIS 3.4.3. Esse programa oferece uma maior gama de ferramentas para confecção e inserção de elementos nos mapas.

Em todos os mapas de risco, as classes em tonalidades azuis representam municípios com menor risco de dengue ($< 1,0$) para aquele período. Os

municípios com o risco maior que a média regional ($> 2,0$) são representados por tonalidades que vão do laranja ao vermelho.

4.3.1 Análise Espacial da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018)

No primeiro mapa de risco (Figura 21), apresentamos o resultado da aplicação da técnica de suavização espacial bayesiana da taxa bruta de incidência de dengue nos municípios da RMVP em todo o período de estudo (de 2007 a 2018).

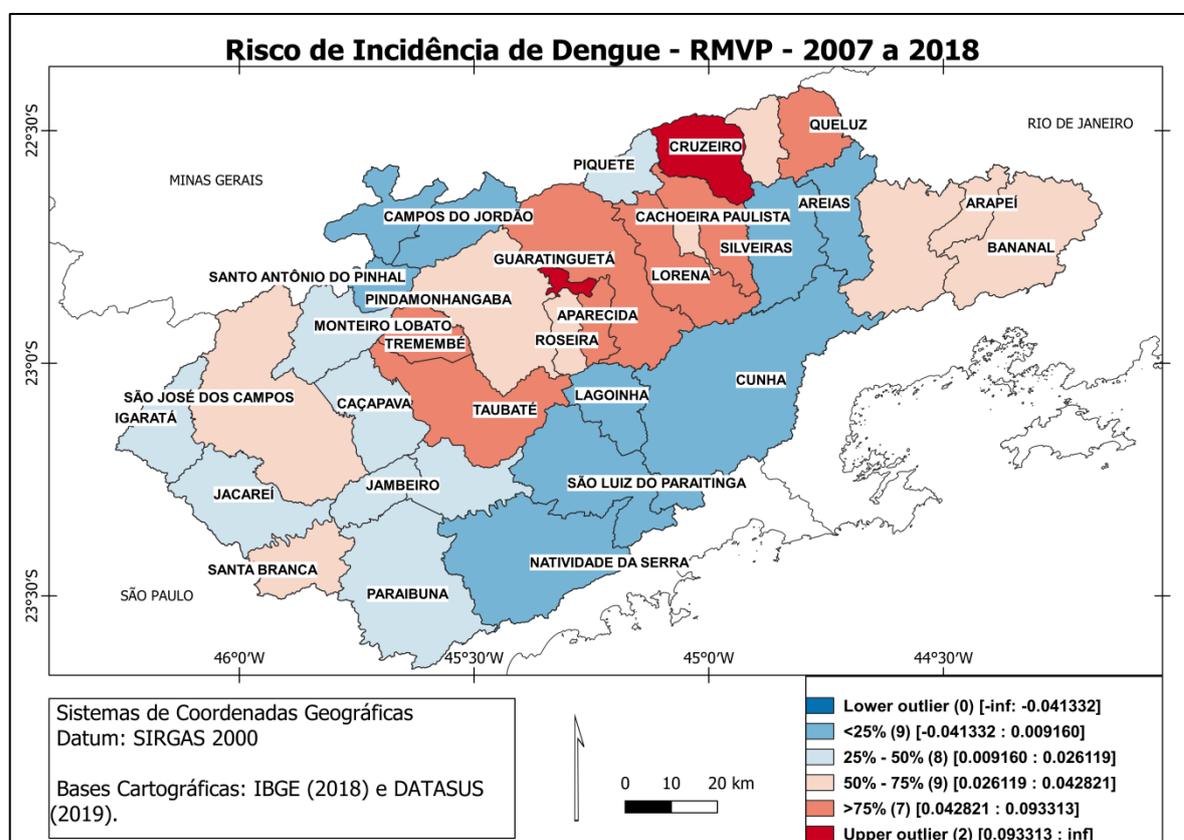


Figura 21 - Mapa do Risco de Incidência de Dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba de 2007 a 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019).

A partir do mapa, podemos identificar os municípios com altíssimo risco de dengue no período de estudo, são eles: Cruzzeiro (Sub-região IV) e Potim (Sub-região III). Sete dos municípios apresentam risco alto (classe $>75\%$) "Upper_outlier", são eles: Taubaté e Tremembé (Sub-região II); Aparecida, Guaratinguetá, Lorena e

estão localizados na Sub-região IV: Silveiras, Cruzeiro e Lavrinhas. Quatro municípios registraram risco muito alto (>75%), são eles: São José dos Campos (Sub-região I); Taubaté e São Luiz do Paraitinga (Sub-região II); Queluz (Sub-região IV). Nove municípios registraram risco médio alto (entre 50% e 75%). Em dezessete municípios o risco está abaixo da média. Sendo oito municípios classificados com risco médio baixo (entre 25% e 50%). Nove municípios apresentaram risco baixo (< 25%), sendo que apenas Lorena e Piquete (ambos da Sub-região III) pertencem a unidade territorial Eixo Urbano Estruturante (adjacentes a Rodovia Presidente Dutra), cinco municípios com baixo risco estão localizados na unidade territorial Alto Paraíba (Vale Histórico).

A seguir é apresentado o mapa de risco referente ao ano de 2008 (Figura 23).

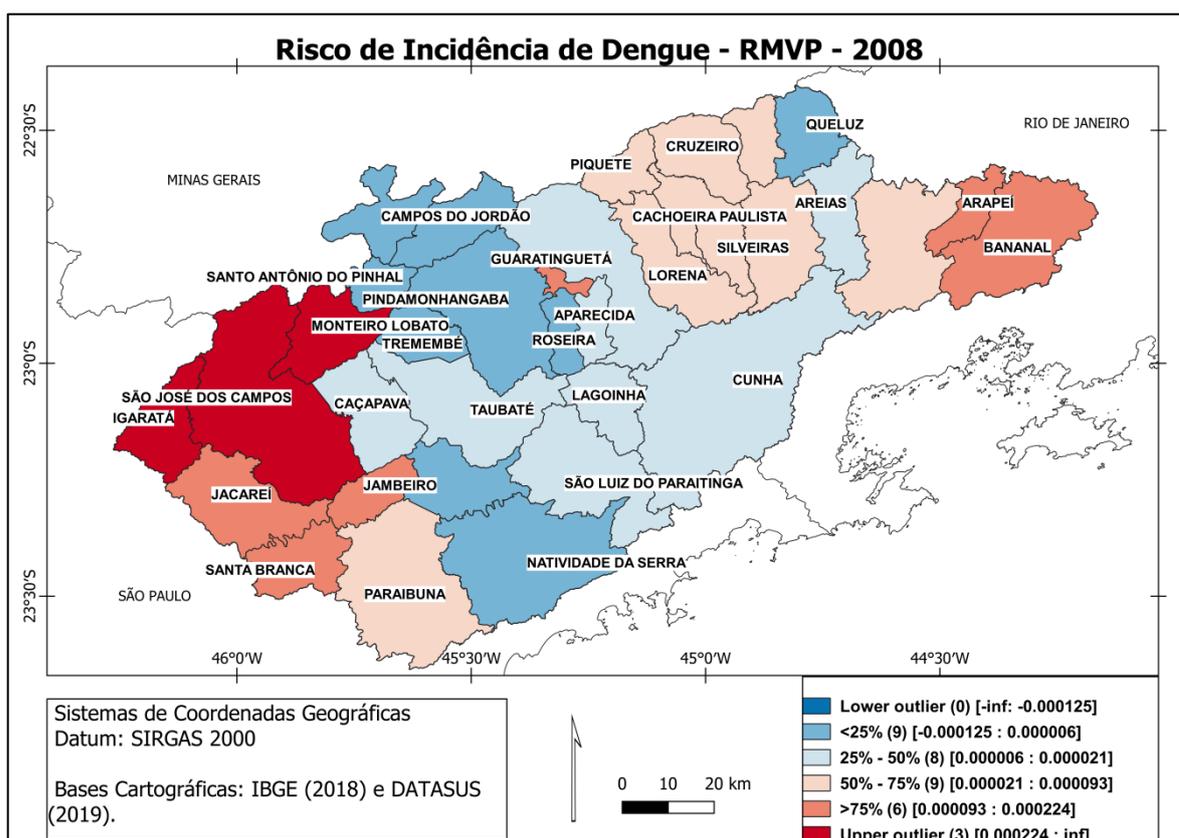


Figura 23 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2008

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019).

Nesse ano três municípios apresentam altíssimo risco (*Upper_outlier*), todos estão localizados na Sub-região I, são eles: São José dos Campos, Igaratá e Monteiro Lobato. Seis municípios foram classificados com risco alto (>75%), são

Nove municípios apresentaram risco médio alto (50% a 75%). Dezesete municípios foram classificados abaixo da média. Sendo oito com risco médio baixo (25% a 50%) e nove com risco baixo (< 25%), com destaque para os três municípios da microrregião Serra da Mantiqueira (Sub-região II) e seis municípios da unidade territorial Alto Paraíba (Vale Histórico), com as menores taxas.

A seguir apresentamos o mapa de risco de incidência de dengue do ano de 2010 (Figura 25).

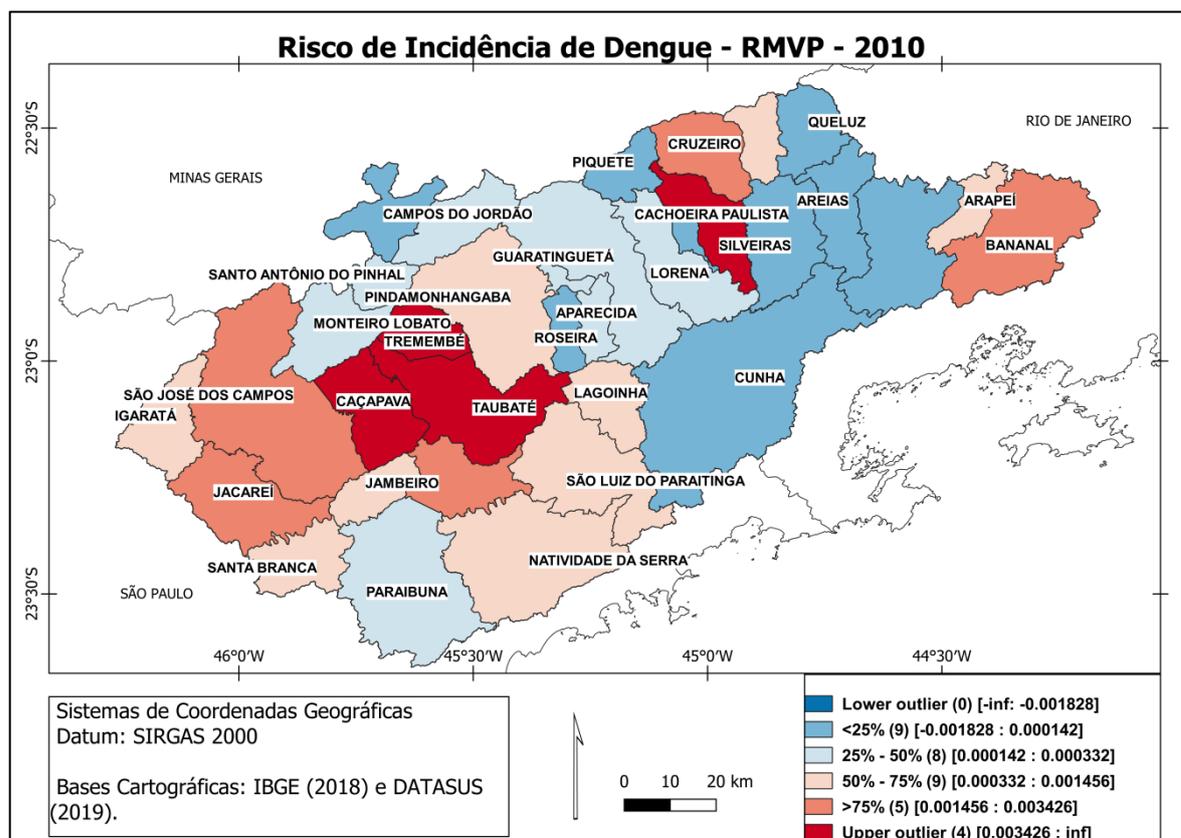


Figura 25 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2010

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019).

No ano de 2010, quatro municípios apresentam altíssimo risco (*Upper_outlier*) de incidência de dengue, são eles: Caçapava (Sub-região I); Taubaté e Tremembé (Sub-região II); Cachoeira Paulista (Sub-região III). Cinco municípios registraram alto risco (>75%): Jacareí e São José dos Campos (Sub-região I); Redenção da Serra (Sub-região II); Cruzeiro e Bananal (Sub-região IV). Nove municípios apresentaram risco médio alto (entre 50% e 75%). A maior parte dos municípios (treze municípios de dezenove) com risco de incidência de dengue acima

No ano de 2014 a taxa de incidência de dengue bruta foi de 382,26 casos por 100 mil habitantes, número que registra o quarto ano epidêmico na região, durante o período de estudo (2007 a 2018). Quatro municípios apresentaram altíssimo risco de incidência de dengue (*Upper_outlier*), são eles: Redenção da Serra, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba (Sub-região II). Foi registrado alto risco (>75%) de incidência de dengue em cinco municípios, são eles: Caçapava (Sub-região I); Natividade da Serra (Sub-região II); Roseira e Potim (Sub-região III); São José do Barreiro (Sub-região IV). Em nove municípios foi registrado risco médio alto (50% a 75%). Ao observar o mapa, nota-se que o maior risco está concentrado em um aglomerado de municípios vizinhos a Taubaté; a exceção é o município de São José do Barreiro. Dezesete municípios registraram índice abaixo da média, sendo oito com risco médio baixo (25% a 50%) e nove com risco baixo (< 25%), com destaque para os municípios localizados na microrregião Serra da Mantiqueira e nas sub-regiões III e IV.

A seguir é apresentado o mapa de risco de incidência de dengue do ano de 2015 (Figura 30).

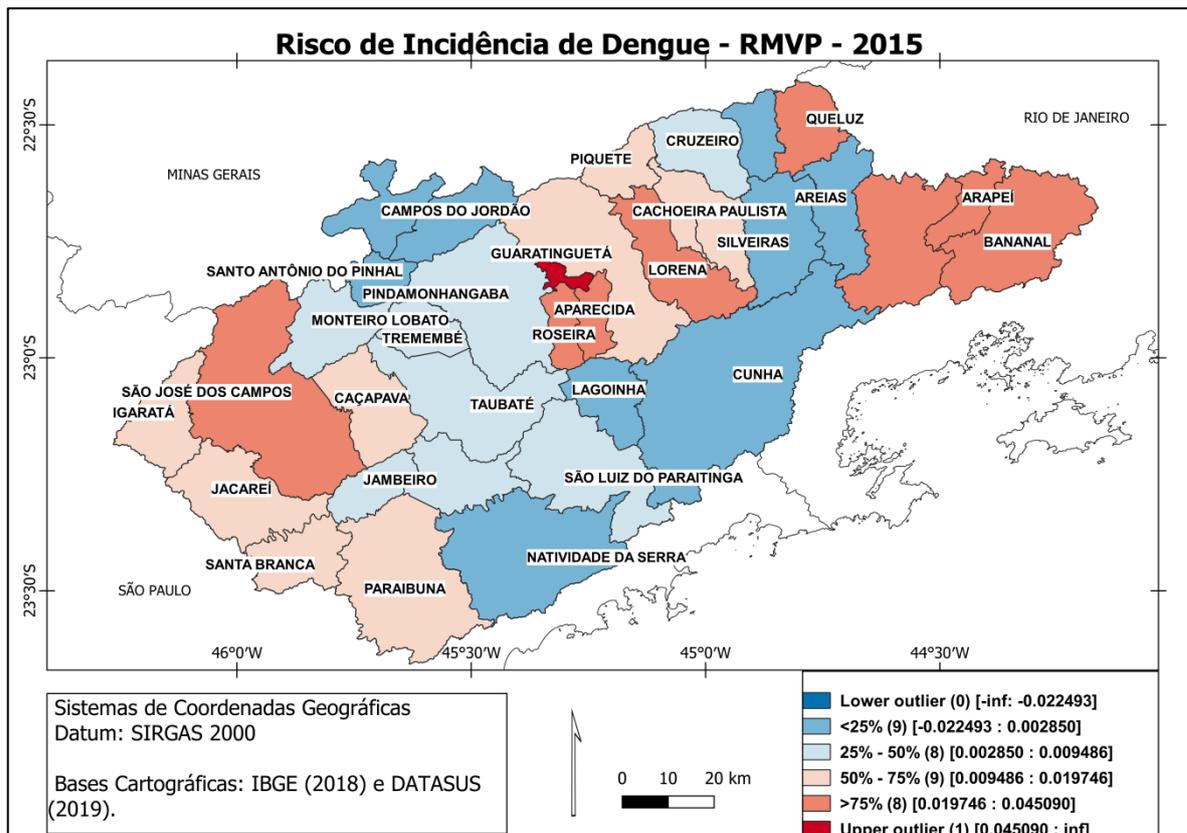


Figura 30 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2015

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019).

No ano de 2015 a taxa de incidência de dengue bruta foi de 1.367,24 casos por 100 mil habitantes, maior taxa de incidência de dengue e o quinto ano epidêmico do período de estudo. Nesse ano, um município registrou altíssimo risco (*Upper_outlier*): Potim (Sub-região III). Em oito municípios foi constatado alto risco (>75%), são eles: São José dos Campos (Sub-região I); Roseira, Lorena e Aparecida (Sub-região III); Queluz, São José do Barreiro, Arapeí e Bananal (Sub-região IV), sendo esses três últimos localizados no Vale Histórico (Alto Paraíba), são municípios fronteiriços ao estado do Rio de Janeiro. Em nove municípios foi registrado risco médio alto (50% a 75%). Em dezessete municípios constatou-se índice abaixo da média, sendo oito com risco médio baixo (25% a 50%) e nove com risco baixo (< 25%). Merece destaque a presença de todos os municípios da Sub-região II na faixa abaixo da média. Portanto, foi a sub-região que apresentou o menor risco de incidência de dengue nesse ano. Como nos anos anteriores, os municípios da microrregião Serra da Mantiqueira apresentaram risco baixo.

A seguir é apresentado o mapa de risco de incidência de dengue em 2016 (Figura 31).

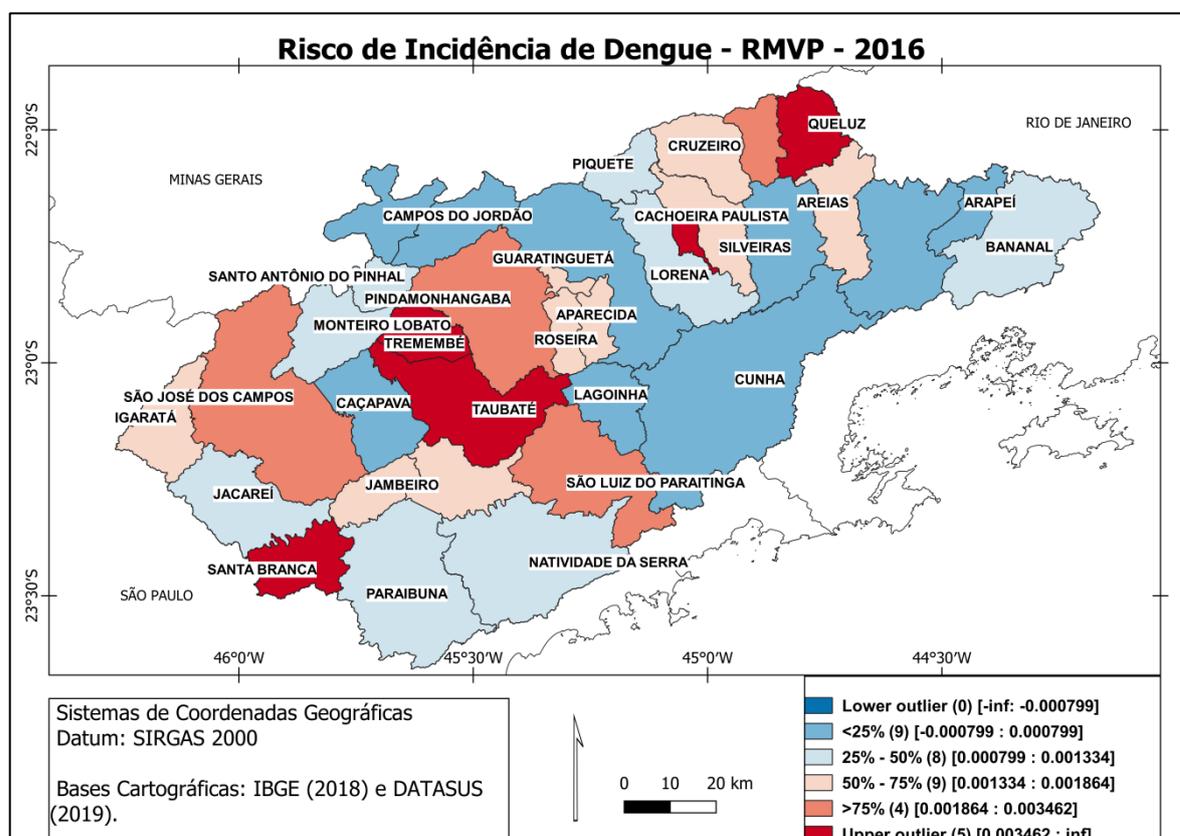


Figura 31 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2016

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019).

No ano de 2016 a taxa de incidência de dengue bruta é de 218,94 casos por 100 mil habitantes, ocorreu significativa redução da taxa de incidência, em relação ao ano anterior. Em 2016 (Figura 41), cinco municípios registraram altíssimo risco (*Upper_outlier*) de contágio de dengue, são eles: Santa Branca (Sub-região I); Taubaté e Tremembé (Sub-região II); Canas (Sub-região III); Queluz (Sub-região IV). Em quatro municípios foi constatado alto risco (>75%): São José dos Campos (Sub-região I); Pindamonhangaba e São Luiz do Paraitinga (Sub-região II); Queluz (Sub-região IV). Em nove municípios foi registrado risco médio alto (50% a 75%). Em dezessete municípios constatou-se índice abaixo da média, sendo oito com risco médio baixo (25% a 50%) e nove com risco baixo (< 25%). Os municípios localizados na microrregião Serra da Mantiqueira e na unidade territorial Alto Paraíba(Vale Histórico) apresentam o menor risco de ocorrência (com exceção dos municípios de Areias, São Luiz do Paraitinga, Redenção da Serra, Jambeiro e Santa Branca).

A seguir é apresentado o mapa de risco de incidência de dengue do ano de 2017 (Figura 32).

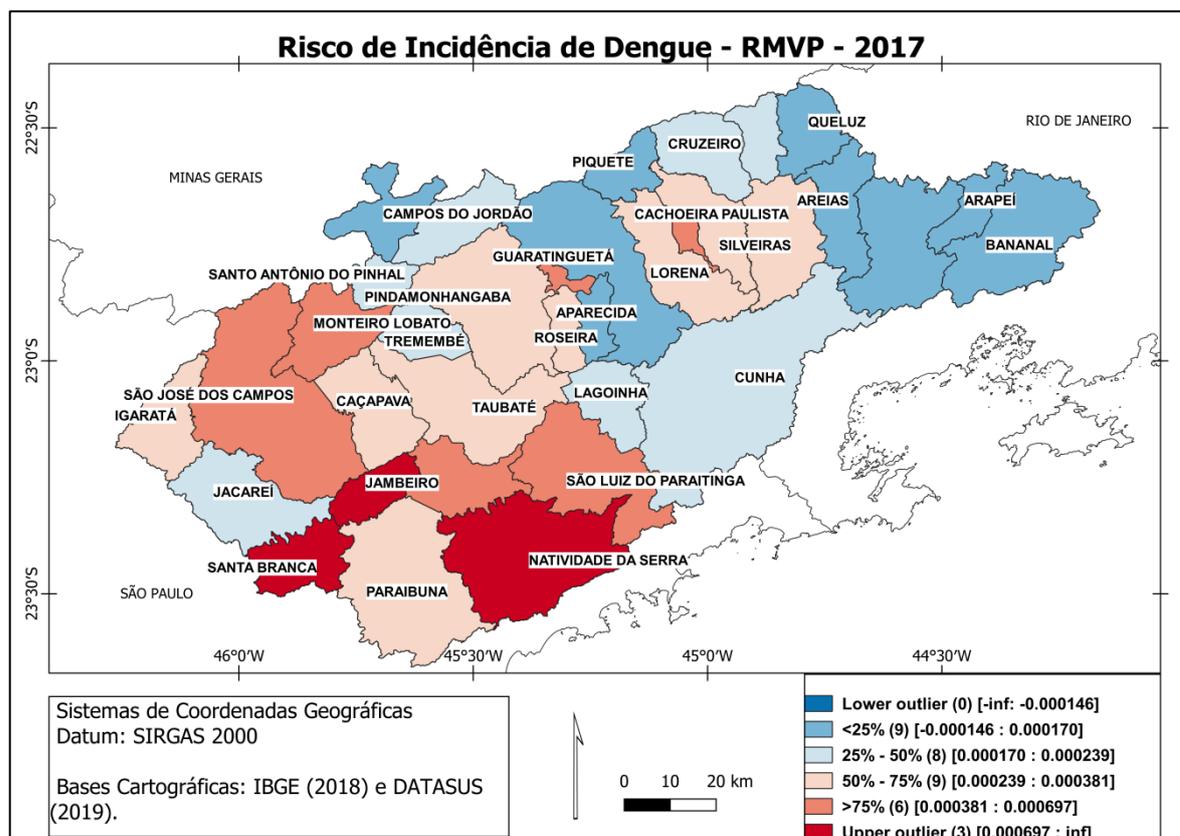


Figura 32 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2017

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019).

Em 2017 a taxa de incidência de dengue bruta é de 35,53 casos por 100 mil habitantes, mantém a tendência de queda (significativa) em relação a taxa de incidência de dengue do ano anterior. Três municípios apresentam altíssimo risco de incidência de dengue (*Upper_outlier*), são eles: Santa Branca e Jambuí (Sub-região I); Natividade da Serra (Sub-região II). Seis municípios apresentaram risco alto (>75%): São José dos Campos e Monteiro Lobato (Sub-região I); Redenção da Serra e São Luís do Paraitinga (Sub-região II); Potim e Canas (Sub-região III). Nove municípios apresentaram risco médio alto (entre 50% e 75%). A maior parte dos municípios (catorze municípios de dezenove) com risco de incidência de dengue acima da média, estão localizados nas sub-regiões I e II. O menor risco foi encontrado na microrregião Serra da Mantiqueira (com exceção de Monteiro Lobato), em quatro municípios da Sub-região III e em sete municípios da Sub-região IV.

A seguir é apresentado o mapa de risco de incidência de dengue do ano de 2018 (Figura 33).

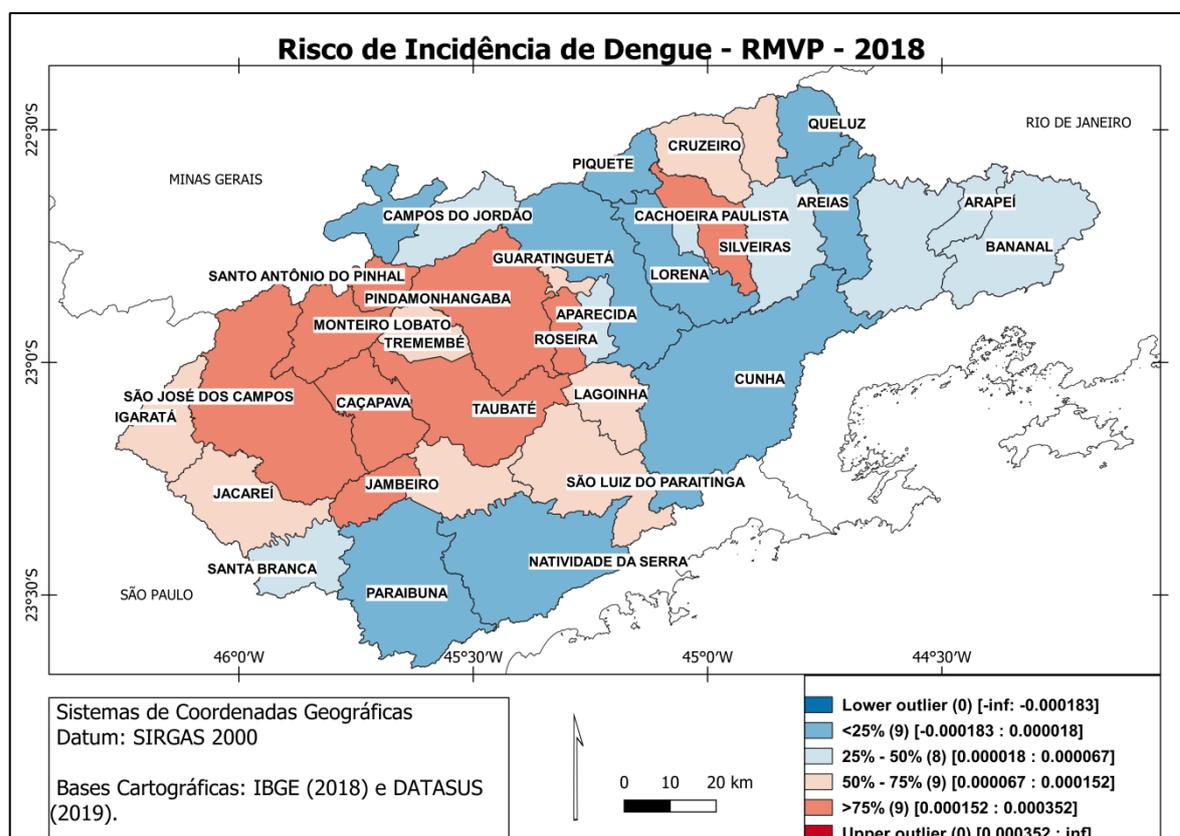


Figura 33 - Mapa Anual do Risco de Incidência de Dengue - 2018

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019).

Em 2018 a taxa de incidência de dengue bruta era de 7,29 casos por 100 mil habitantes, terceira menor taxa no período de estudo, número que confirma a tendência de queda dos dois anos anteriores. No ano de 2018, nenhum município registrou altíssimo risco (*Upper_outlier*). Em nove municípios foi constatado risco alto (>75%), são eles: São José dos Campos, Jambeiro, Caçapava e Monteiro Lobato (Sub-região I); Taubaté, Santo Antônio do Pinhal e Pindamonhangaba (Sub-região II); Roseira e Cachoeira Paulista (Sub-região III). Nove municípios apresentaram risco médio alto (entre 50% e 75%). Em dezessete municípios o risco foi abaixo da média. O menor risco foi encontrado, principalmente, em municípios da Sub-região III e Sub-região IV.

4.4 Análise da associação espacial e autocorrelação espacial entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e determinantes geográficos na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP

Neste capítulo, o objetivo é realizar a análise da associação espacial entre a incidência de casos e determinantes geográficos da doença na região. Também realizamos a análise da autocorrelação espacial entre cada determinante geográfico e a taxa de incidência suavizada de dengue, durante o período entre 2007 e 2018.

Diversos autores realizaram análise espacial da autocorrelação espacial de variáveis e entre as variáveis e a incidência de dengue. Mendes (2016) utiliza o Índice de Moran Global para investigar a autocorrelação espacial entre os casos de dengue, os tipos de uso do solo e a influência dos pontos estratégicos no município de Campinas - SP. Adamczyk e Fahl (2017) e Johansen et al. (2016) realizaram estudo da autocorrelação espacial entre duas variáveis: IDHM e a taxa de incidência de dengue. Costa et al. (2018), realizaram estudo sobre a dengue, e concluem que há correlação espacial positiva entre três arboviroses (dengue, chikungunya e zika) e a densidade populacional.

Honorato et al. (2014) analisou a dengue e o efeito espacial de variáveis relacionadas aos seguintes determinantes: lixo, água, renda e alfabetização. Para o autor, as covariáveis que explicaram melhor o risco do dengue foram o destino inadequado dado ao lixo e a renda mensal abaixo de três salários mínimos. Resultado semelhante foi encontrado por Costa e Natal (1998), que apontaram a

relação entre a dengue e duas variáveis: a inadequada coleta de lixo e ausência de rede de esgoto, em estudo realizado em São José do Rio Preto (SP).

Para Barcellos et al. (2005), que realizaram estudo sobre a ocorrência de dengue em Porto Alegre (RS), a renda foi a única variável que explicou a distribuição espacial da doença. Segundo Machado et al. (2009) foi constatada baixa correlação entre determinantes geográficos (coleta de lixo, alfabetização, renda, densidade populacional, entre outros) e o risco de dengue no município de Nova Iguaçu - RJ.

Zheng et al. (2019) analisaram características espaço-temporais e principais fatores de influência da dengue, onde foram utilizadas quatro variáveis socioeconômicas: uso da terra, população, densidade de estradas e PIB. Para os autores, os fatores socioeconômicos têm maior influência que os fatores ambientais na disseminação da dengue.

Almeida et al. (2009) investigou a correlação entre casos de dengue e variáveis socioeconômicas e ambientais no Rio de Janeiro - RJ. Os autores afirmam que problemas relacionados ao saneamento básico (percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral e percentual de domicílios com lavadora de roupas) e a alta densidade demográfica, contribuem decisivamente para o aumento do risco da doença.

Gomes et al. (2017) analisaram a influência do espaço e das variáveis ambientais e socioeconômicas na taxa de incidência da dengue e concluem que Produto Interno Bruto (PIB) e a densidade populacional são variáveis relacionadas ao aumento da incidência de dengue.

Neste trabalho realizamos a análise da autocorrelação espacial em duas etapas. Na primeira etapa, são apresentados os resultados da análise do Índice de Moran Global Univariado para cada determinante geográfico escolhido, listado a seguir: Densidade Demográfica (2010), IDHM (2010), Renda per Capita (2010), Atendimento de Água (2015), Coleta e Tratamento de Esgoto (2010) e Coleta de Lixo (2010).

A seguir, na segunda etapa, foram utilizados os dados produzidos a partir do cálculo da taxa de Incidência de dengue suavizada bayesiana e os dados de cada determinante geográfico, para calcular o Índice de Moran Global Bivariado. Como resultado, foi produzido um gráfico que apresenta a autocorrelação entre a incidência de dengue suavizada e cada determinante geográfico, para o período total da série histórica (entre 2007 e 2018) e para cada ano do período de estudo

(2007 a 2018). Serão apresentados os gráficos e mapas produzidos a partir da aplicação do Índice de Moran Local com autocorrelação significativa.

4.4.1 Análise da autocorrelação de cada determinante geográfico na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Apresentamos a seguir os resultados da análise da autocorrelação espacial de cada determinante geográfico. Na Tabela 6, são apresentados os resultados da análise do Índice de Moran Global Univariado para cada um dos determinantes escolhidos.

Tabela 6 - Índice de Moran Global Univariado dos determinantes socioeconômicos e ambientais da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

Indicadores	I Moran Global Univariado	<i>p-value</i>
Densidade Demográfica (2010)	0.087	0.1330
IDHM (2010)	0.214	0.0210
Renda per Capita (2010)	0.215	0.0150
Atendimento de Água (2015)	-0.126	0.1540
Coleta e Trat. de Esgoto (2010)	-0.130	0.1470
Coleta de Lixo (2010)	-0.235	0.0050

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de EMPLASA (2018).

O cálculo do Índice de Moran Global Univariado foi realizado no software GeoDa 1.18.0. Foi constatada associação espacial positiva para a DD (0.087), IDHM (0.214) e a RPC (0.215). Foi constatada associação espacial negativa para o IAA (-0.126), ICTE (-0.130) e ICL (-0.235).

Em relação aos resultados, destacamos os indicadores que apresentaram associação espacial positiva, com valor de *p-value* significativo: IDHM e RPC. O resultado desses dois indicadores significa que municípios com valores elevados de renda e IDHM estão próximos de municípios que também apresentam valores elevados. E municípios que possuem valores baixos destes dois indicadores, são cercados por municípios com valores baixos.

Apresentamos a seguir, o gráfico resultante do cálculo do Índice de Moran Global Univariado e o mapa elaborado a partir do Índice de Moran Local Univariado do IDHM. Como apresentado, foi constatada associação espacial positiva de 0,214 para o IDHM (p -value: 0.0210), conforme o gráfico a seguir (Figura 34). Esses valores e a forma como os municípios (pontos) estão distribuídos no gráfico, constata a autocorrelação entre o IDHM dos municípios da RMVP. Doze municípios estão agrupados no quadrante superior direito (alto-alto), desse grupo dez municípios fazem parte da área chamada de Eixo Urbano Estruturante. Doze municípios estão agrupados no quadrante inferior esquerdo (baixo-baixo), sendo oito localizados na unidade territorial Alto Paraíba(Vale Histórico), quatro estão localizados no Eixo Urbano Estruturante(sendo dois deles localizados na microrregião Serra da Mantiqueira). Portanto, estes municípios apresentam baixo IDHM e estão cercados de municípios na mesma faixa de desenvolvimento humano.

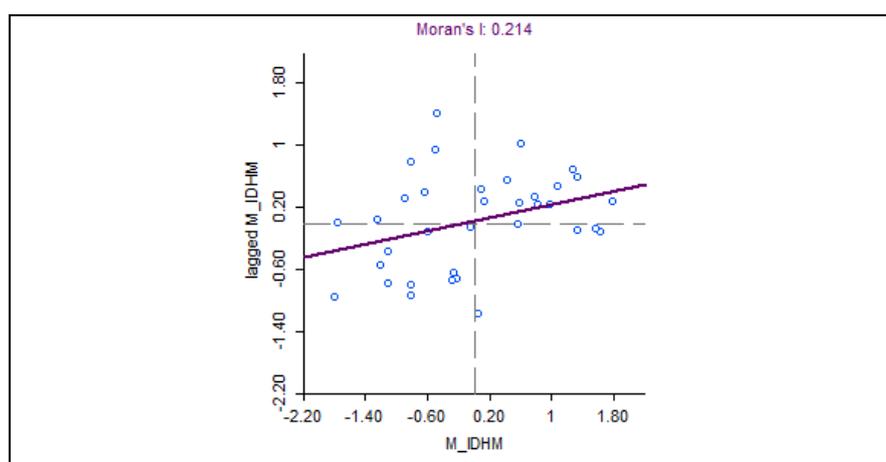


Figura 34 - Gráfico do Índice de Moran Global Univariado - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP.

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de IBGE (2018).

No mapa resultante do cálculo do Índice de Moran Local Univariado - IDHM, dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba em 2010 (Figura 35) é possível constatar a formação de um agrupamento alto-alto do IDHM no município de Piquete (Sub-região III). Também foi identificado um agrupamento baixo-baixo do IDHM, formado pelos seguintes municípios: Natividade da Serra e

São Luiz do Paraitinga (Sub-região II); São José do Barreiro e Areias (Sub-região IV).

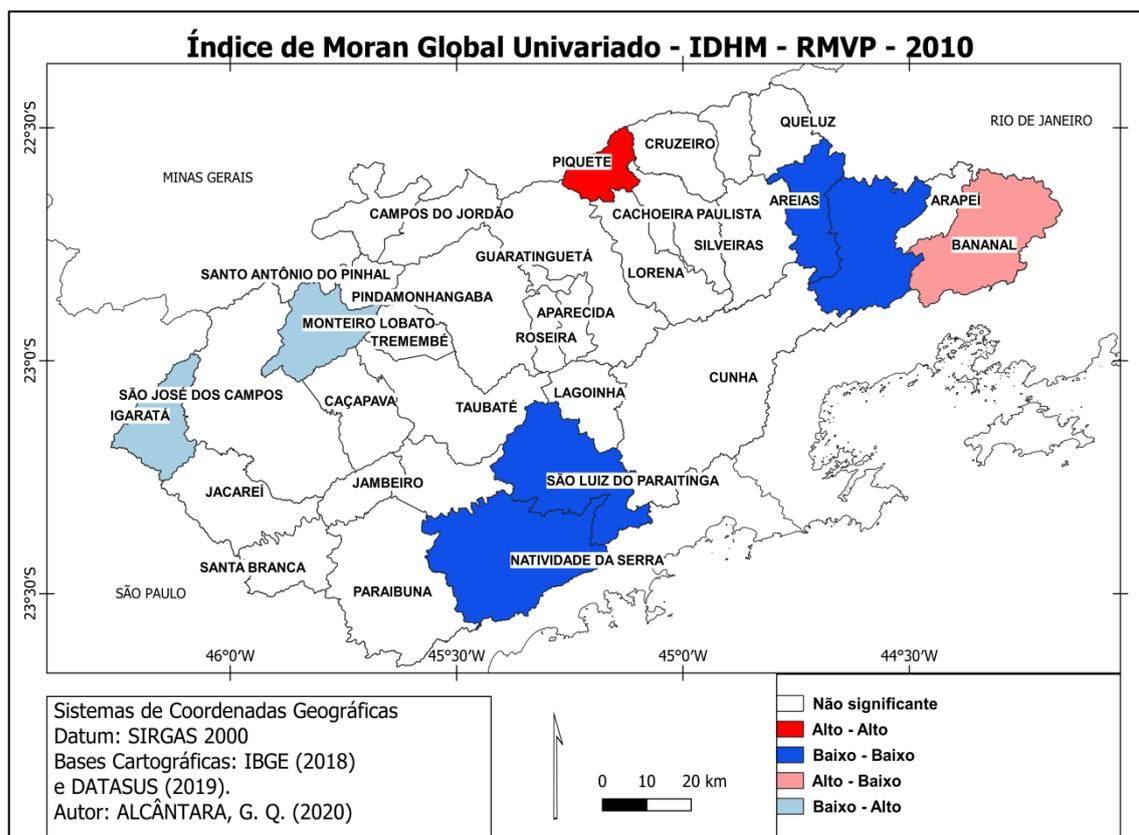


Figura 35 - Mapa do Índice de Moran Global Univariado - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP.

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de IBGE (2018).

Apresentamos a seguir o gráfico resultante do cálculo do Índice de Moran Global Univariado e o mapa elaborado a partir do Índice de Moran Local Univariado da RPC.

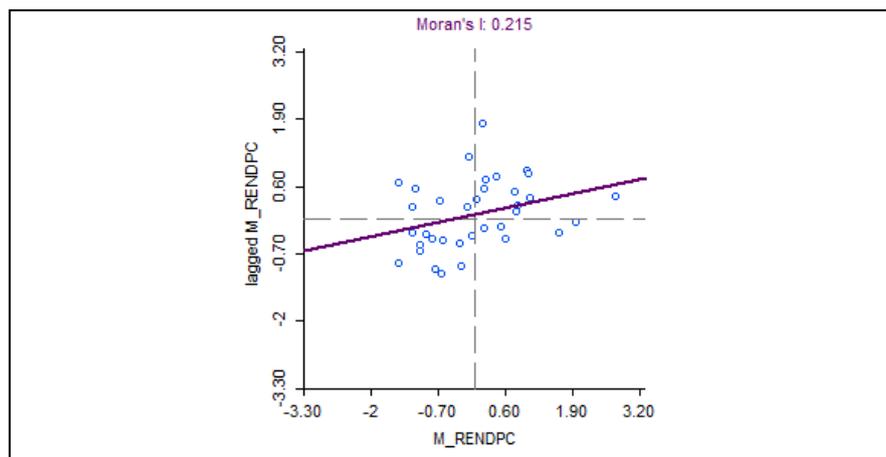


Figura 36 - Gráfico do Índice de Moran Global Univariado - Renda per Capita (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP.

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de IBGE (2018).

Conforme observado no gráfico (Figura 36) foi constatada associação espacial positiva de 0,215 para RPC (*p-value*: 0.0150). Esse valor constata a autocorrelação entre a RPC dos municípios da RMVP. Conforme observado, doze municípios da região estão agrupados no quadrante superior direito (alto-alto). Ou seja, possuem RPC elevada e estão cercados por municípios com alto valor médio de RPC, eles estão localizados na Sub-região I (seis municípios), Sub-região II (dois municípios) e Sub-região III (quatro municípios). Dez desses municípios fazem parte do Eixo Urbano Estruturante.

Doze municípios estão agrupados no quadrante inferior esquerdo (baixo-baixo). Possuem baixa RPC e estão rodeados de municípios que também apresentam baixa RPC. Nove fazem parte da unidade territorial Alto Paraíba (Vale Histórico), três estão localizados no Eixo Urbano Estruturante (sendo um deles localizado na microrregião Serra da Mantiqueira).

O valor do Índice de Moran Global Univariado e a forma como os municípios (pontos) estão distribuídos no gráfico, constata a autocorrelação espacial entre a RPC dos municípios da RMVP.

No mapa a seguir (Figura 37) apresentamos o resultado do cálculo do Índice de Moran Global Univariado da RPC dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba em 2010. É possível constatar a formação de um agrupamento alto-alto (alta RPC) formado pelos seguintes municípios: Igaratá, Jacareí e

Caçapava (Sub-região I). E um agrupamento baixo-baixo, formado por: Queluz, Areias e São José do Barreiro (Sub-região IV).

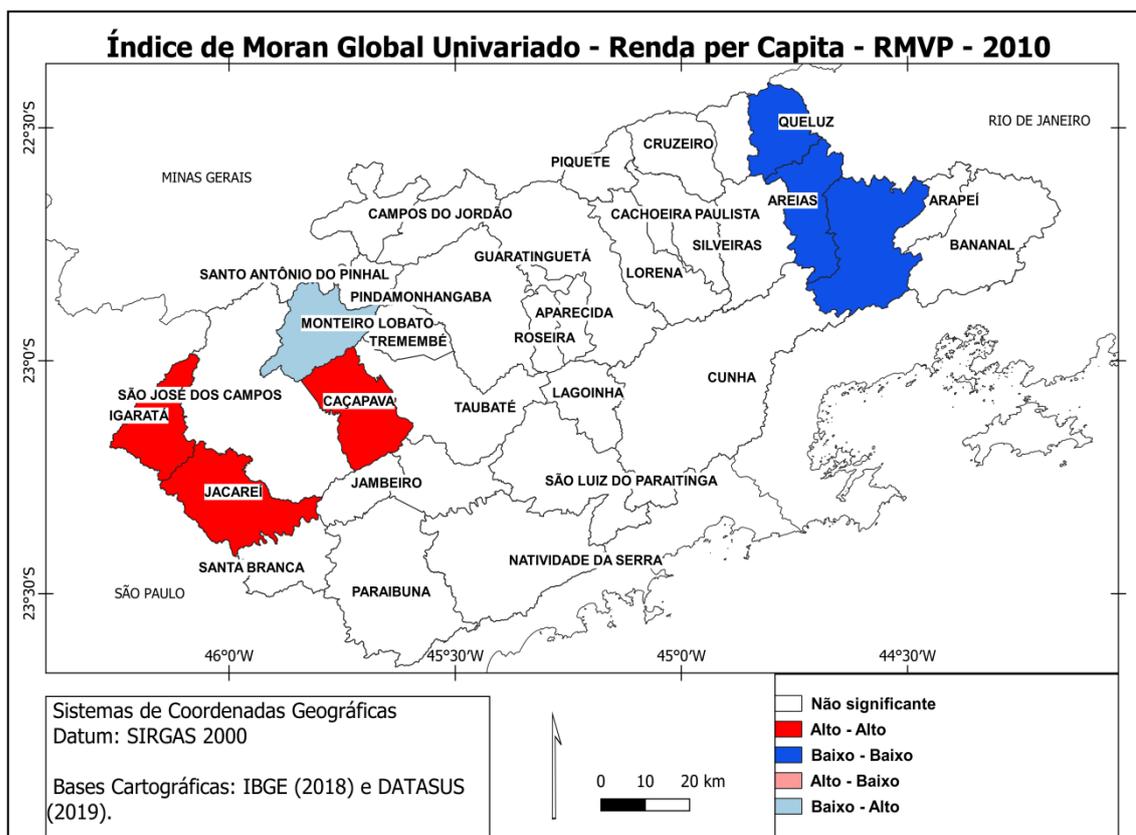


Figura 37 - Mapa do Índice de Moran Global Univariado - Renda per Capita (2010) dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP.

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de IBGE (2018).

4.4.2 Análise da associação espacial entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e a densidade demográfica (2010)

Neste capítulo iremos apresentar os resultados do cálculo do Índice de Moran Global Bivariado e do Índice de Moran Local Bivariado aplicados a taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (IDSB) e Densidade Demográfica (DD).

O gráfico a seguir (Figura 38) apresenta o resultado do cálculo do Índice de Moran Global Bivariado e a relação entre as duas variáveis (IDSB e DD) durante a série histórica (2007 e 2018).

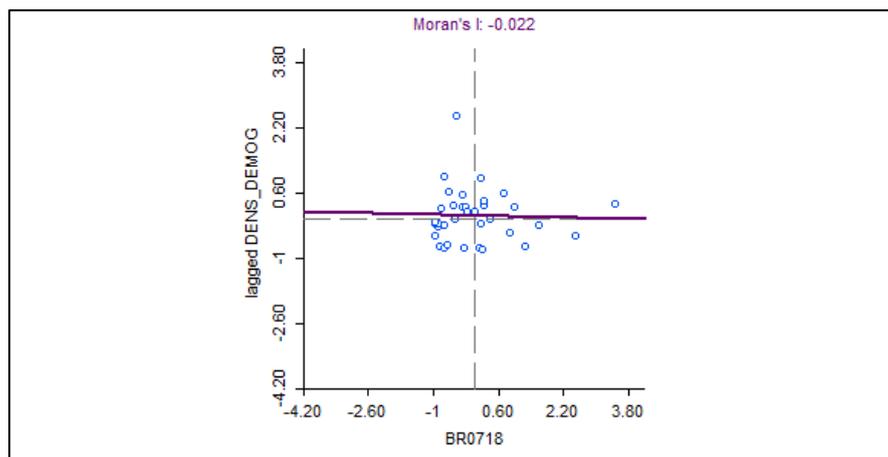


Figura 38 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Densidade Demográfica (2010).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMPLASA (2018), IBGE (2018).

Ao analisar a correlação espacial entre a IDSB e a DD na RMVP, no período entre 2007 e 2018, não foi constatada correlação entre os dois fatores, pois o Índice de Moran Global foi de: - 0,022. Portanto, o valor é próximo a 0 e indica distribuição espacial aleatória. O *p-value* foi 0.4890, deste modo não é significativo. Em apenas seis municípios, há elevada IDSB e alta DD.

Em relação ao cálculo do Índice de Moran Local (Figura 39) das duas variáveis (IDSB e DD), foi constatado um agrupamento "alto-alto" no município de Roseira. Foram identificados dois agrupamentos "baixo-baixo". O primeiro é formado pelos municípios de Paraíbuna (Sub-região I) e Natividade da Serra (Sub-região II). O segundo agrupamento é formado pelos municípios de Areias e São José do Barreiro (Sub-região IV).

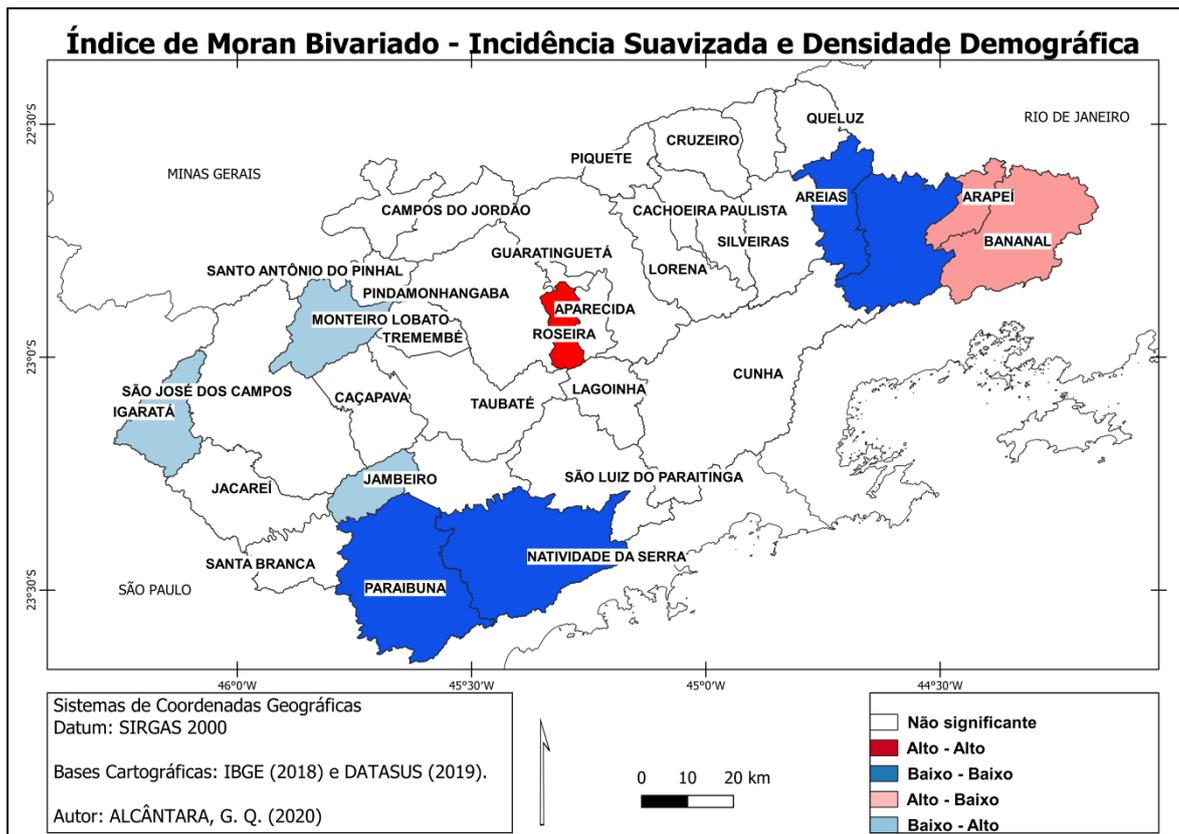


Figura 39 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Densidade Demográfica 2007 - 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

A seguir são apresentados os resultados do cálculo do Índice de Moran Global Bivariado da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e da Densidade Demográfica (2010), para cada ano do período de estudo (entre 2007 e 2018) (Tabela 7).

Tabela 7 - Índice de Moran Local Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Densidade Demográfica (2010) da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018)

Ind. \ Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012
I. Moran	0.007	0.289	0.186	0.018	-0.053	0.058
Ind. \ Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018
I. Moran	-0.130	0.058	0.023	0.078	0.129	0.352

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

Ocorreu correlação significativa nos seguintes anos: 2008 (0.289), 2009 (0.186), 2017 (0.129) e 2018 (0.352). Ocorreu baixa correlação positiva nos anos de 2007 (0.007), 2010 (0.018), 2012 (0.058), 2014 (0.058), 2015 (0.023) e 2016 (0.078). Foi constatada correlação negativa significativa ($p\text{-value} \leq 0.05$) em 2013 (-0.130).

O resultado do Índice de Moran Global Bivariado da IDSB e da DD mostra que não ocorreu correlação entre elas. Em relação ao Índice de Moran Local Bivariado da IDSB e da DD para o período total de estudo (2007 a 2018). Há relação entre as duas variáveis apenas nos quatro anos que foram registrados correlação positiva e com $p\text{-value}$ significativo, a seguir: 2008 (0.289 $p\text{-value}$: 0.0010), 2009 (0.186 $p\text{-value}$: 0.0100), 2017 (0.129 $p\text{-value}$: 0.0490) e 2018 (0.352 $p\text{-value}$: 0.0010). Portanto, só ocorreu correlação nos anos que registraram as menores taxas de incidência de dengue da série histórica.

Os resultados deste estudo para toda a série histórica (2007 a 2018) e para oito anos do período de estudo, são diferentes dos resultados obtidos em outros estudos que apontaram correlação entre as variáveis. Costa et al. (2018) afirmam que a alta densidade populacional é importante na transmissão do vírus da dengue e que pessoas que vivem em áreas urbanas são mais suscetíveis à doença. Cox et al. (2007); Espinosa et al. (2016); Telle et al. (2016), afirmam que a presença de *Aedes Aegypti* foi maior nas áreas urbanas com alta densidade populacional. Schmidt et al. (2011) e Hu et al. (2012) também indicaram correlação entre maior incidência de dengue e alta densidade populacional.

4.4.3 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010)

Nesse capítulo iremos apresentar os resultados do cálculo do Índice de Moran Global Bivariado e do Índice de Moran Local Bivariado aplicados a taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (IDSB) e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). Como resultado, esperasse uma correlação negativa, onde uma elevada taxa de IDSB esteja relacionada a um baixo IDHM.

No entanto, não foi o que se constatou no período entre 2007 e 2018 (Figura 40). Pois ocorreu pequena correlação positiva (0.084) entre a IDSB e o IDHM. Portanto, o valor é próximo a 0 e indica distribuição espacial aleatória. O *p-value* foi de 0.1310, resultado pouco significativo. Em sete municípios, há alta IDSB e baixo IDHM.

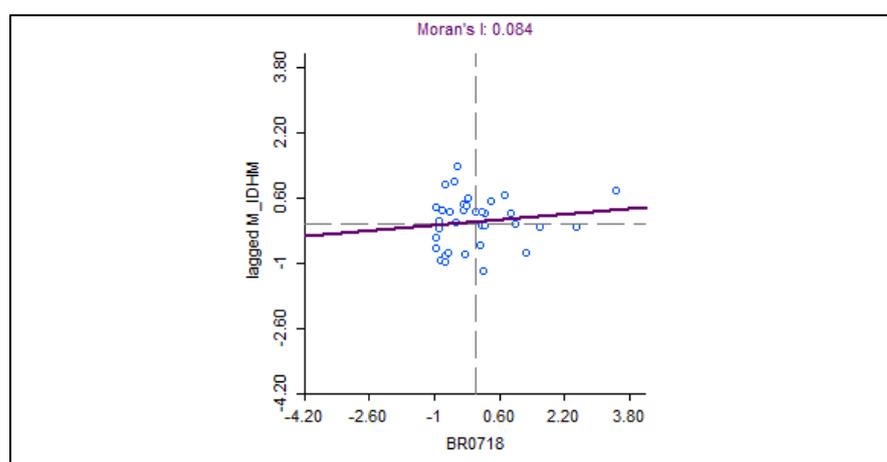


Figura 40 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMPLASA (2018), IBGE (2018).

A seguir (Figura 41), é apresentado o Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de IDSB (2007 - 2018) e IDHM (2010). Como é possível observar, apenas no município de Bananal ocorreu significância estatística e foi constatado um agrupamento alto-baixo. Foi constatado um agrupamento baixo-alto, que consiste em municípios com baixo IDSB e cercados por municípios com alto IDHM, em:

significativa ($p\text{-value} \leq 0.05$) nos anos de 2008 (0.259 com $p\text{-value}$: 0.0030), 2009 (0.133 com $p\text{-value}$: 0.0490) e 2018 (0.287 com $p\text{-value}$: 0.0010).

Tabela 8 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (2010) da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).

Ind. \ Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012
I. Moran	0.048	0.259	0.133	0.039	0.110	0.122
Ind. \ Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018
I. Moran	-0.050	0.059	0.034	0.107	0.099	0.287

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMPLASA (2018), IBGE (2018).

Portanto, por conta do baixo Índice de Moran Global Bivariado (0.084) entre a IDSB e o IDHM para o período total de estudo (2007 a 2018) e em quase todos os anos entre 2007 e 2018, é possível afirmar que não há relação entre elevada IDSB e baixo IDHM, ou entre baixa IDSB e elevado IDHM. Nos anos de 2008, 2009 e 2018, ocorreu correlação positiva, ou seja, foi identificado agrupamento de municípios com alta IDSB e elevado IDHM. A correlação positiva ocorreu em anos com baixa incidência de dengue.

4.4.4 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e a renda per capita (2010)

Neste capítulo, são apresentados resultados sobre o cálculo do Índice de Moran Global Bivariado e do Índice de Moran Local Bivariado, aplicados a taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (IDSB) e a Renda per Capita (RPC). Como resultado, esperasse correlação negativa, com números elevados de IDSB e números baixos de RPC.

No entanto, não foi constatada associação espacial entre as duas variáveis, ao analisarmos os dados dos municípios da RMVP, no período entre 2007 e 2018. Conforme podemos observar no Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: IDSB (2007 a 2018) e RPC (2010) (Figura 42), ocorreu pequena

correlação negativa (-0.011) entre a IDSB e a RPC, o *p-value* foi de 0.4770 (> 0.05 não significativo).

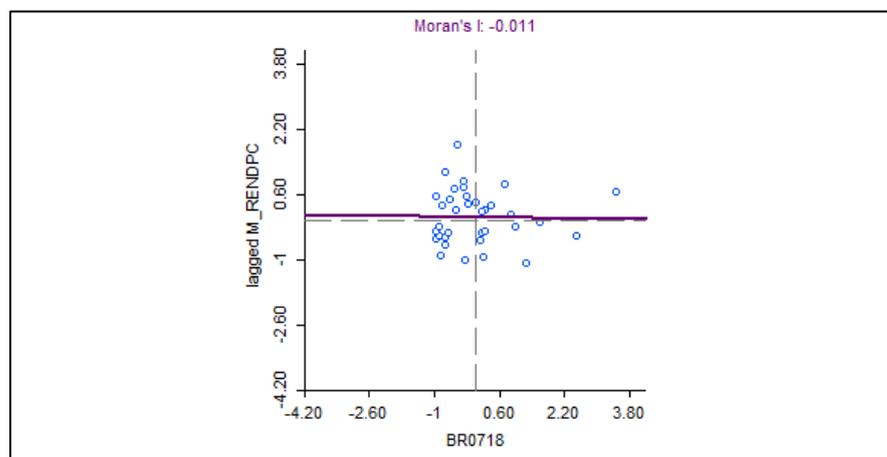


Figura 42 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Renda per Capita (2010).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMPLASA (2018), IBGE (2018).

Em apenas sete municípios, foi encontrada alta IDSB e baixa RPC, conforme o gráfico apresentado (Figura 42).

No entanto, conforme podemos observar no mapa a seguir (Figura 43) apenas no município de Queluz (Sub-região IV) foi registrada significância estatística e foi identificado um cluster alto-baixo. Foi identificado um agrupamento baixo-alto, com baixa IDSB e elevada RPC, ele é formado pelos seguintes municípios: Igaratá, São José dos Campos, Caçapava e Monteiro Lobato (Sub-região I). Foi identificado um agrupamento com baixa IDSB e baixa RPC, formado por Areias e Lavrinhas (Sub-região IV).

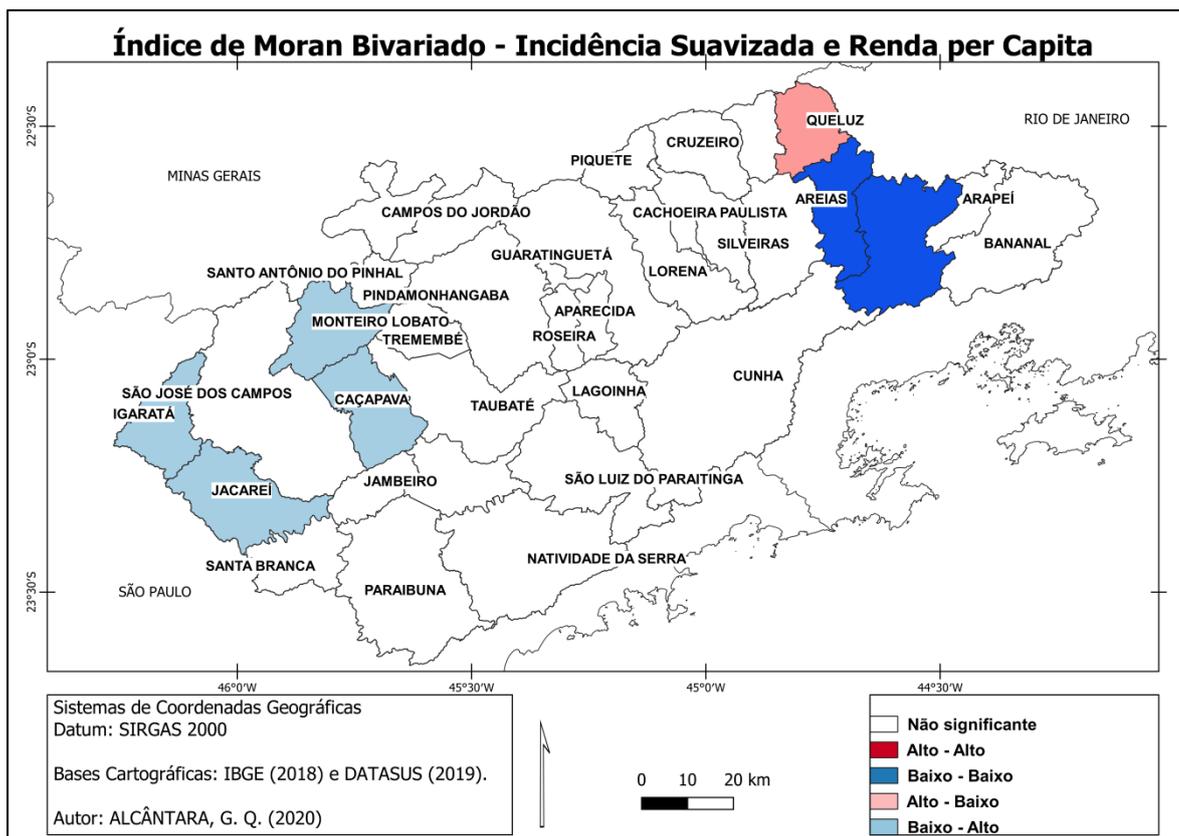


Figura 43 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 - 2018) e Renda per Capita (2010).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

Na tabela a seguir (Tabela 9) são apresentados o Índice de Moran Global Bivariado: ISDB e RPC de cada ano de estudo (entre 2007 e 2018).

Tabela 9 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Renda per Capita (2010) da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).

Ind. \ Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012
I. Moran	-0.035	0.328	0.177	0.076	0.038	0.068
Ind. \ Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018
I. Moran	-0.155	0.078	-0.003	0.120	0.190	0.357

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

A partir dos números apresentados é possível constatar pequena correlação negativa (não significativa, p -value: >0.05) em 2007 (-0.046 com p -value: 0.3170) e 2015 (-0.001 com p -value: 0.4840). Ocorreu correlação negativa significativa (-0,155) apenas no ano de 2013 (p -value: 0.0200). Nos demais anos, foi constatada correlação positiva entre alta IDSB e elevada RPC, sendo significativa nos seguintes anos: 2008 (0.328 p -value: 0.0010), 2009 (0.177 p -value: 0.012000), 2017 (0.190 p -value: 0.0160), 2018 (0.357 p -value: 0.0010).

Portanto, por conta do baixo Índice de Moran Global Bivariado (-0.011) entre a IDSB e a RPC para o período total de estudo (2007 a 2018), e em quase todos os anos entre 2007 e 2018 (com exceção de 2013), podemos afirmar que não há relação entre elevada IDSB e baixa RPC, ou entre baixa IDSB e elevada RPC na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP. Nos anos de 2008, 2009, 2017 e 2018, ocorreu correlação positiva, ou seja, foi identificado agrupamento de municípios com alta IDSB e elevada RPC. A correlação positiva ocorreu em anos com baixa incidência de dengue.

4.4.5 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e o indicador de atendimento de água(2015)

Neste capítulo são apresentados resultados do cálculo do Índice de Moran Global Bivariado e do Índice de Moran Local Bivariado aplicados a taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (IDSB) e o indicador de Atendimento de Água (IAA). Como resultado, esperasse uma correlação negativa, onde uma elevada taxa de IDSB esteja relacionada a um baixo percentual de IAA.

A análise do Índice de Moran Global Bivariado entre as duas variáveis, relacionado ao período de estudo (entre 2007 e 2018), resultou em baixa correlação positiva (0.102), com p -value: 0.0820 (>0.05 não significativo) (Figura 44).

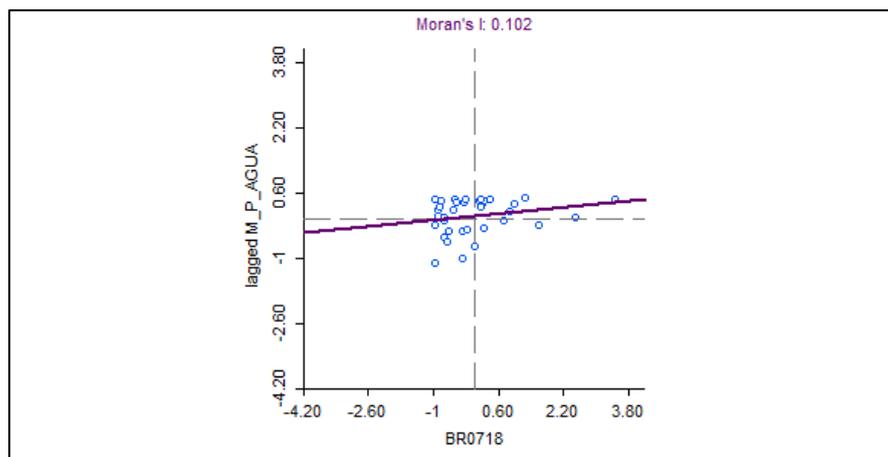


Figura 44 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesianamente (2007 a 2018) e Indicador de Atendimento de Água (2015).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

Conforme é possível observar no gráfico do Índice de Moran Global Bivariado, em quatro municípios da RMVP foi constatada alta IDSB e baixo percentual de IAA, são eles: São José dos Campos (Sub-região I); Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba (Sub-região II).

Em onze municípios foi constatada baixa IDSB e elevado IAA, são eles: Santo Antônio do Pinhal, Santa Branca e Igaratá (Sub-região I); São Luiz do Paraitinga, Lagoinha, Redenção da Serra (Sub-região II); Piquete e Cunha (Sub-região III); São José do Barreiro, Silveiras e Areias (Sub-região IV).

No mapa a seguir (Figura 45), resultado do cálculo do Índice de Moran Local Bivariado para as duas variáveis (IDSB e IAA), foi constatado apenas um agrupamento baixo-alto, formado pelo município de Cunha (Sub-região III).

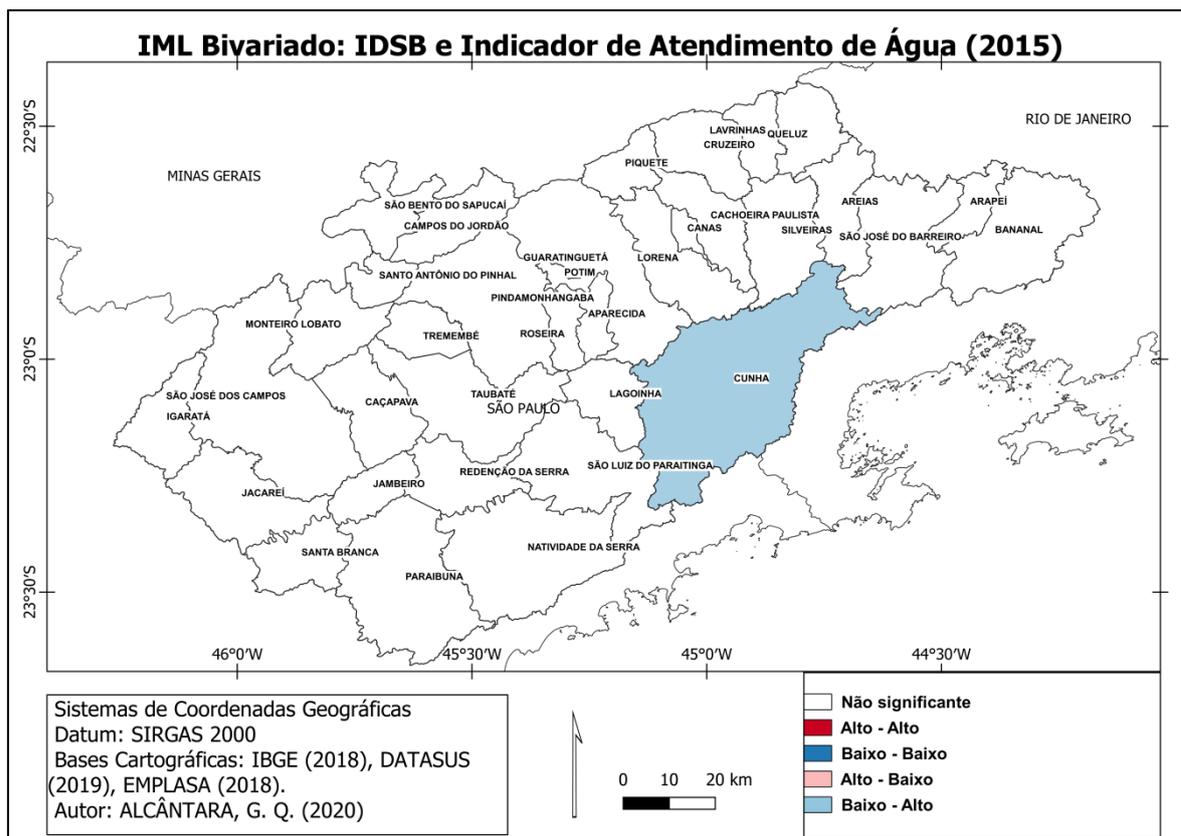


Figura 45 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Indicador de Atendimento de Água (2015).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

A seguir apresentamos a análise do Índice de Moran Local Bivariado, calculado a partir do IDSB e IAA (Tabela 10), de cada ano do período de estudo.

Tabela 10 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Indicador de Atendimento de Água da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).

Ind. \ Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012
I. Moran	0.076	-0.081	0.012	-0.054	-0.003	0.097
Ind. \ Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018
I. Moran	0.043	-0.031	0.133	-0.018	-0.098	-0.045

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

Foi identificada baixa associação espacial negativa entre as variáveis (IDSB e IAA) em sete anos: 2008 (-0.081 *p-value*: 0.10400); 2010 (-0.024 *p-value*: 0.2350); 2011 (-0.003 *p-value*: 0.4640); 2014 (-0.031 *p-value*: 0.3400); 2014 (-0.031 *p-value*: 0.3400); 2016 (-0.018 *p-value*: 0.3560); 2017 (-0.098 *p-value*: 0.0870); 2017 (-0.045 *p-value*: 0.2390). No entanto, conforme os valores de *p-value* apresentados, o IMG para cada ano não foi significativo. Em cinco anos ocorreu correlação positiva, mas somente em 2015 (0.133 *p-value*: 0.0370) o índice foi significativo, indicando correlação entre alta IDSB e elevado IAA. Conforme os dados analisados na série histórica (2007 a 2018), não há correlação entre alto IDSB e baixo IAA.

4.4.6 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e o indicador de coleta e tratamento de esgoto (2010)

Neste capítulo são apresentados resultados do cálculo do Índice de Moran Global Bivariado e do Índice de Moran Local Bivariado aplicados a taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (IDSB) e o indicador de coleta e tratamento de esgoto (ICTE). Como resultado, esperasse uma correlação negativa, onde uma elevada taxa de IDSB esteja relacionada a um baixo percentual de ICTE.

A análise do Índice de Moran Global Bivariado entre as duas variáveis (IDSB e ICTE), relacionado ao período de estudo (entre 2007 e 2018), resultou em baixa correlação positiva (0.115), com *p-value*: 0.0650 (>0.05 não significativo) (Figura 46).

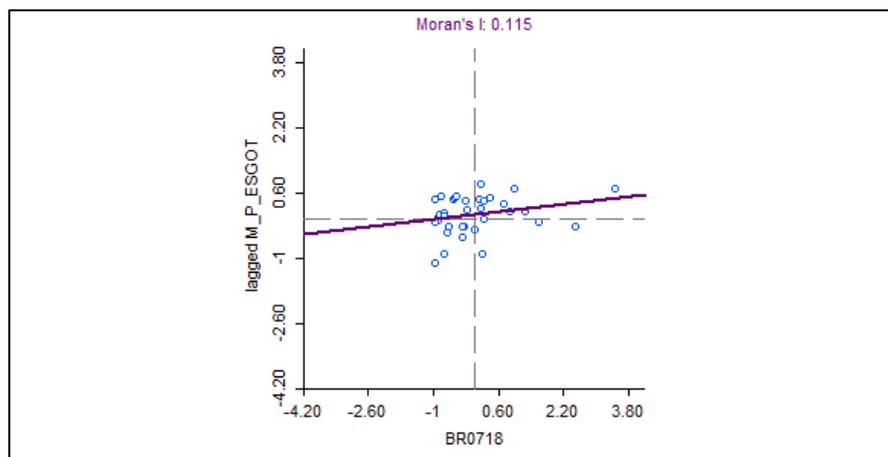


Figura 46 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto (2010).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMPLASA (2018), IBGE (2018).

Conforme é possível observar no gráfico do Índice de Moran Global Bivariado, em cinco municípios da RMVP foi constatada alta IDSB e baixo ICTE, são eles: São José dos Campos (Sub-região I); Taubaté e Pindamonhangaba (Sub-região II); Cruzeiro e Bananal (Sub-região IV).

Em onze municípios foi constatada baixa IDSB e elevado percentual de ICTE, são eles: Igaratá, Santa Branca, Monteiro Lobato, (Sub-região I); São Luiz do Paraitinga, Lagoinha, Redenção da Serra (Sub-região II); Canas, Piquete e Cunha (Sub-região III); Silveiras e Areias (Sub-região IV). No entanto, não há significância estatística (p -value: 0.0650).

No mapa a seguir (Figura 47), resultado do cálculo do Índice de Moran Local Bivariado para as duas variáveis (IDSB e ICTE), foi constatado apenas um agrupamento com alta IDSB e alto percentual de ICTE no centro da região, formado pelos municípios de Roseira, Potim e Aparecida (Sub-região III). Resultado que indica baixa correlação entre elevada IDSB e baixo percentual de ICTE.

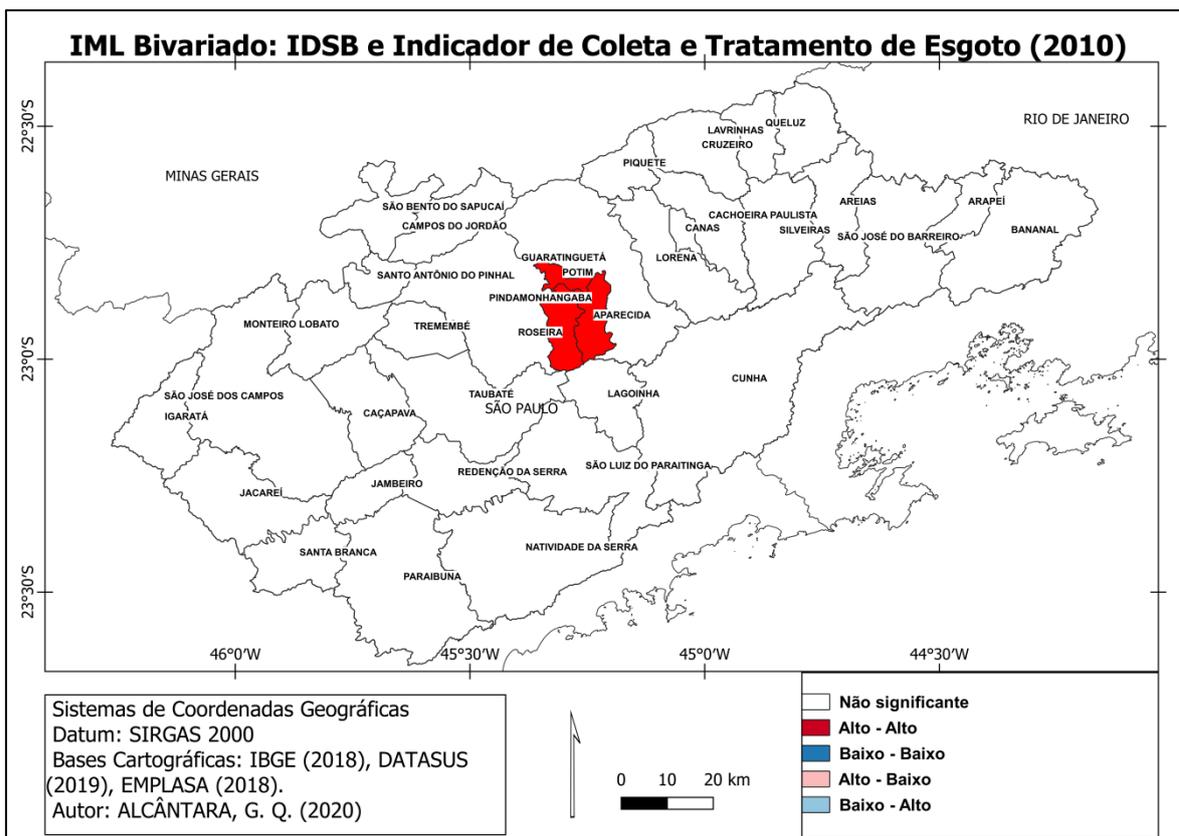


Figura 47 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 - 2018) e Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto (2010).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

A seguir apresentamos a análise do Índice de Moran Local Bivariado, calculado a partir do IDSB e ICTE (Tabela 11), de cada ano do período de estudo.

Tabela 11 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).

Ind. \ Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012
I. Moran	0.111	-0.029	0.054	-0.037	0.033	0.139
Ind. \ Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018
I. Moran	-0.020	0.027	0.129	0.051	-0.050	0.063

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

Foi identificada baixa associação espacial negativa entre as variáveis em quatro anos, são eles: 2008 (-0.029 *p-value*: 0.3020); 2010 (-0.0370 *p-value*: 0.2910); 2013 (-0.020 *p-value*: 0.3470); 2017 (-0.050 *p-value*: 0.2660). No entanto, como podemos observar a partir dos dados de *p-value*, os valores não foram significativos. Em oito anos ocorreu correlação positiva, são eles: 2007 (0.111 *p-value*: 0.0700); 2009 (0.054 *p-value*: 0.2700); 2011 (0.033 *p-value*: 0.2900); 2012 (0.139 *p-value*: 0.0140); 2014 (0.027 *p-value*: 0.3520); 2015 (0.129 *p-value*: 0.0350); 2016 (0.051 *p-value*: 0.2550); 2018 (0.063 *p-value*: 0.2170). No entanto, os valores só foram significativos em 2012 e em 2015. Nestes dois anos ocorreu correlação entre alta IDSB e elevada porcentagem de ICTE. Conforme os dados analisados na série histórica (2007 a 2018), não há correlação entre alto IDSB e baixo indicador de ICTE.

4.4.7 Análise da autocorrelação entre a taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e o indicador de coleta de lixo (2010)

Neste capítulo são apresentados resultados do cálculo do Índice de Moran Global Bivariado e do Índice de Moran Local Bivariado aplicados a taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (IDSB) e o Indicador de Coleta de Lixo (ICL). Como resultado, esperasse uma correlação negativa, onde uma elevada taxa de IDSB esteja relacionada a um baixo ICL.

A análise do Índice de Moran Global Bivariado entre as duas variáveis (IDSB e ICL), relacionado ao período de estudo (entre 2007 e 2018), resultou em baixa correlação positiva (0.047), com *p-value*: 0.2960 (>0.05 não significativo) (Figura 48).

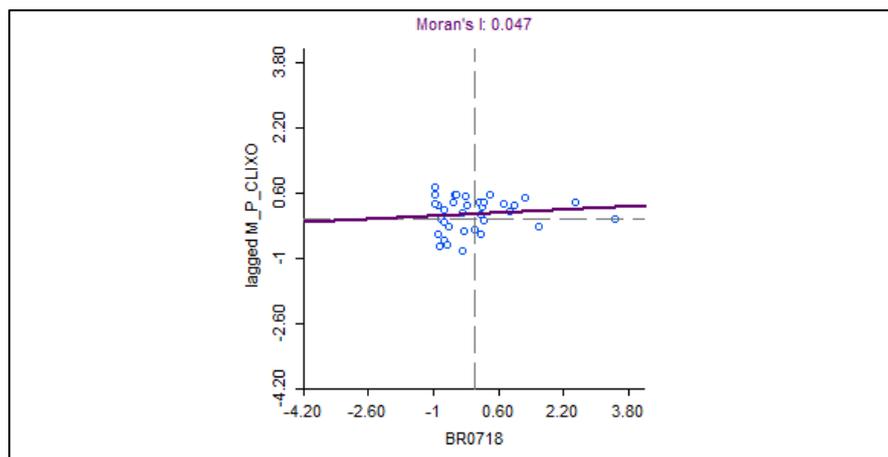


Figura 48 - Gráfico do Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 a 2018) e Indicador de Coleta de Lixo (2010).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMPLASA (2018), IBGE (2018).

Conforme é possível observar no gráfico do Índice de Moran Global Bivariado, em cinco municípios da RMVP foi constatada alta IDSB e baixo ICL, são eles: São José dos Campos (Sub-região I); Taubaté (Sub-região II); Guaratinguetá e Potim (Sub-região III); Lavrinhas (Sub-região IV).

Em onze municípios foi constatada baixa IDSB e elevado ICL, são eles: Igaratá, Santa Branca, Monteiro Lobato, Caçapava (Sub-região I); Campos do Jordão, Redenção da Serra, Santo Antônio do Pinhal e São Bento do Sapucaí (Sub-região II); Canas, Piquete e Cunha (Sub-região III). No entanto, não há significância estatística (p -value: 0.2960).

No mapa a seguir (Figura 49), resultado do cálculo do Índice de Moran Local Bivariado para as duas variáveis (IDSB e ICL), foi constatado agrupamento baixo-alto, formado pelos seguintes municípios: São Bento do Sapucaí e Redenção da Serra (Sub-região II); Cunha (Sub-região III). Esse resultado indica que há baixo IDSB e elevado ICL nos municípios identificados.

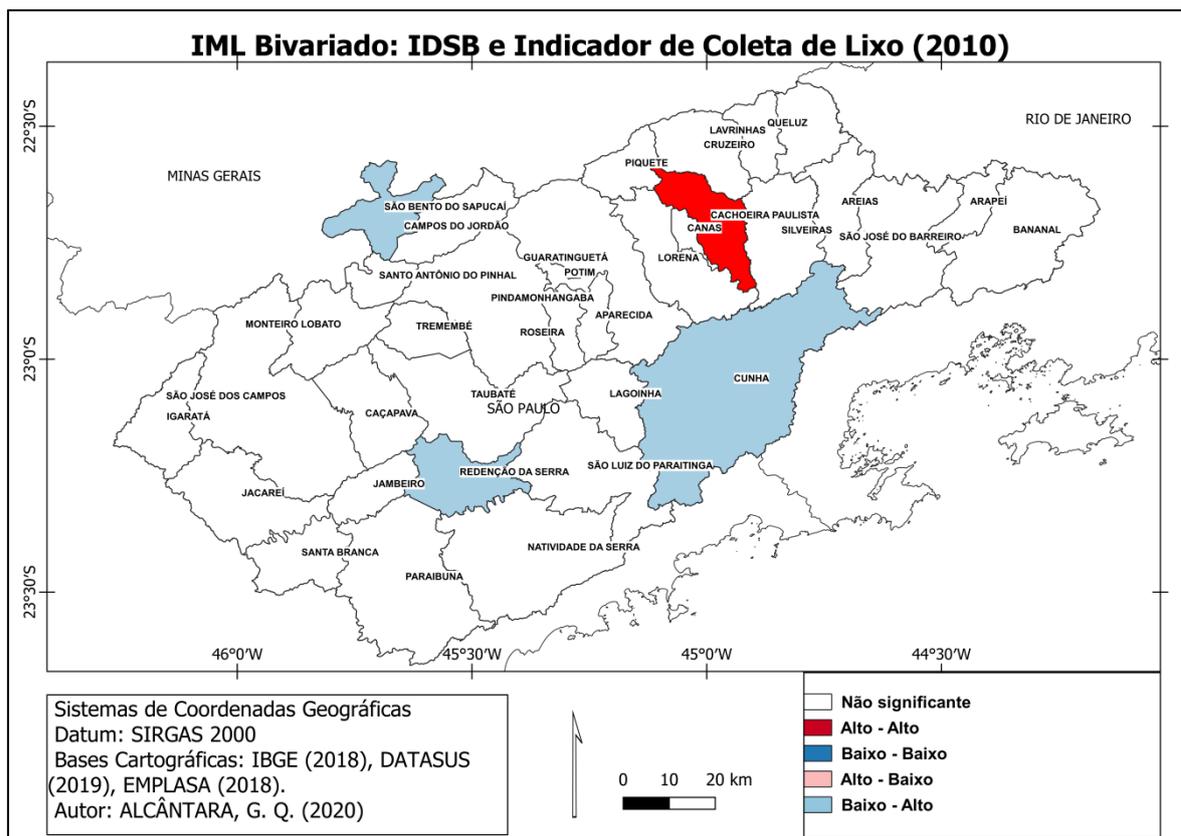


Figura 49 - Mapa do Índice de Moran Local Bivariado: Taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (2007 - 2018) e Indicador de Coleta de Lixo (2010).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

A seguir apresentamos a análise do Índice de Moran Local Bivariado, calculado a partir do IDSB e ICL (Tabela 12), de cada ano do período de estudo.

Tabela 12 - Índice de Moran Global Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e Indicador de Coleta de Lixo da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018) (2007 a 2018).

Ind. \ Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012
I. Moran	0.049	-0.049	-0.059	-0.023	0.036	-0.011
Ind. \ Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018
I. Moran	0.059	0.003	0.041	0.042	-0.038	0.028

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMLASA (2018), IBGE (2018).

Foi identificada baixa associação espacial negativa entre as variáveis em cinco anos: 2008 (-0.049 *p-value*: 0.2420); 2009 (-0.059 *p-value*: 0.1810); 2010 (-0.0230 *p-value*: 0.3460); 2012 (-0.011 *p-value*: 0.4090); 2017 (-0.0380 *p-value*: 0.3040). Em sete anos ocorreu correlação positiva: 2007 (0.049 *p-value*: 0.2900); 2011 (0.0360 *p-value*: 0.3060); 2013 (0.059 *p-value*: 0.2670); 2014 (0.003 *p-value*: 0.4470); 2015 (0.041 *p-value*: 0.2920); 2016 (0.042 *p-value*: 0.3550); 2018 (0.0280 *p-value*: 0.3570). Como é possível observar, os valores de *p-value* não são significativos. Conforme os dados analisados na série histórica (2007 a 2018), não há correlação entre alto IDSB e baixa porcentagem de ICL.

Na Figura 50, a seguir, apresentamos um gráfico que apresenta de forma agregada os resultados da análise de autocorrelação entre a IDSB e cada determinante geográfico escolhido para este estudo: Densidade Demográfica, 2010 (DD); IDHM, 2010; Renda per Capita, 2010 (RPC), Indicador de Atendimento de Água, 2015 (IAA); Indicador de Coleta e Tratamento de Esgoto, 2010 (ICTE); Indicador de Coleta de Lixo, 2010 (ICL).

A análise da autocorrelação foi realizada a partir da aplicação do IMG bivariado entre a IDSB e cada determinante geográfico, em todos os anos da série histórica (2007 a 2018).

A partir dos resultados apresentados, é possível constatar que a esperada autocorrelação positiva para o IMG bivariado entre a IDSB e a DD, com alta IDSB e alta DD, somente ocorreu em quatro anos do período de estudo: 2008, 2009, 2017 e 2018.

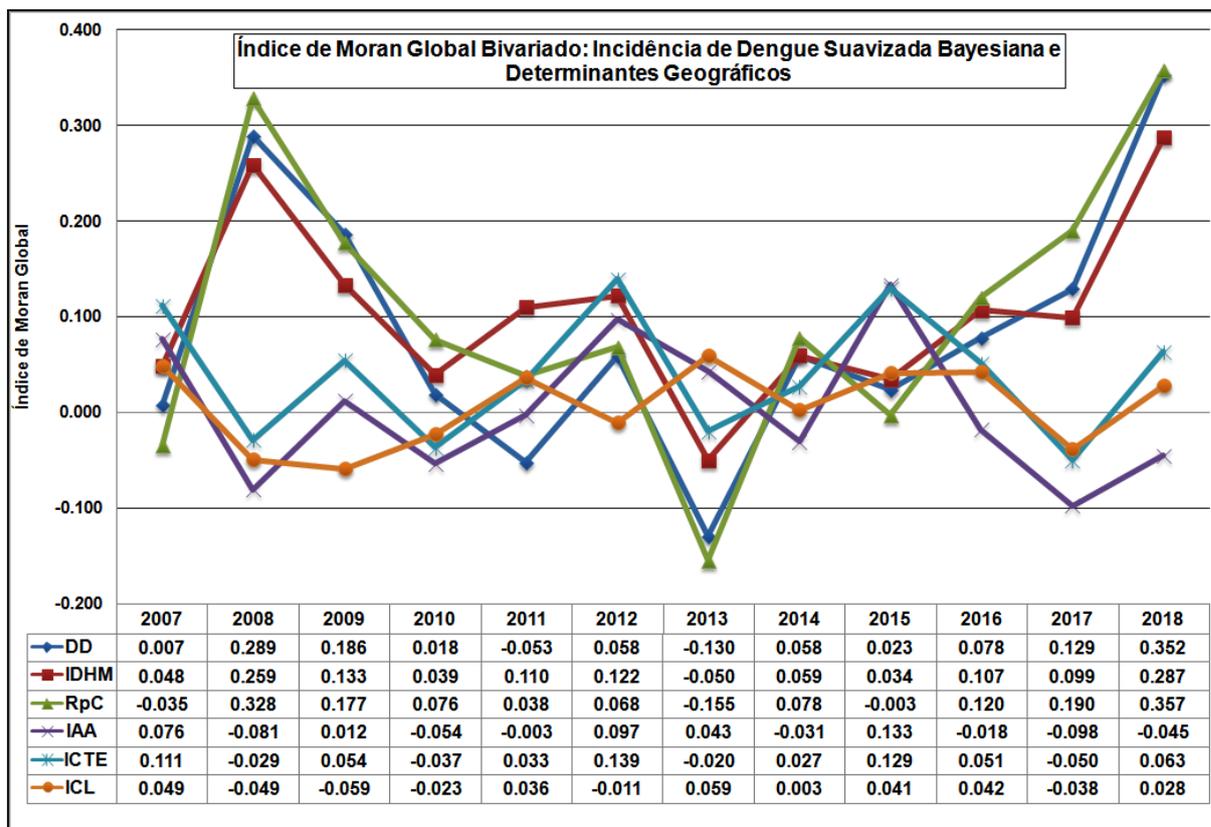


Figura 50 - Gráfico da evolução do Índice de Moran Bivariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana e de cada determinante geográfico (2007 a 2018).

Fonte: Elaborado pelo autor. Com dados de DATASUS/SINAN (2019), EMPLASA (2019), IBGE (2019).

Em relação ao IMG bivariado entre a IDSB e os demais determinantes geográficos (IDHM, RPC, IAA, ICTE e ICL) esperava-se autocorrelação espacial negativa, onde alta IDSB estão associadas a baixos indicadores dos determinantes geográficos.

Conforme os resultados apresentados, constatamos que apenas no ano de 2013, ocorreu autocorrelação negativa significativa para o IMG bivariado entre a IDSB e a RPC. Portanto, constatamos que não ocorreu autocorrelação negativa significativa para o IMG bivariado entre a IDSB e os determinantes geográficos utilizados neste estudo.

Os resultados deste estudo diferem das conclusões que foram apresentados em estudos anteriores: Costa et al. (2018); Cox et al. (2007); Espinosa et al. (2016); Telle et al. (2016); Schmidt (2011); Hu et al; Honorato et. al. (2014); Costa e Natal (1998); Barcellos et. al. (2005); Zheng et al. (2019); Almeida et al. (2009); Gomes et al. (2017).

4.5 Análise Espacial da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).

Nesse capítulo serão apresentados os resultados do Índice de Moran Global (IMG) e do Índice de Moran Local (IML) aplicados a Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (IDSB) na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (RMVP). O cálculo do IMG e do IML são ferramentas de análise espacial úteis para medir a dependência ou a autocorrelação espacial, ou seja, inferir a correlação da taxa de incidência de dengue suavizada entre municípios vizinhos. A partir das seguintes hipóteses:

1^a- H0 (Hipótese nula): não há autocorrelação espacial.

2^a- H1 (Hipótese alternativa): há autocorrelação espacial.

Esta proposta está de acordo com Ferreira (2003), que afirma que a escola espacial da geografia é coerente com a representação da dengue. Por unir, em uma mesma abordagem a cartografia temática e a linguagem numérica clássica da análise espacial, como realizamos neste capítulo, com a utilização de duas técnicas: o Índice de Moran Global e o Índice de Moran Local da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP, na série histórica, entre 2007 e 2018.

Diversos estudos utilizaram essas técnicas para analisar a autocorrelação espacial da incidência de dengue em áreas, como municípios, distritos e bairros. Hu et al. (2010), Oliveira et al. (2013), Santos et al. (2013), Mendes (2016), Antonio et al.(2017), Johansen et al. (2016), Silva (2018), Costa et al. (2018), Astuti et al.(2019) e Zhu et al. (2019) utilizaram o Índice de Moran Global e/ou o Índice de Moran Local para avaliar a autocorrelação espacial de casos de dengue em áreas poligonais (municípios, distritos e bairros), identificaram agrupamentos espaciais nas áreas de estudo e comprovaram a eficácia da aplicação das técnicas nos seus estudos.

4.5.1 Utilização do Índice de Moran Global e Local na Análise Espacial da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018)

Nesta pesquisa a aplicação das técnicas de análise espacial - Índice de Moran Global e/ou o Índice de Moran Local - foram úteis para monitorar a incidência de dengue na escala local (municipal) e regional (RMVP) e analisar a autocorrelação espacial na série histórica.

A primeira técnica calculada é o Índice de Moran Global (IMG). Os resultados são apresentados a partir do diagrama de espalhamento de Moran, um gráfico que permite visualizar o comportamento dos dados, onde os valores de desvio dos atributos em relação à média (Z), são associados ao eixo X, e o valor da média dos seus vizinhos (WZ), ao eixo Y.

Neste trabalho, o IMG foi calculado para determinar se há autocorrelação espacial entre a taxa de Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (IDSB) na RMVP. Um único valor do IMG é apresentado para todo conjunto de dados, em um determinado intervalo de tempo, e serve como medida da associação espacial. Os valores do IMG podem variar de -1 a 1. Se o valor for 0, indica distribuição espacial aleatória. Já os valores acima de 0 até 1 indicam distribuição espacial agrupada ou autocorrelação espacial positiva. Os valores negativos (até -1) indicam autocorrelação espacial negativa ou uma distribuição espacial dispersa.

Foram utilizados os programas GeoDa 1.18.0 e TerraView 4.2.2 para calcular o IMG e produzir um gráfico que apresenta o índice para o período de estudo (Tabela 13), entre 2007 e 2018.

Tabela 13 - Índice de Moran Global Univariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (2007 a 2018).

Índice \ Ano	2007 - 2018	<i>p-value</i>
I. Moran	0.109953	0.0790

Fonte: Organizado pelo autor (2020)

Conforme os dados apresentados (Tabela 13) o valor do IMG para o período entre 2007 e 2018 foi de 0.109953. O valor está no intervalo entre 0 e 1. O *p-value* foi de 0.0790, pouco significativo, pois é > 0.05 . Portanto, o IMG indica pequena autocorrelação positiva entre os dados de IDSB dos municípios da RMVP. O valor do *p-value* significa que há 7,9% de probabilidade de que o padrão agregado possa apresentar resultados ao acaso.

O gráfico de espalhamento de Moran Global, a seguir (Figura 51), também apresenta os resultados do IMG da IDSB para o período de 2007 a 2018. Com esse gráfico é possível visualizar o índice geral e a proximidade dos valores de cada município. No gráfico são identificados quatro quadrantes, cada município é alocado conforme o seu IDSB e dos seus vizinhos, em relação a média de toda a região.

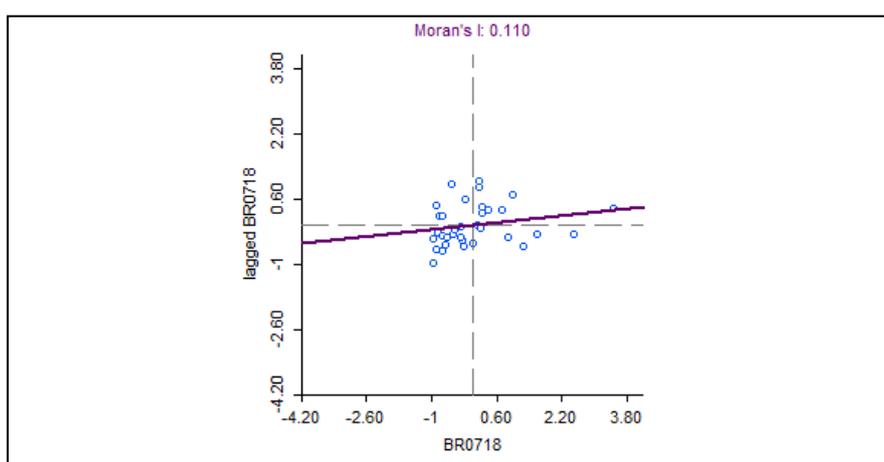


Figura 51 - Gráfico do Índice de Moran Global Univariado: Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP (2007 a 2018).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No quadrante superior direito, estão localizados os municípios com IMG alto-alto. São oito municípios que apresentam alto IDSB, com municípios vizinhos que também apresentam alto IDSB. São eles: Tremembé e Pindamonhangaba (Sub-região II); Roseira, Aparecida, Potim, Guaratinguetá e Cachoeira Paulista (Sub-região III); Lavrinhas (Sub-região IV).

No quadrante inferior esquerdo, estão localizados os municípios que apresentam IMG baixo-baixo. São dezesseis municípios que apresentam baixo

IDSB, com municípios vizinhos que também apresentam baixo IDSB. São eles: Igaratá, São José dos Campos, Jacareí, Paraíbuna, Santa Branca, Caçapava e Jambuí (Sub-região I); São Bento do Sapucaí, Santo Antônio do Pinhal, São Luiz do Paraitinga, Natividade da Serra, Redenção da Serra e Campos do Jordão (Sub-região II); Cunha (Sub-região III); São José do Barreiro e Areias (Sub-região IV).

No quadrante inferior direito, estão localizados os municípios que apresentam IMG alto-baixo. São sete municípios que apresentam alto IDSB, com vizinhos que apresentam baixo IDSB. São eles: São José dos Campos (Sub-região I); Taubaté (Sub-região II); Lorena (Sub-região III); Arapeí, Bananal, Cruzeiro e Queluz (Sub-região IV). No quadrante superior esquerdo, estão localizados os municípios que apresentam IMG baixo-alto. São cinco municípios que apresentam baixo IDSB, com vizinhos que apresentam alto IDSB. São eles: Monteiro Lobato (Sub-região I); Lagoinha (Sub-região II); Canas e Piquete (Sub-região III); Silveiras (Sub-região IV). A segunda técnica utilizada é o Índice de Moran Local (IML), também chamado de LISA. A técnica permite comparar valores da taxa de IDSB de cada local (município), com os valores registrados nas áreas adjacentes (municípios vizinhos). Vários produtos (mapas) são resultantes da aplicação dessa técnica, são eles: Moran Map, Box Map, Lisa Map, Lisa Significância, entre outros.

A seguir apresentamos dois mapas resultantes do cálculo do IML da taxa de IDSB, são eles: Box Map e Moran Map. O Box Map consiste em um mapa coroplético, elaborado a partir do gráfico de espalhamento de Moran, onde o índice de cada município é representado por uma cor, conforme a localização no quadrante do gráfico. A seguir, apresentamos o Box Map, realizado a partir da técnica IML (Figura 52), relativo ao período total de estudo, entre 2007 e 2018.

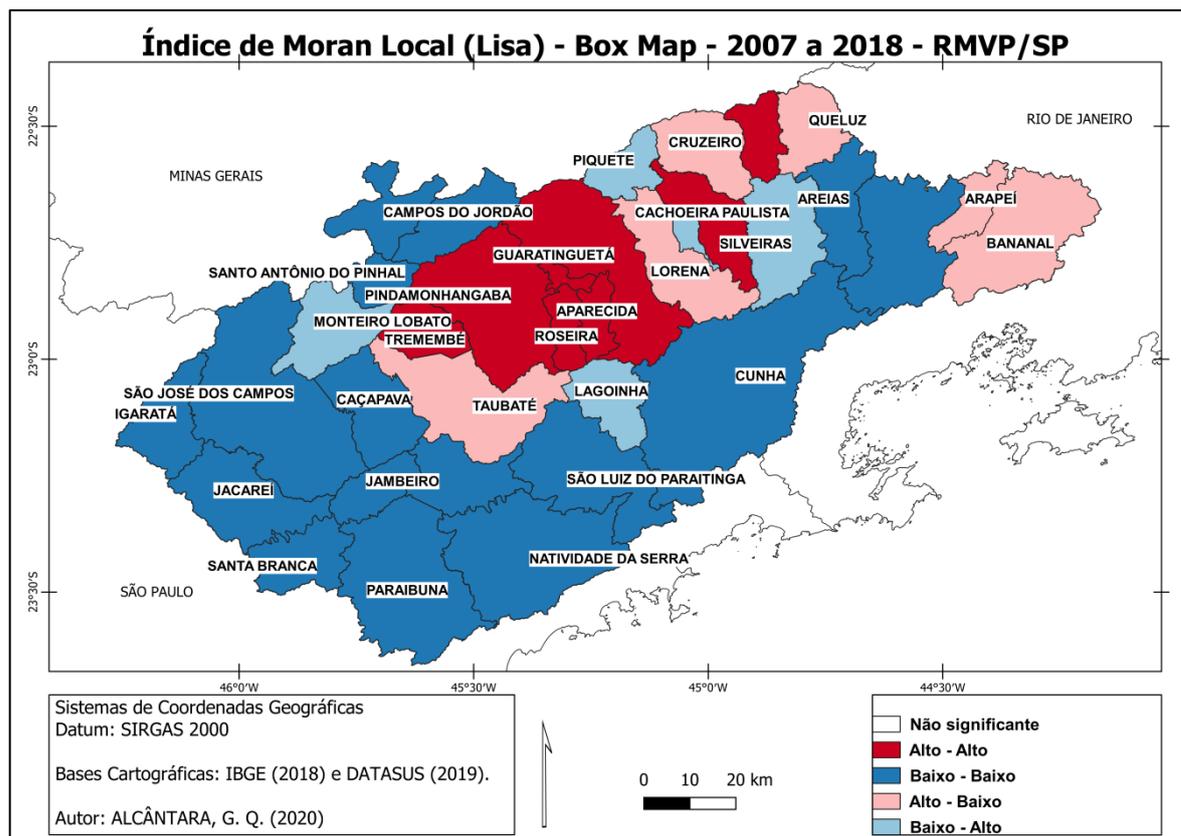


Figura 52 - Índice de Moran Local (Lisa) - Box Map (2007 a 2018).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No mapa nota-se a constituição de um agrupamento alto-alto composto por oito municípios, são eles: Tremembé e Pindamonhangaba (Sub-região II); Roseira, Aparecida, Potim, Guaratinguetá (Sub-região III); Cachoeira Paulista (Sub-região III); Lavrinhas (Sub-região IV). Portanto, esses municípios apresentaram alta IDSB e estão cercados por municípios com alta IDSB.

No mapa também é possível identificar um agrupamento baixo-baixo, composto por dezesseis municípios. Esse agrupamento reúne municípios com baixa IDSB, cercados por municípios com baixa IDSB. Eles estão localizados principalmente na Sub-região I (com exceção do município de Monteiro Lobato). Os demais municípios estão localizados nas demais sub-regiões (II, III e IV), na microrregião Serra da Mantiqueira (Santo Antonio do Pinhal, São Bento do Sapucaí e Campos do Jordão), na Sub-região II; e na unidade territorial Alto Paraíba (Vale Histórico), são eles: Redenção da Serra, Natividade da Serra e São Luiz do Paraitinga (Sub-região II); Cunha (Sub-região III); Areias e São José do Barreiro

(Sub-região IV). No quadrante inferior esquerdo, estão localizados os municípios que apresentam IMG baixo-baixo.

No mesmo mapa, é possível identificar agrupamento de municípios com IDSB alto-baixo. Ou seja, municípios com alta IDSB cercados por municípios com baixa IDSB. Fazem parte desse agrupamento os municípios de Taubaté (Sub-região II); Lorena (Sub-região III); Cruzeiro e Queluz (Sub-região IV).

Também é possível identificar um agrupamento de municípios classificados como baixo-alto, são eles: Monteiro Lobato (Sub-região I); Lagoinha (Sub-região II); Piquete e Canas (Sub-região III); Lavrinhas (Sub-região IV). Esse grupo é composto por municípios com baixa IDSB, cercados por municípios com alta IDSB. Portanto, esses últimos apresentam um maior risco de aumento da incidência de dengue, em relação ao grupo anterior.

A seguir apresentamos o segundo mapa, gerado a partir da aplicação do Índice de Moran Local: o Moran Map. Ele combina os resultados do Lisa Map e do Lisa Significância, nele são representados apenas as unidades espaciais onde os valores do Lisa são significantes (≤ 0.05), e os dados são classificados em quatro classes, conforme a posição de cada local no Gráfico de Espalhamento de Moran (GEODA, 2020). Portanto, serão apresentados os clusters de alta e de baixa taxa de IDSB, com a identificação de agrupamentos de municípios, com significativo índice de autocorrelação espacial.

Esse mapa apresenta apenas os municípios cujos dados do IDSB possuem significância estatística. Nele, podem ser identificados quatro tipos de agrupamentos, são eles: alto-alto, baixo-baixo, baixo-alto e alto baixo.

No mapa a seguir (Figura 54), são identificados dois agrupamentos: alto-alto e baixo-baixo. O primeiro agrupamento consiste em dois municípios que apresentam alta IDSB e que estão cercados por municípios com alta IDSB. Nesse agrupamento foi identificado os municípios de Aparecida e Roseira (Sub-região III), que apresentaram alta IDSB e são cercados por municípios com alta IDSB. Portanto, são os municípios com o maior risco de incidência de dengue no período de estudo (entre 2007 e 2018).

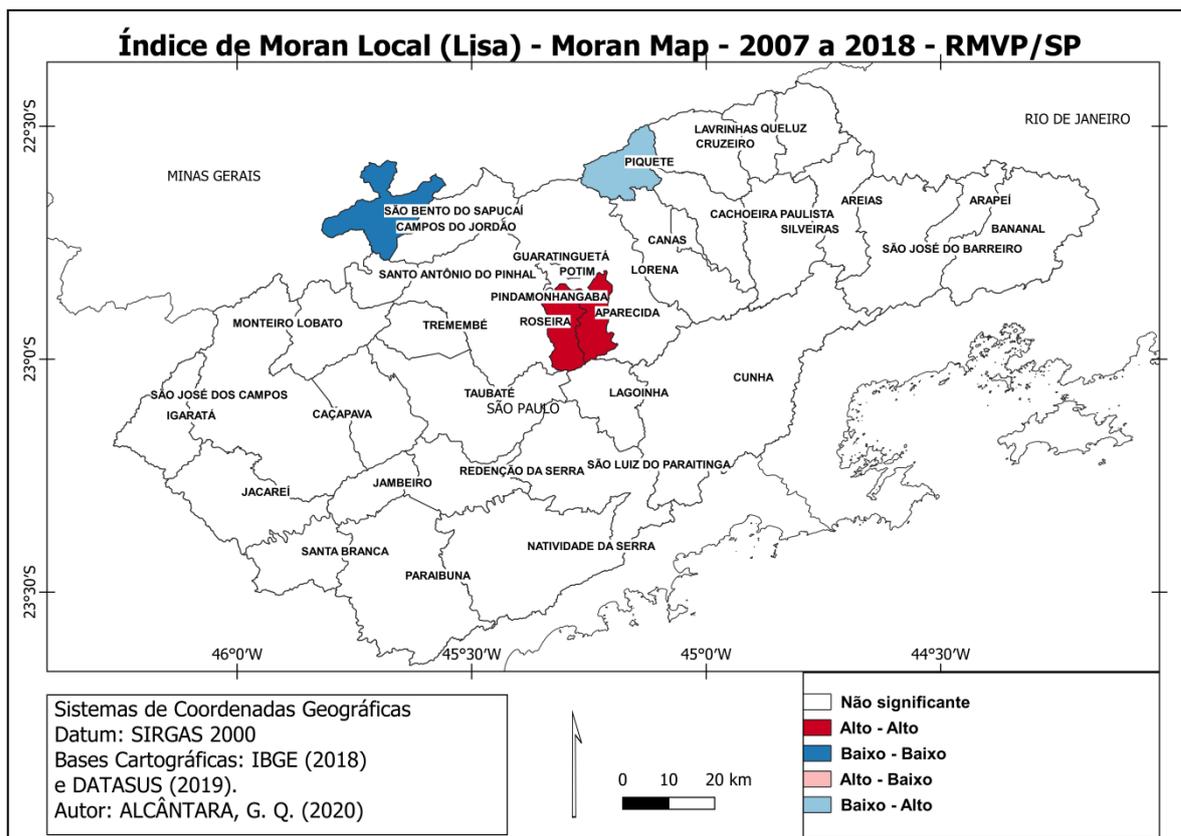


Figura 53 - Índice de Moran Local (Lisa) - Moran Map (2007 a 2018).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No mapa, também é possível identificar um agrupamento baixo-baixo, que consiste em municípios com baixa IDSB e que estão cercados por município que também apresentam baixo IDSB. Portanto, o município de São Bento do Sapucaí (Sub-região II) possui baixa IDSB e está cercado por municípios com baixo IDSB. Assim sendo, esse município pode ser classificado como um município com baixo índice de transmissão da dengue. Também identificamos o município de Piquete, com um agrupamento baixo-alto. Ou seja, apresenta baixa IDSB, mas está cercado por municípios que apresentam alta IDSB. Portanto, é um município que apresenta risco potencial de aumento da incidência de dengue.

4.5.2 Utilização do Índice de Moran Global e Local na Análise Espacial da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana na Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP (para cada ano entre 2007 e 2018).

Neste capítulo apresentamos o IMG de cada ano da série histórica. Os dados do IMG indicam se há autocorrelação espacial entre a taxa de IDSB dos municípios da RMVP. Apresentamos na Figura 54 o IMG da IDSB para cada ano da série histórica (2007 a 2018).

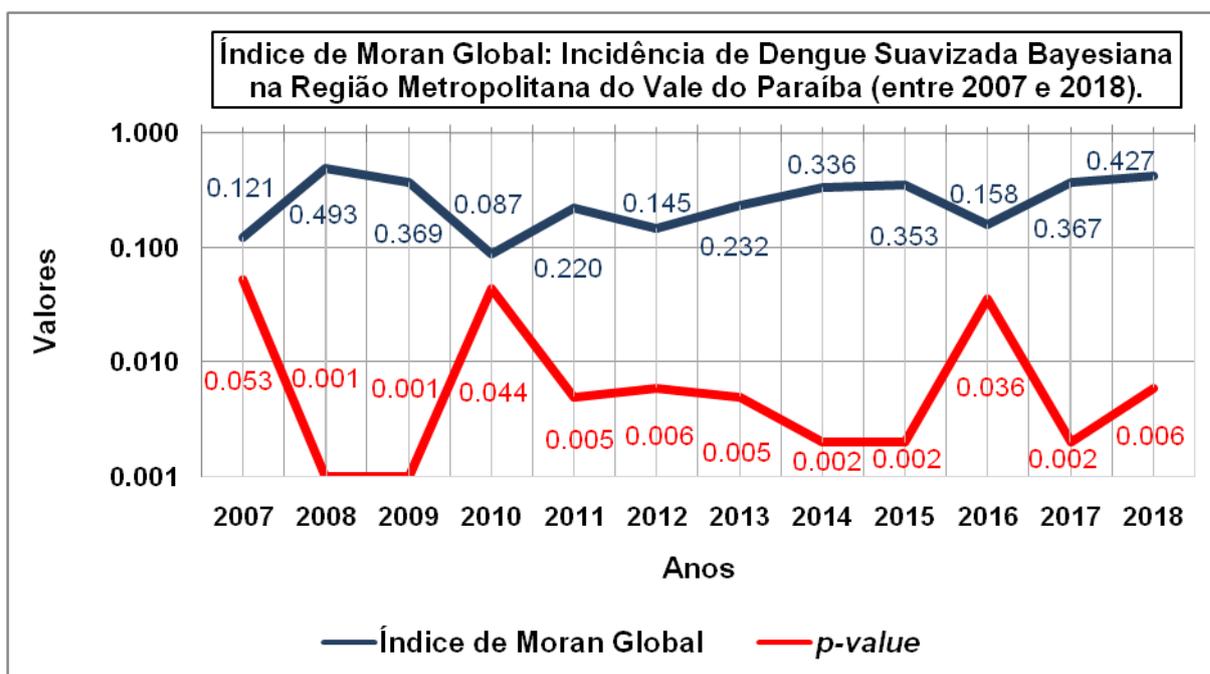


Figura 54 - Gráfico do Índice de Moran Global da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana (com p-value) dos municípios da RMVP (entre 2007 e 2018).

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme os dados do IMG calculados, identificamos autocorrelação positiva em quase todos os anos, por apresentarem *p-value* significativo (≤ 0.05), a exceção ocorre no ano de 2007 (IMG de 0.121 e *p-value*: 0.053, um pouco acima de ≤ 0.05), pois há 5,3% de probabilidade que o padrão agregado possa apresentar resultado de chances ao acaso.

Os dados apresentados indicam que a IDSB ocorreu de forma agregada nos municípios da RMVP. Em outras palavras, em cada ano da série histórica, constatamos agrupamentos de municípios com maior taxa de IDSB e também agrupamentos de municípios com menor IDSB.

O cálculo do IMG produz como resultado um gráfico de espalhamento de Moran (Figura 55) e um mapa "Box Map" (Figura 56) para cada ano da série histórica. Tanto os gráficos do IMG como os mapas "Box Map" representam o agrupamento da IDSB nos municípios da RMVP, conforme apresentamos a seguir.

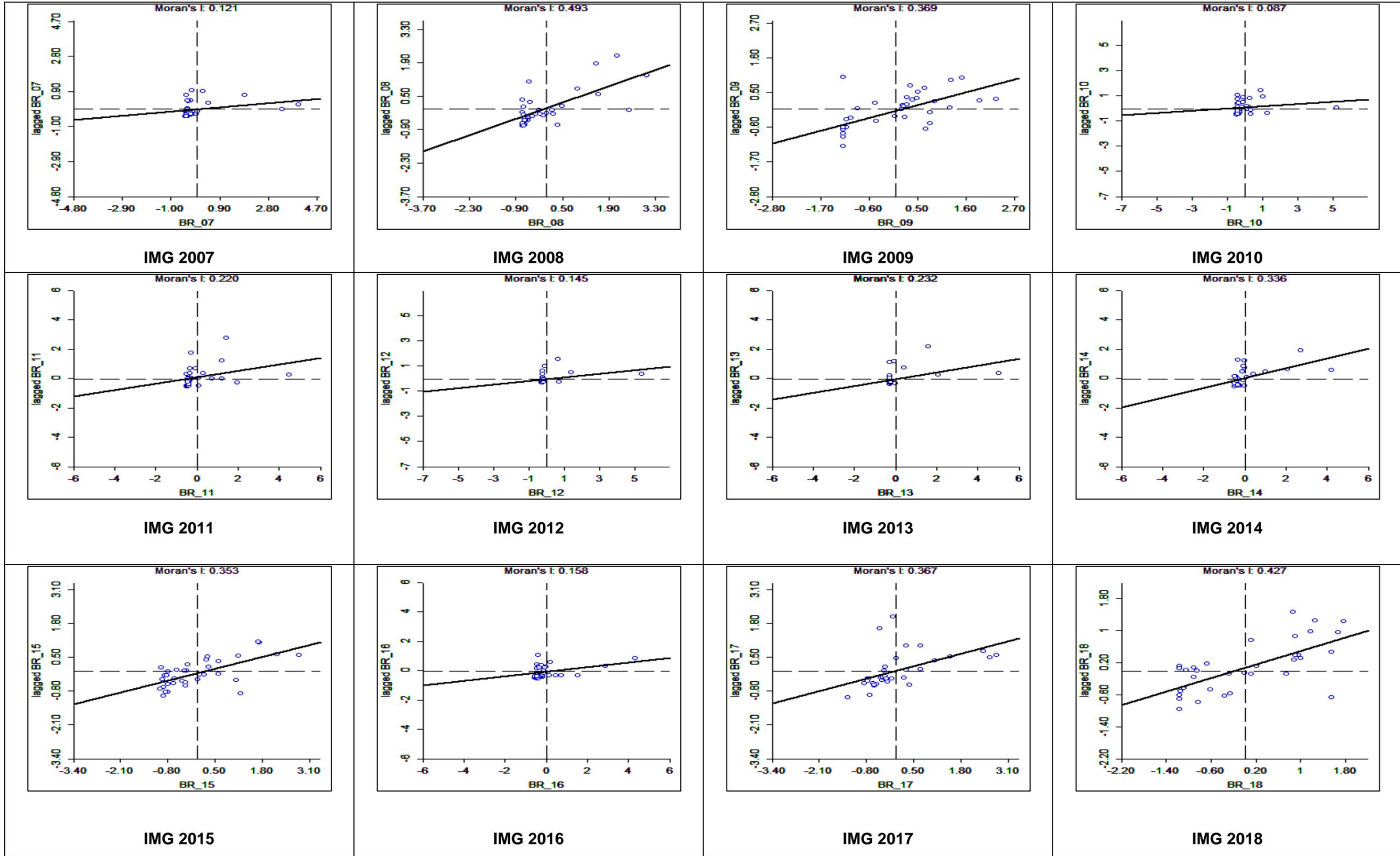


Figura 55 - Gráficos do Índice de Moran Global da Incidência de Dengue Suavizada Bayesiana dos municípios da RMVP (entre 2007 e 2018). □

Fonte: Organizado pelo autor (2020).

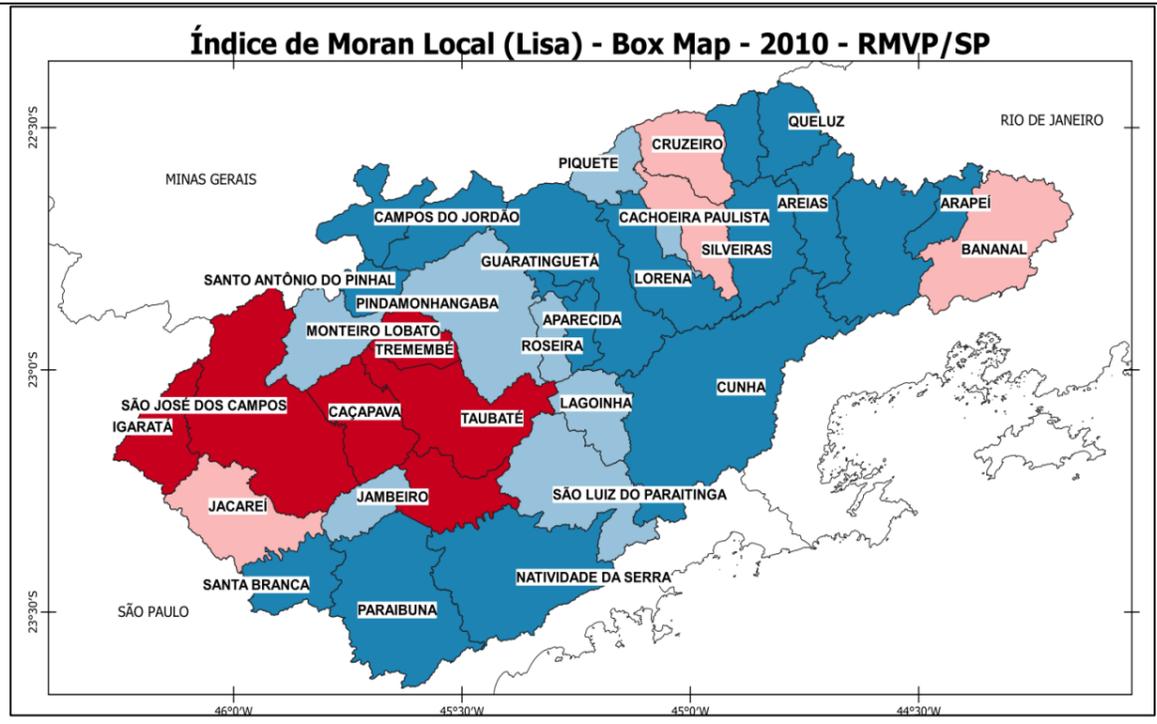
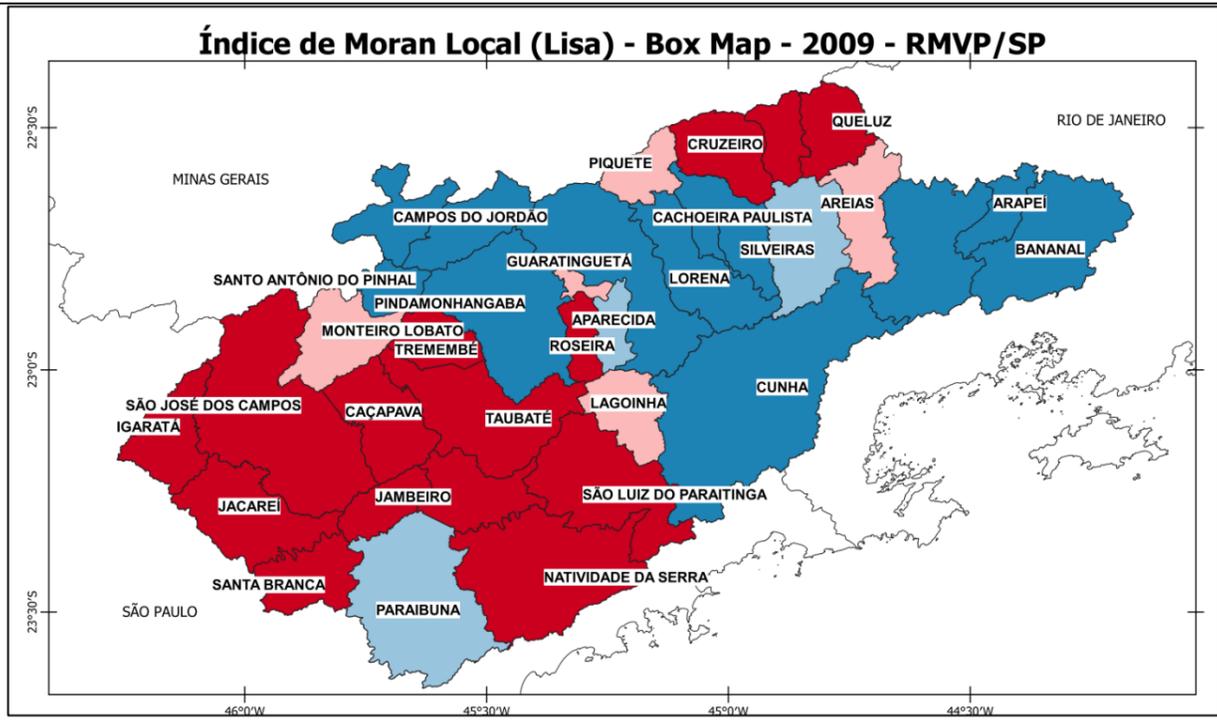
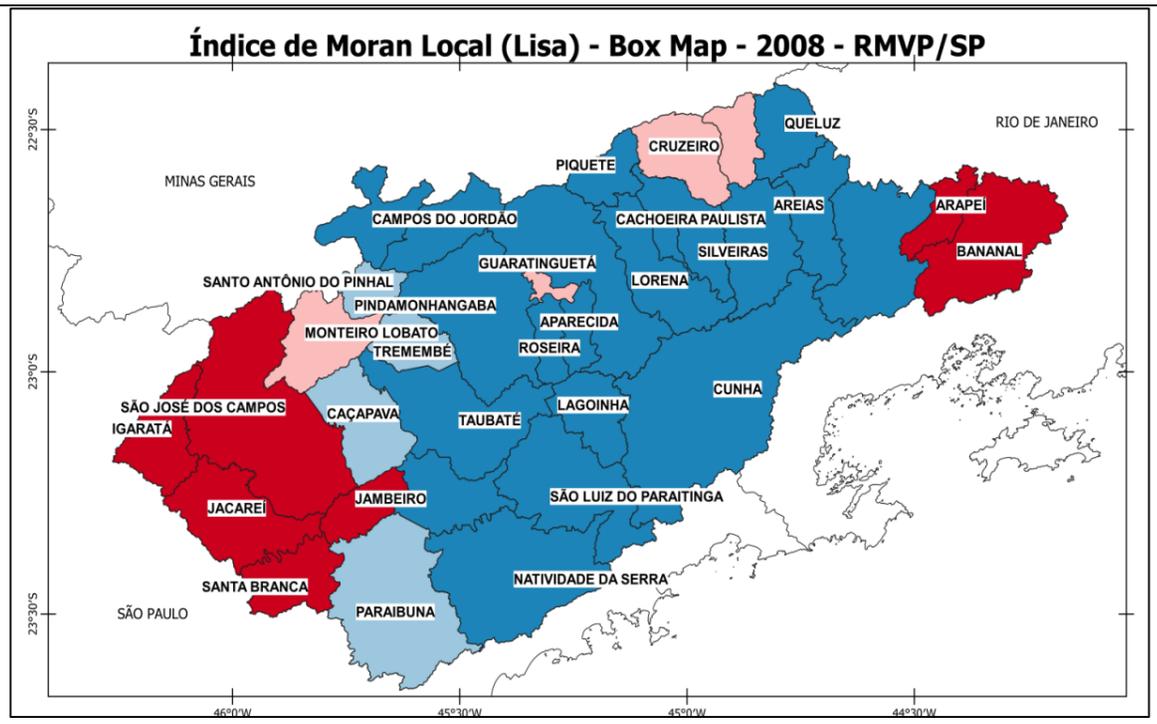
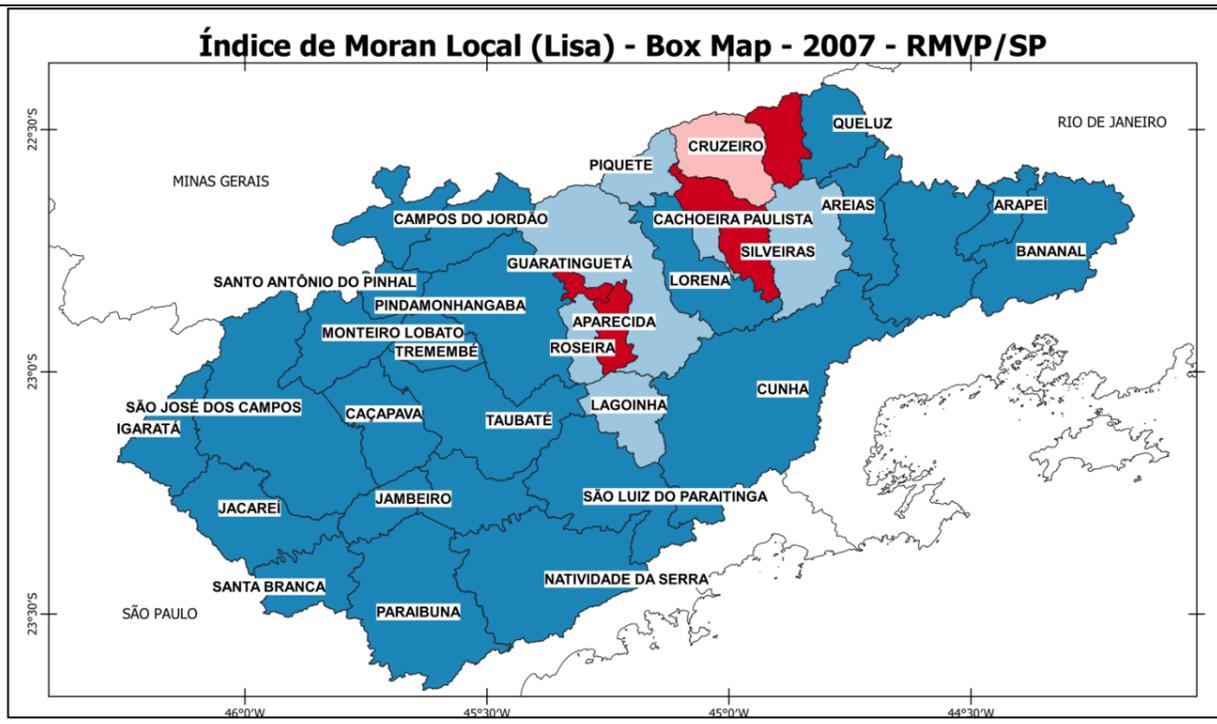


Figura 56 - Índice de Moran Local (Lisa) - Box Map - para todos os anos da série histórica - entre 2007 e 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Sistemas de Coordenadas Geográficas
Datum: SIRGAS 2000
Bases Cartográficas: IBGE (2018) e DATASUS (2019).
Autor: ALCÂNTARA, G. Q. (2020)

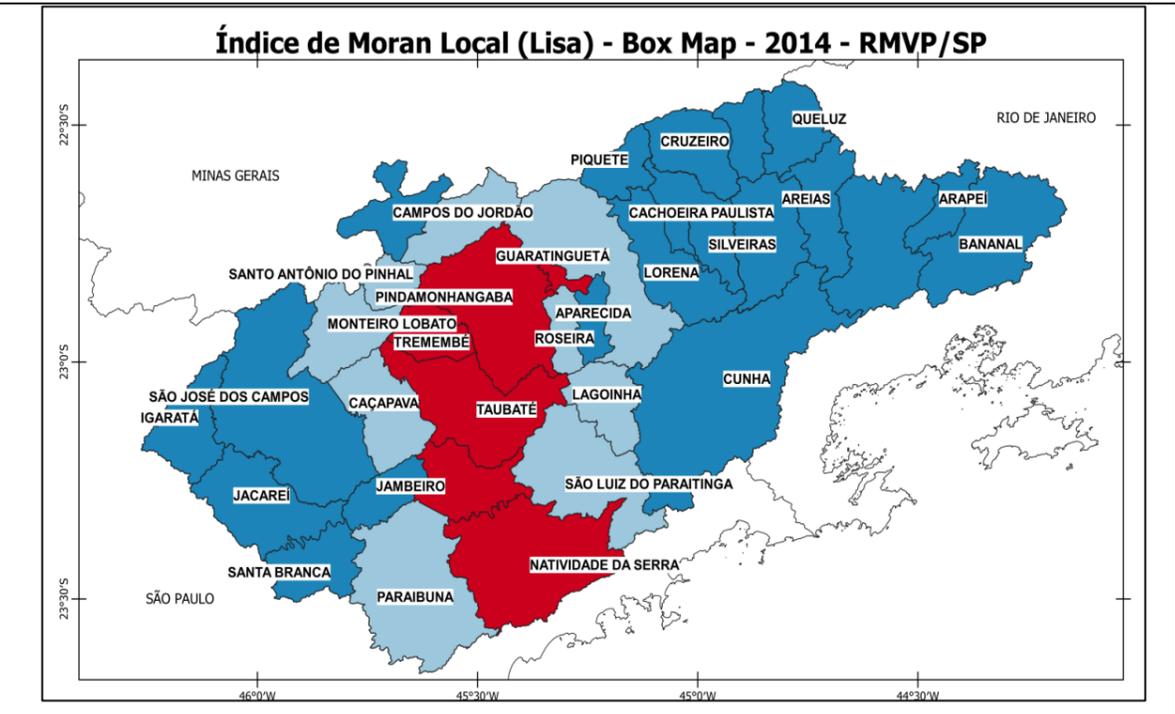
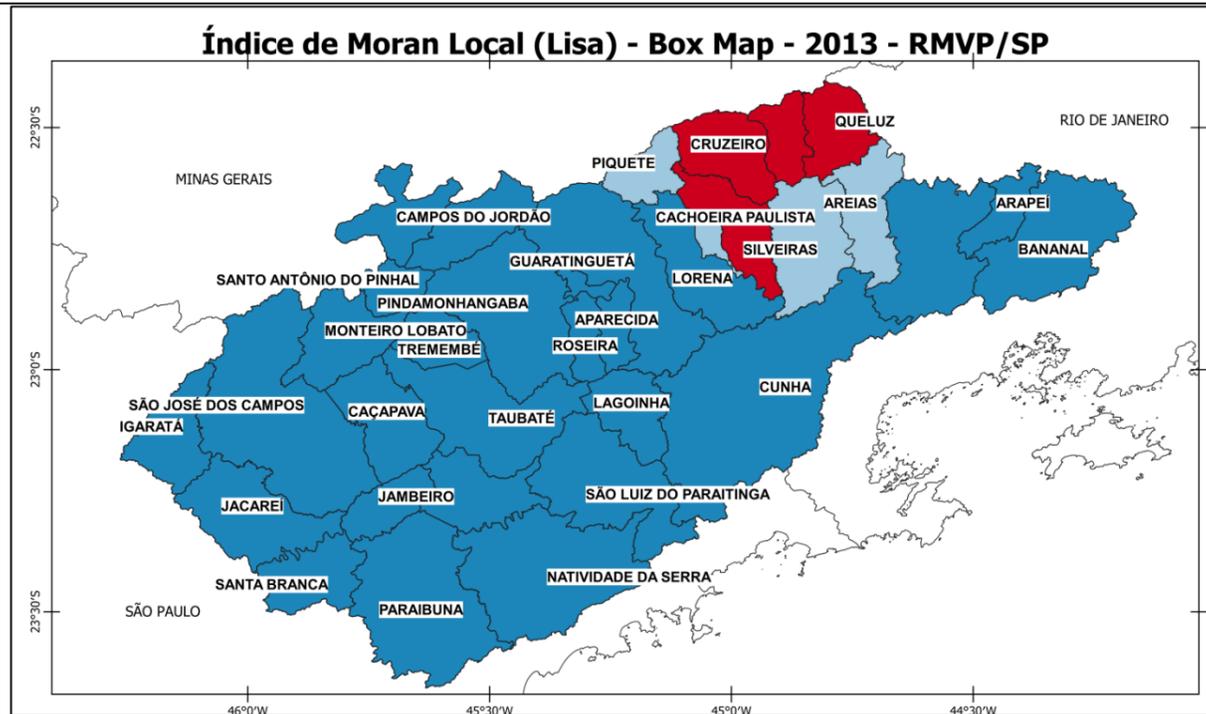
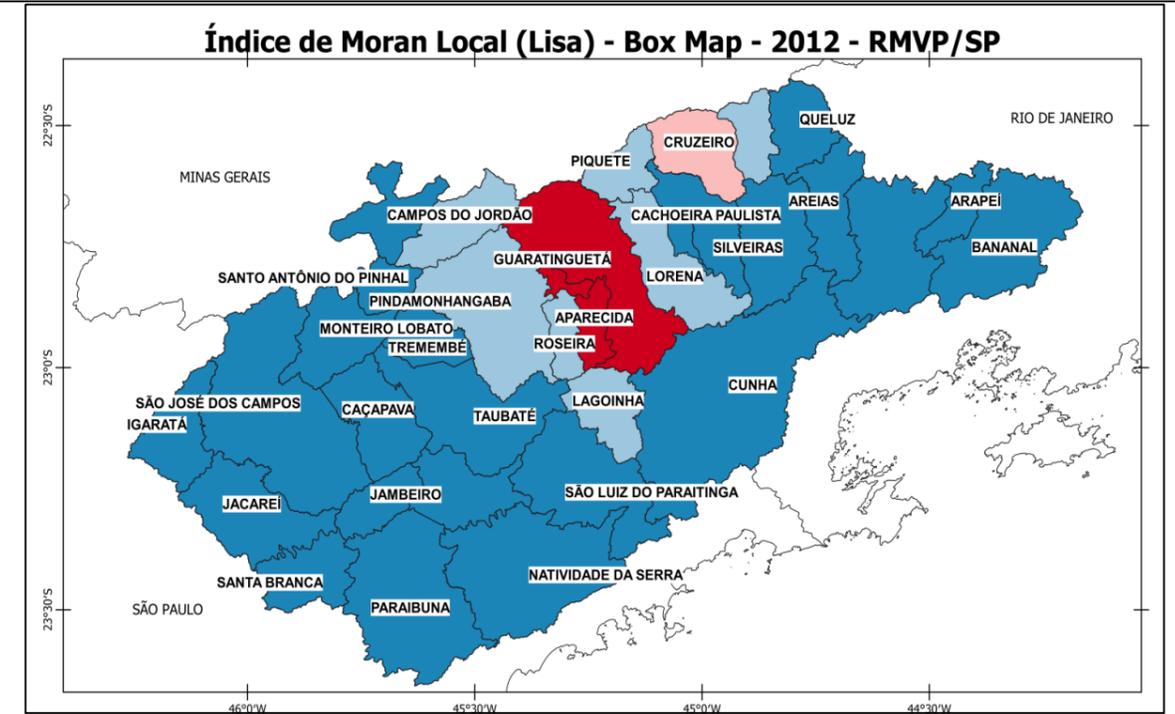
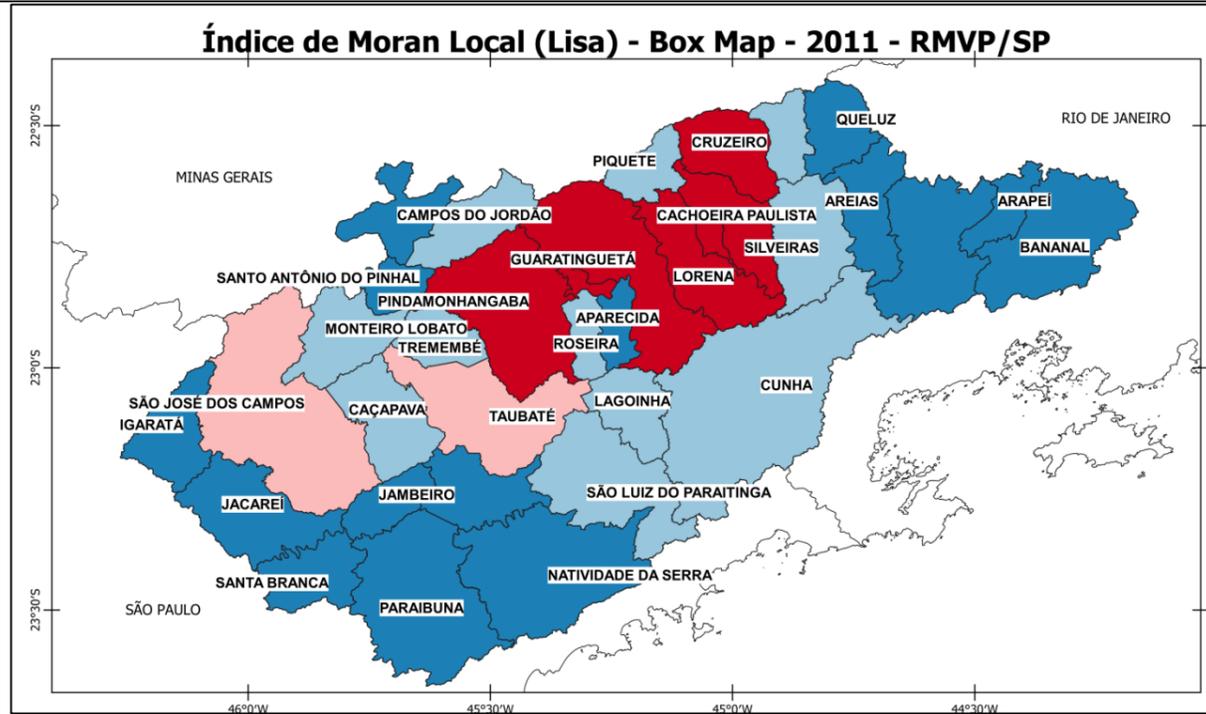


Figura 56 - Índice de Moran Local (Lisa) - Box Map - para todos os anos da série histórica - entre 2007 e 2018.
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Sistemas de Coordenadas Geográficas
Datum: SIRGAS 2000

Bases Cartográficas: IBGE (2018) e DATASUS (2019).

Autor: ALCÂNTARA, G. Q. (2020)

□	Não significativa
■	Alto - Alto
■	Baixo - Baixo
■	Alto - Baixo
■	Baixo - Alto

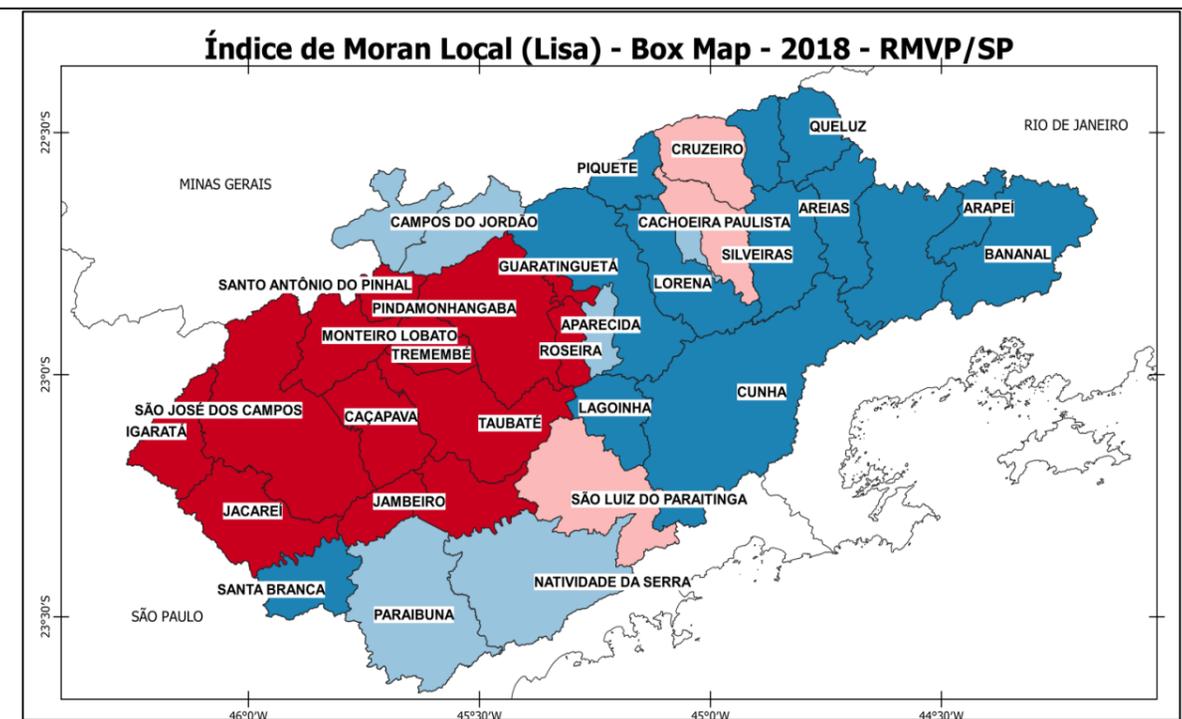
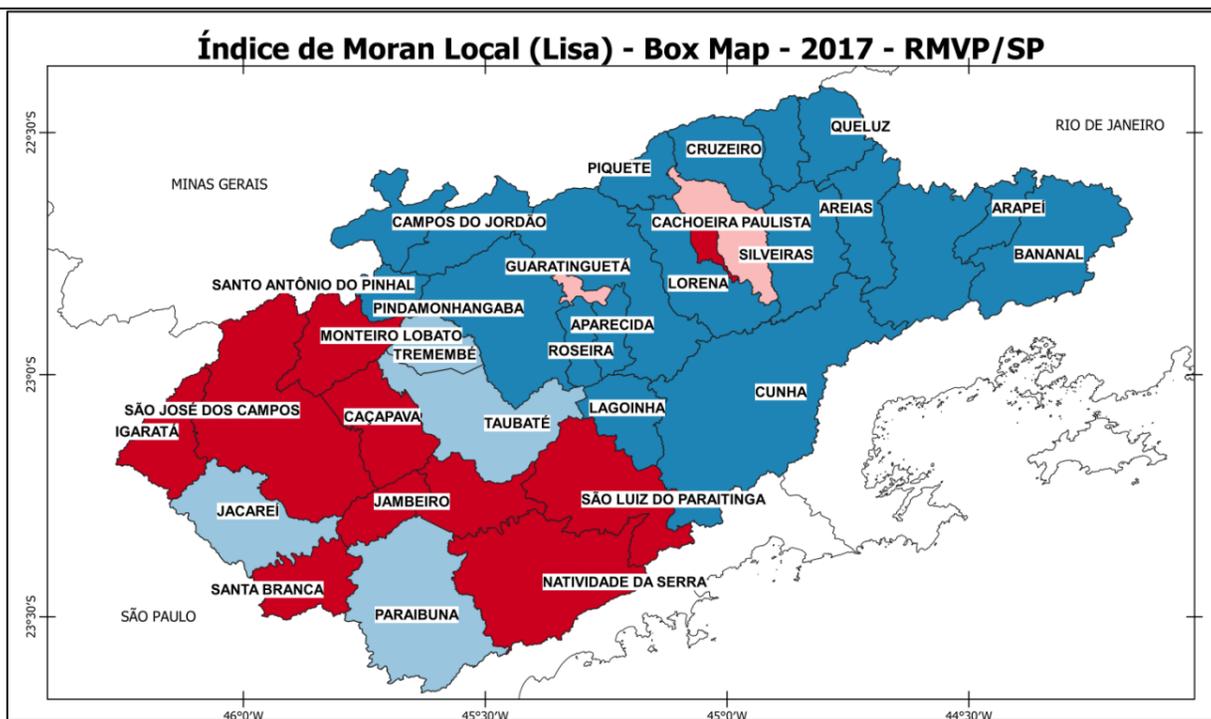
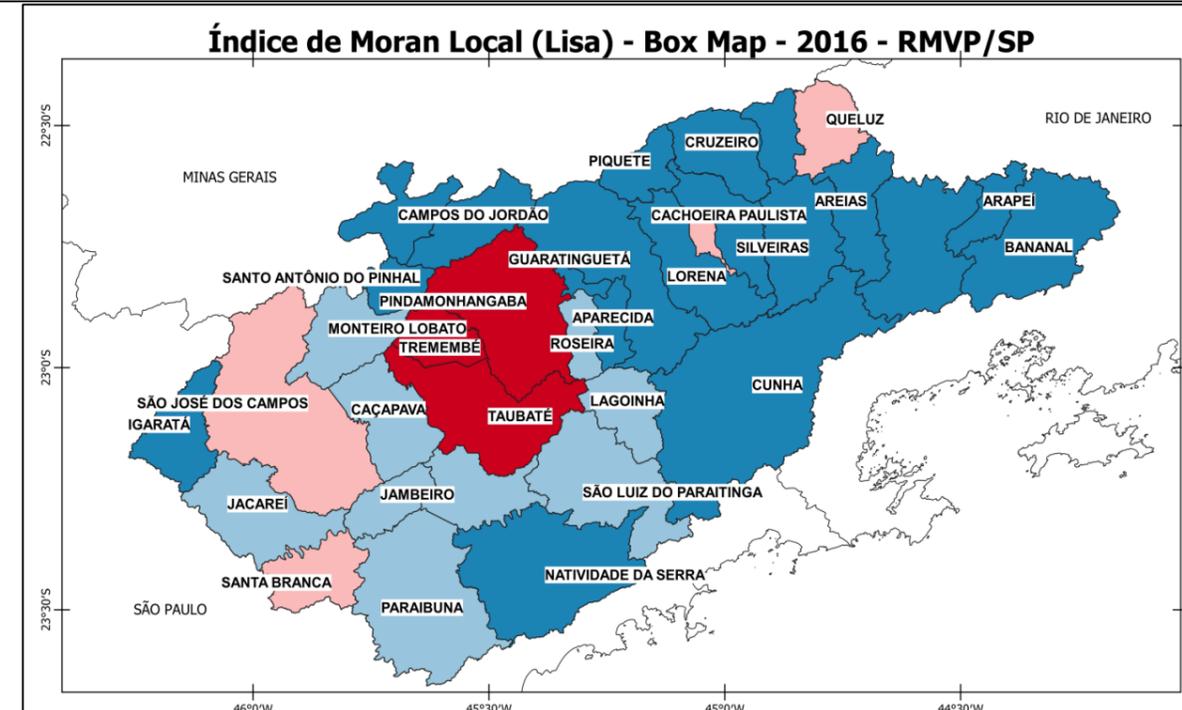
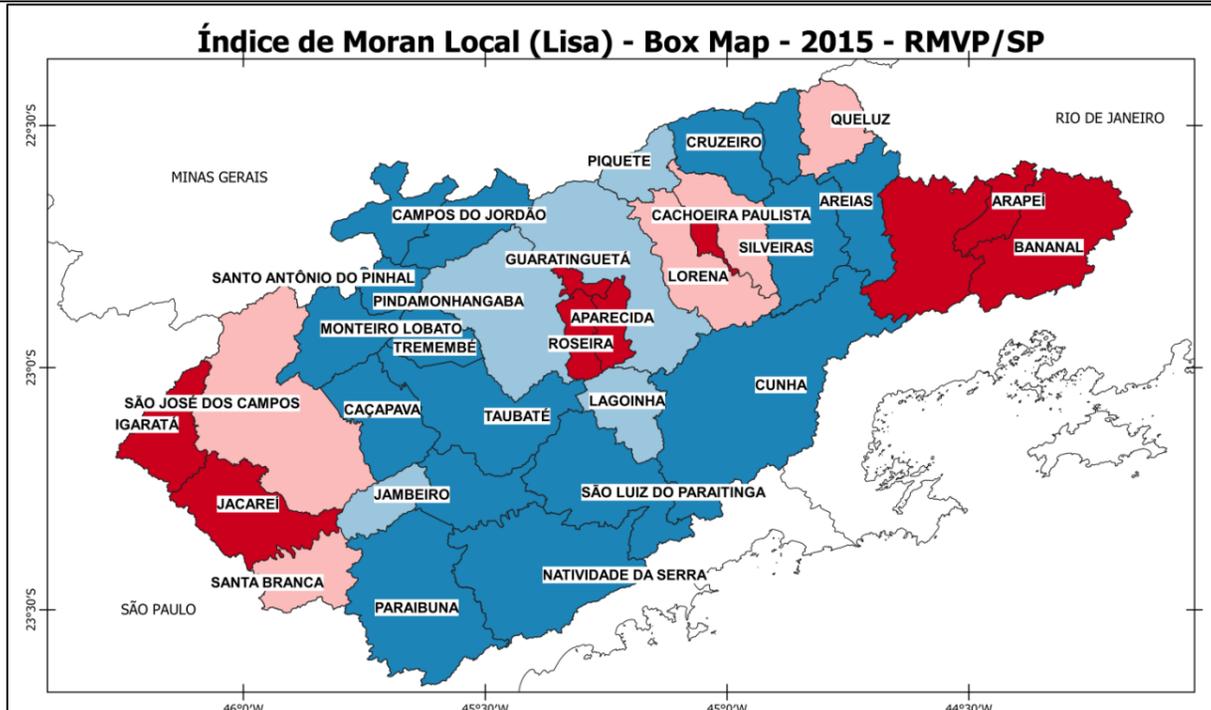


Figura 56 - Índice de Moran Local (Lisa) - Box Map - para todos os anos da série histórica - entre 2007 e 2018.
 Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Sistemas de Coordenadas Geográficas
 Datum: SIRGAS 2000
 Bases Cartográficas: IBGE (2018) e DATASUS (2019).
 Autor: ALCÂNTARA, G. Q. (2020)

	Não significativa
	Alto - Alto
	Baixo - Baixo
	Alto - Baixo
	Baixo - Alto

Conforme os dados apresentados nos gráficos do IMG, é importante destacar os resultados mais significativos e, conseqüentemente, que refletem maior autocorrelação espacial, são eles: 2008 (0.493 *p-value*: 0.0010), 2009 (0.369 *p-value*: 0.0010), 2011 (0.220 *p-value*: 0.0050), 2013 (0.232 *p-value*: 0.0050), 2014 (0.336 *p-value*: 0.0020), 2015 (0.353 *p-value*: 0.0020), 2017 (0.367 *p-value*: 0.0020), 2018 (0.427 *p-value*: 0.0060).

A partir da observação dos mapas "Box Map"(Figura 56) é possível identificar municípios que apresentaram alta IDSB e estão cercados por municípios que também registraram alta IDSB. Estes municípios aparecem no quadrante superior direito em cada gráfico do IMG (Figura 55).

O número e os municípios com IMG alto-alto da IDSB oscilou ao longo da série histórica. Em 2007 foram identificados quatro municípios: Aparecida, Potim e Cachoeira Paulista (Sub-região III); Lavrinhas (Sub-região IV). No ano de 2008 foram identificados sete municípios: Igaratá, Jacareí, Santa Branca, São José dos Campos e Jambuí (Sub-região I);Arapeí e Bananal (Sub-região IV). Em 2009 quinze municípios foram identificados: Igaratá, Jacareí, Santa Branca, São José dos Campos, Jambuí e Caçapava (Sub-região I); Taubaté, Tremembé, Redenção da Serra, Natividade da Serra e São Luiz do Paraitinga (Sub-região II); Roseira (Sub-região III); Cruzeiro, Lavrinhas e Queluz (Sub-região IV).

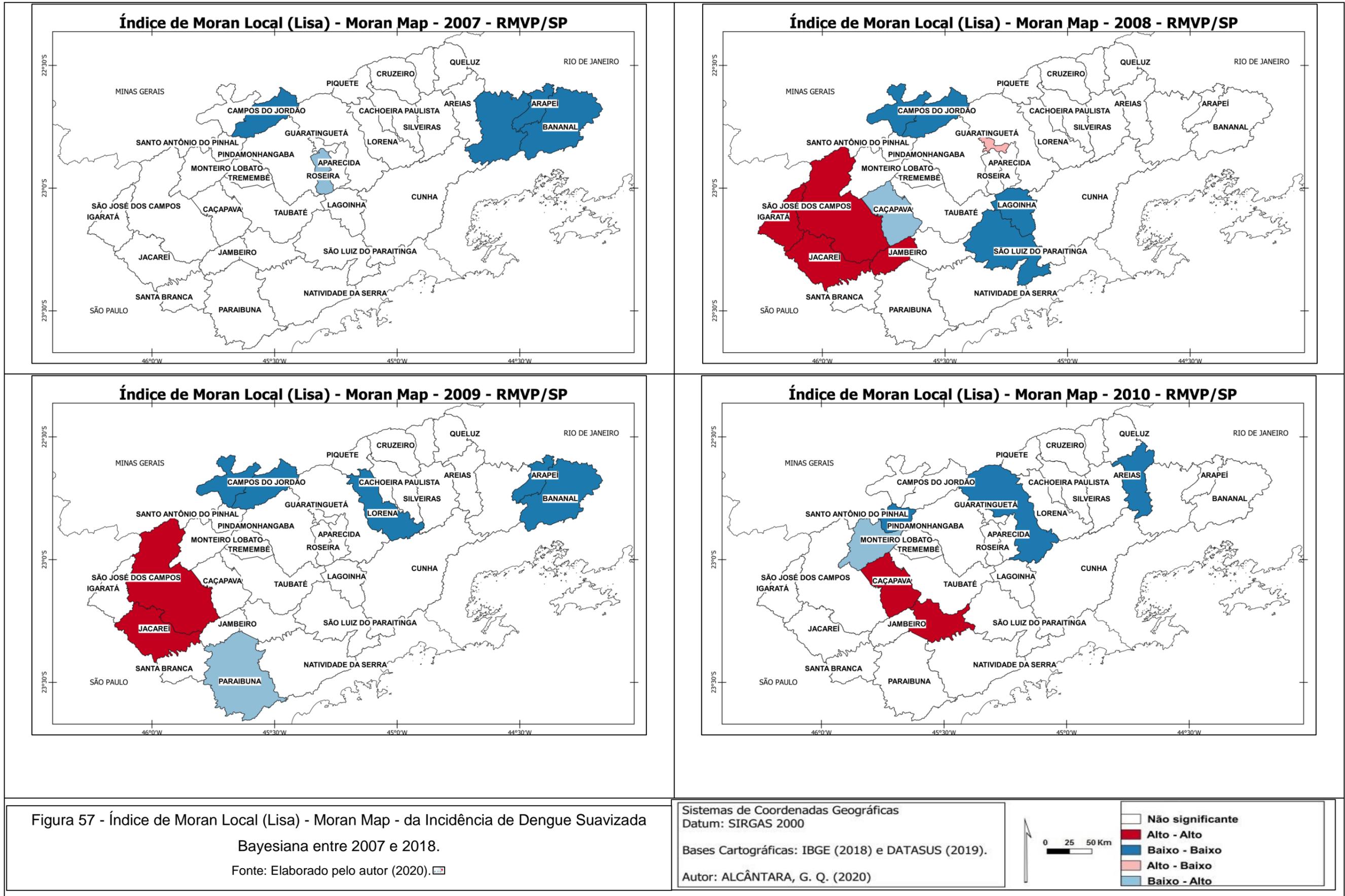
No ano de 2010 seis municípios foram identificados com IMG alto-alto: Igaratá, São José dos Campos (Sub-região I); Taubaté, Tremembé e Redenção da Serra (Sub-região II).Em 2011 foram identificados sete municípios: Pindamonhangaba (Sub-região II); Potim, Guaratinguetá, Lorena, Canas e Cachoeira Paulista (Sub-região III); Cruzeiro (Sub-região IV). No ano de 2012 somente três municípios da Sub-região III, registraram IMG alto-alto: Potim, Aparecida e Guaratinguetá.

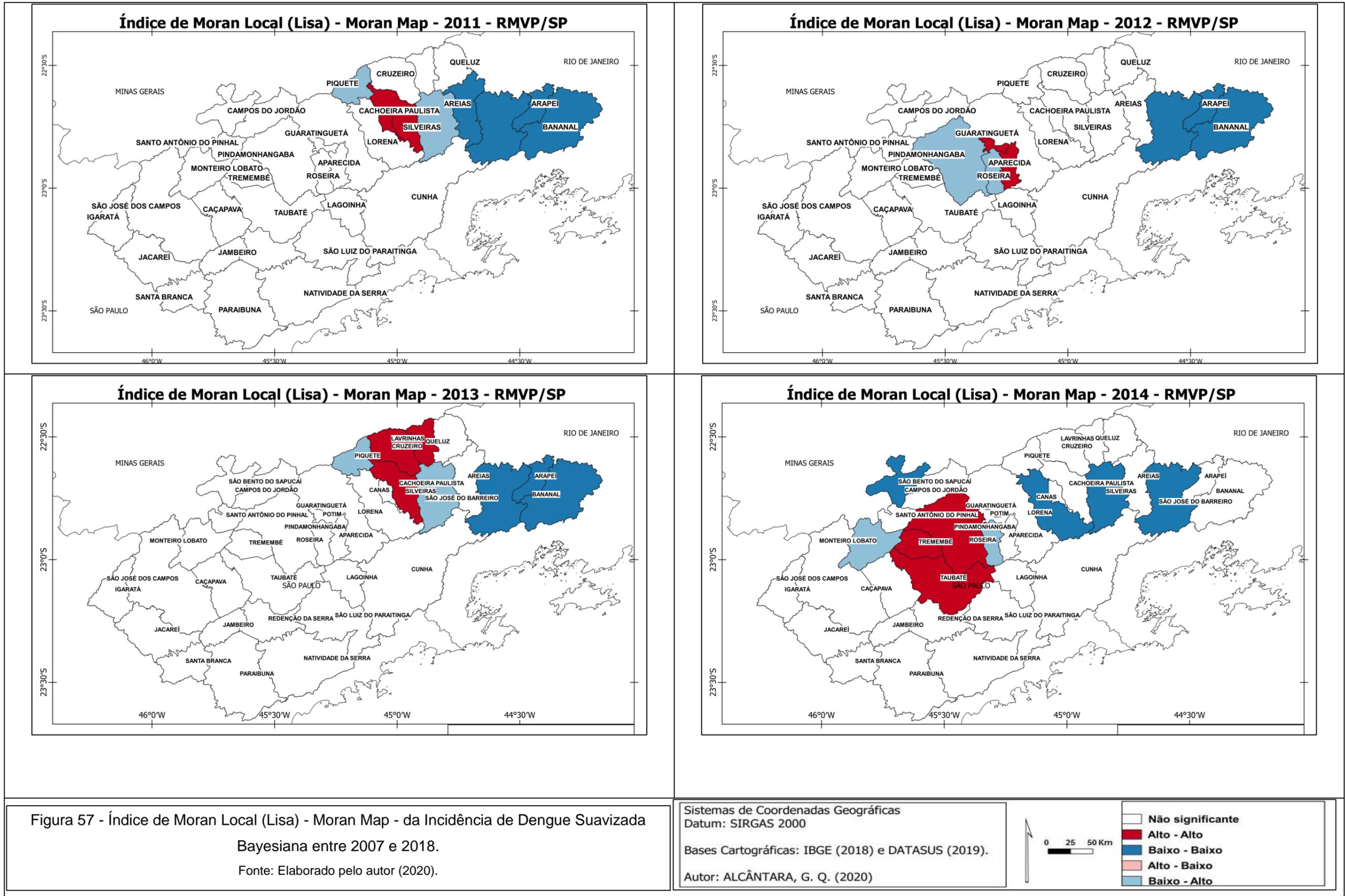
Em 2013 quatro municípios registraram IMG alto-alto: Cachoeira Paulista (Sub-região III); Cruzeiro, Lavrinhas e Queluz (Sub-região IV). No ano de 2014 foram identificados seis municípios: Taubaté, Tremembé, Pindamonhangaba, Redenção da Serra e Natividade da Serra (Sub-regiões II); Potim (Sub-região III). No ano de 2015 foram identificados nove municípios: Igaratá e Jacareí (Sub-região I); Potim, Roseira, Aparecida e Canas (Sub-região III); São José do Barreiro, Arapeí e Bananal (Sub-região IV).

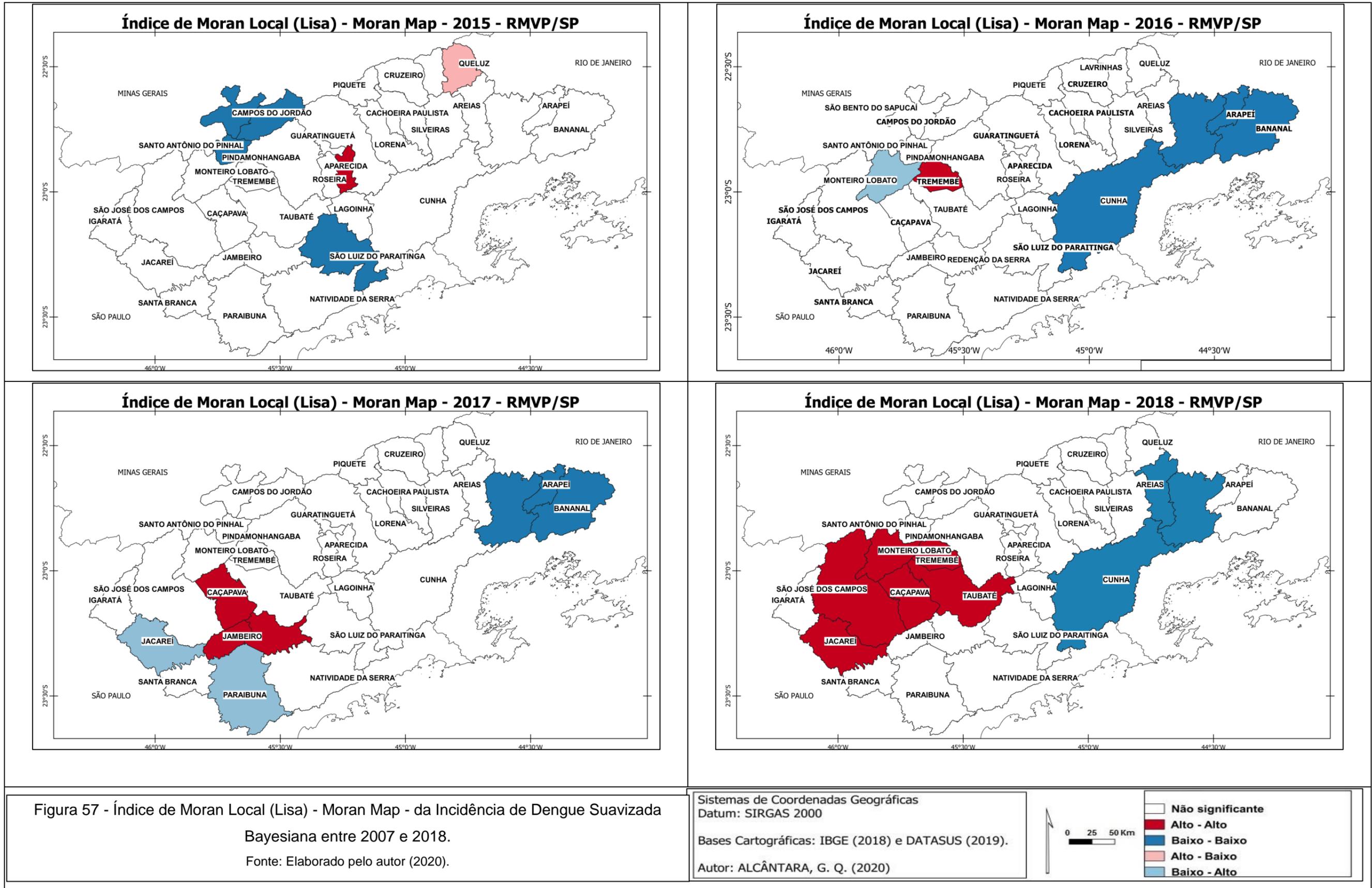
Em 2016 apenas três municípios registraram IMG alto-alto: Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba (Sub-região II). No ano de 2017 dez municípios foram identificados: São José dos Campos, Igaratá, Santa Branca, Monteiro Lobato, Caçapava e Jambuí (Sub-região I); Redenção da Serra, Natividade da Serra e São Luiz do Paraitinga (Sub-região II); Canas (Sub-região III). Em 2018 treze municípios registraram IMG alto-alto da IDSB: São José dos Campos, Igaratá, Jacareí, Jambuí e Monteiro Lobato (Sub-região I); Taubaté, Santo Antônio do Pinhal, Pindamonhangaba e Redenção da Serra (Sub-região II); Roseira e Potim (Sub-região III).

Em seis anos da série histórica, municípios das sub-regiões I e II registraram IMG alto-alto da IDSB. Na sub-região IV foi identificado em sete anos. Em municípios da sub-região III foi constatado em nove anos do período de estudo. Ao observarmos os resultados conforme a divisão da RMVP proposta pela Emplasa (2011) em unidades territoriais, constata-se que municípios do Alto Paraíba registraram IMG alto-alto da IDSB apenas em: 2008, 2009, 2014, 2015, 2017 e 2018. Em todos os anos de estudo municípios do Eixo Urbano Estruturante foram classificados com IMG alto-alto da IDSB.

A seguir (Figura 57) apresentamos a coleção de mapas que retratam o IML da IDSB para a série histórica. Os mapas apresentam apenas os municípios cujos dados do IML da IDSB possuem significância estatística (≤ 0.05) (GEODA, 2020). Nos mapas são identificados quatro tipos de agrupamentos: alto-alto, baixo-baixo, alto-baixo e baixo-alto. Vamos destacar os agrupamentos alto-alto e baixo-baixo do IML da IDSB para a série histórica.







A partir da análise do IML da IDSB ao longo da série histórica, é possível identificar, principalmente, os agrupamentos de municípios alto-alto e baixo-baixo, que indicam, respectivamente, os municípios com maior risco de IDSB e com o menor risco de IDSB em cada ano de estudo.

No ano de 2007 não foi identificado agrupamento alto-alto do IML da IDSB. Foi identificado apenas um agrupamento baixo-baixo formado pelos seguintes municípios: Campos do Jordão (Sub-região II); São José do Barreiro, Arapeí e Bananal (Sub-região IV).

Em 2008 foi identificado agrupamento alto-alto com quatro municípios, são eles: Igaratá, Jacareí, São José dos Campos e Jambuí (Sub-região I). Foi identificado agrupamento baixo-baixo do IML da IDSB, com quatro municípios, são eles: São Bento do Sapucaí, Campos do Jordão, São Luiz do Paraitinga e Lagoinha (Sub-região II).

Em 2009 foi identificado um agrupamento alto-alto, formado por dois municípios: Jacareí e São José dos Campos (Sub-região I). Também foi identificado agrupamento baixo-baixo, com cinco municípios: São Bento do Sapucaí e Campos do Jordão (Sub-região II); Lorena (Sub-região III); Arapeí e Bananal (Sub-região IV).

No ano de 2010, apenas dois municípios compõem agrupamento alto-alto: Caçapava (Sub-região I) e Redenção da Serra (Sub-região II). Três municípios formam agrupamento baixo-baixo: Santo Antônio do Pinhal (Sub-região I); Guaratinguetá (Sub-região III); Areias (Sub-região IV).

Em 2011 dois municípios formam agrupamento alto-alto: Cachoeira Paulista (Sub-região III); Silveiras (Sub-região IV). Quatro municípios formam agrupamento baixo-baixo: Areias, São José do Barreiro, Arapeí e Bananal (Sub-região IV).

No ano de 2012 dois municípios formam agrupamento alto-alto: Aparecida e Potim (Sub-região III). O agrupamento baixo-baixo foi formado com três municípios: São José do Barreiro, Arapeí e Bananal (Sub-região IV).

Em 2013, três municípios formam agrupamento alto-alto: Cachoeira Paulista (Sub-região III); Cruzeiro e Lavrinhas (Sub-região IV). Novamente três municípios da sub-região IV formam agrupamento baixo-baixo: São José do Barreiro, Arapeí e Bananal (Sub-região IV).

No ano de 2014 três municípios da sub-região III formam agrupamento alto-alto: Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba (Sub-região II). Quatro

municípios formam agrupamento baixo-baixo: São Bento do Sapucaí (Sub-região II); Lorena (Sub-região III); Silveiras e São José do Barreiro (Sub-região IV).

Em 2015 o agrupamento alto-alto é identificado com apenas um município: Roseira (Sub-região III). O agrupamento baixo-baixo contém quatro municípios: São Bento do Sapucaí, Santo Antônio do Pinhal e Campos do Jordão (Sub-região II) e São Luiz do Paraitinga (Sub-região II).

No ano de 2016 há agrupamento alto-alto, formado apenas pelo município de Tremembé (Sub-região II). Foi identificado agrupamento baixo-baixo com quatro municípios, são eles: Cunha (Sub-região III); São José do Barreiro, Arapeí e Bananal (Sub-região IV).

Em 2017 foram identificados três municípios em agrupamento alto-alto: Caçapava e Jambeiro (Sub-região I); Redenção da Serra (Sub-região II). O agrupamento baixo-baixo é composto por três municípios: São José do Barreiro, Arapeí e Bananal (Sub-região IV).

No ano de 2018 seis municípios compõem agrupamento alto-alto: São José dos Campos, Jacareí, Monteiro Lobato e Caçapava (Sub-região I); Taubaté e Tremembé (Sub-região II). O agrupamento baixo-baixo é formado por três municípios, são eles: Cunha (Sub-região III); Areias e São José do Barreiro (Sub-região IV).

A partir de análise do IML da IDSB em escala sub-regional, constatamos agrupamentos alto-alto formados por municípios de todas as sub-regiões: Sub-região I (em quatro anos), Sub-região II (em cinco anos), Sub-região III (em quatro anos) e Sub-região IV (em um ano). E ocorreram agrupamentos baixo-baixo formados por municípios da Sub-região II (em quatro anos), Sub-região III (em quatro anos) e Sub-região IV (em dez anos).

Ao analisarmos o IML da IDSB com base em divisão da RMVP proposta por Emplasa (2011) é possível constatar que em onze anos ocorreram agrupamentos alto-alto formados por municípios localizados no Eixo Urbano Estruturante. Nos doze anos de estudo, foi identificado agrupamento baixo-baixo formado por municípios da unidade territorial Alto Paraíba. Sendo que em sete anos, da série histórica, este tipo de agrupamento era constituído por mais de três municípios. Em seis anos foi identificado agrupamento baixo-baixo nos municípios da microrregião Serra da Mantiqueira (parte do Eixo Urbano Estruturante). Portanto, podemos afirmar que a partir da aplicação da técnica IML da IDSB é possível

identificar áreas com maior risco de incidência (Eixo Urbano Estruturante em municípios contíguos a Rodovia Presidente Dutra) e com menor incidência (unidade territorial Alto Paraíba e microrregião Serra da Mantiqueira) durante o período e em cada ano de estudo.

4.6 Considerações Finais

Entre 2007 e 2018, a taxa média de incidência de dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba do Sul (RMVP) foi de 282,90 pessoas por 100 mil habitantes na Região, conforme dados de DATASUS (2019). Ao longo dos anos da série histórica, as maiores taxas de incidência de dengue média ocorreram no período entre 2010 e 2016, sendo identificado quadro epidêmico entre 2011 e 2015 (incidência média acima de 300 mil casos por 100 mil habitantes).

Os dados de incidência de dengue dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba foram submetidos a aplicação da técnica de suavização espacial bayesiana. Com isso, melhorou a precisão do cálculo da taxa de incidência, diminuiu a instabilidade das variâncias de taxas ou proporções e atenuou as taxas extremamente elevadas ou extremamente pequenas no mapa. Como resultado foram produzidos mapas do risco de dengue dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP para o período de estudo (2007 a 2018) e para cada ano da série histórica (entre 2007 e 2018).

Entre 2007 e 2018, dois municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba apresentaram altíssimo risco de dengue: Cruzeiro (Sub-região IV) e Potim (Sub-região III). Também identificamos os sete municípios apresentaram risco alto de incidência de dengue: Taubaté e Tremembé (Sub-região II); Aparecida, Guaratinguetá, Lorena e Cachoeira Paulista (Sub-região III); Queluz (Sub-região IV). Portanto, os municípios que apresentaram maior risco de incidência de dengue estão localizados no Eixo Urbano Estruturante, às margens da BR - 116 (Rodovia Presidente Dutra), pertencentes a Sub-região II (Taubaté), Sub-região III (Guaratinguetá) e Sub-região IV (Cruzeiro). Os municípios com menor risco de incidência de dengue estão localizados na unidade territorial Alto Paraíba (Vale Histórico), na microrregião Serra da Mantiqueira e na Sub-região I (São José dos Campos).

A partir da aplicação da técnica de suavização espacial bayesiana para cada ano da série histórica é possível perceber que o padrão do risco de incidência de dengue mudou ao longo do tempo. Em quase todos os anos, municípios das sub-regiões III (Guaratinguetá) e IV (Cruzeiro) figuraram entre aqueles com maior risco, principalmente na primeira metade da série histórica. Nos municípios da Sub-região II (Taubaté), há maior risco de incidência de dengue a partir de 2011. Na Sub-região

I (São José dos Campos) em 2008 e entre 2016 e 2018, foram identificados municípios dessa sub-região entre aqueles com maior risco de dengue.

A partir da aplicação do Índice de Moran Global Bivariado aos dados de incidência de dengue suavizada bayesiana e os dados dos determinantes geográficos, conseguimos identificar várias respostas sobre a associação espacial entre os dados epidemiológicos e os dados socioeconômicos e ambientais.

Como primeiro resultado, constatou-se que não há associação espacial positiva entre incidência de dengue suavizada bayesiana e a densidade demográfica, para a média de toda a série histórica. Foi constatada associação espacial significativa apenas em anos com baixa taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana (2008, 2009, 2017 e 2018).

Não foi verificada associação espacial negativa entre a incidência de dengue suavizada bayesiana e o índice de desenvolvimento humano municipal nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba. Observou-se associação positiva significativa apenas em anos com baixa incidência de dengue (2008, 2009 e 2018). Ou seja, nos anos com menor taxa de incidência média, os municípios com índice de desenvolvimento humano elevado apresentaram incidência de dengue suavizada bayesiana elevada, em relação a média.

Em relação a análise espacial entre a incidência de dengue suavizada bayesiana e a renda per capita dos municípios da região, a partir do Índice de Moran Global Bivariado, não ocorreu associação espacial negativa significativa para o período de estudo. Ao analisarmos os resultados ano a ano, apenas em 2013 ocorreu correlação negativa significativa entre as duas variáveis. Foi constatada associação positiva significativa entre alta incidência de dengue suavizada bayesiana e elevada renda per capita, apenas em anos com baixa incidência de dengue (2008, 2009, 2017 e 2018). Portanto, não foi constatada correlação entre maior incidência de dengue suavizada bayesiana e menor renda per capita.

A aplicação do Índice de Moran Global Bivariado aos dados de incidência de dengue suavizada bayesiana e o indicador de atendimento de água dos municípios da região, não identificou associação espacial negativa entre as duas variáveis para o período de estudo. Identificamos pequena associação espacial positiva, não significativa para os anos da série histórica. Foi constatada associação espacial positiva significativa apenas nos anos de 2012 e 2015. Nesses dois anos ocorreu quadro epidêmico. Podemos afirmar que não ocorreu relação entre maior

taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e piores indicadores de atendimento de água nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

A partir da utilização do Índice de Moran Global Bivariado para avaliar a associação espacial entre a incidência de dengue suavizada bayesiana e o indicador de coleta e tratamento de esgoto dos municípios da região, identificamos associação espacial positiva, não significativa, entre as duas variáveis para o período de estudo. Não identificamos associação espacial negativa, como esperado para os anos da série histórica. Em quatro anos ocorreu associação espacial negativa, mas os índices de *p-value* não são significativos. Em dois anos (2012 e 2015), foi identificada associação espacial positiva significativa entre as variáveis. Portanto, não podemos afirmar que ocorreu relação entre maior taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e piores indicadores de coleta e tratamento de esgoto nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP.

O cálculo do Índice de Moran Global Bivariado, a partir da taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e o indicador de coleta de lixo dos municípios da região, não resultou em associação espacial negativa, como esperado. O resultado indica pequena associação espacial positiva para o período total de estudo. Na análise do Índice de Moran Global bivariado entre as duas variáveis, não foi identificada associação espacial negativa ou positiva significativas, em nenhum ano de estudo.

Podemos afirmar que não ocorreu relação entre maior taxa de incidência de dengue suavizada bayesiana e piores indicadores ambientais nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba - SP para o período de estudo desta dissertação (2007 a 2018).

A partir da aplicação do Índice de Moran Global e do Índice de Moran Local foi possível realizar a análise da autocorrelação espacial da incidência de dengue suavizada bayesiana dos municípios da região, em relação a média global (da região) e a média dos vizinhos mais próximos.

Com os resultados produzidos a partir da utilização do Índice de Moran Global não podemos afirmar que há autocorrelação espacial entre a incidência de dengue suavizada bayesiana dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba para todo o intervalo da série histórica, por conta do baixo Índice de Moran Global (0.109) e *p-value* (0.079) acima do intervalo de confiança (>0.050)

No entanto, a partir da aplicação do Índice de Moran Global aos dados de incidência de dengue suavizada bayesiana para cada ano entre 2007 e 2018, foi identificada autocorrelação positiva significativa em quase todos os anos. A exceção ocorreu no ano de 2007, ano que apresentou valor positivo do Índice de Moran Global da incidência de dengue suavizada bayesiana, mas com $p\text{-value}(0.053)$ um pouco acima do índice de confiança (probabilidade de 5,3% de autocorrelação espacial aleatória).

Os valores do Índice de Moran Global aplicados a incidência de dengue suavizada bayesiana, foram elevados e significativos, no período entre 2008 e 2018. Principalmente nos anos de 2008, 2009 e entre 2011 e 2018. No ano de 2010 ocorreu pequena autocorrelação positiva (0.087), mas os números do $p\text{-value}$ (0.044) foram significativos. Portanto podemos afirmar que ocorreu incidência de dengue agregada, principalmente em escala sub-regional, em cada ano de estudo, como podemos observar a partir dos resultados do Índice de Moran Local, que discutiremos a seguir.

Constatamos que a elevada incidência de dengue bayesiana ocorreu de forma agregada nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba no período (2008 a 2018), em municípios das Sub-regiões II (Taubaté), III (Guaratinguetá) e IV (Cruzeiro), em municípios da unidade territorial Eixo Urbano Estruturante - contíguos a Rodovia Presidente Dutra (BR-116).

No período estudado, foi identificado um agrupamento formado por municípios com altos valores de incidência de dengue suavizada bayesiana cercados por municípios com valores elevados do mesmo indicador. Neste agrupamento alto-alto foram identificados os municípios de Aparecida e Roseira (Sub-região III). Portanto, estes são os municípios que apresentaram o maior risco de incidência de dengue no período entre 2007 e 2018.

O segundo agrupamento, identificado como baixo-baixo, é formado por São Bento do Sapucaí (Sub-região II) que apresenta baixa incidência de dengue suavizada bayesiana, e é cercado por municípios que também apresentam baixa incidência. Assim sendo, este município pode ser classificado como um município com baixo risco de transmissão de dengue, durante a série histórica.

A partir da aplicação do Índice de Moran Local para os dados de incidência de dengue suavizada bayesiana para cada ano de estudo, e a identificação dos agrupamentos, podemos fazer algumas considerações. Entre 2008

e 2010, formou-se agrupamento alto-alto com municípios da Sub-região I (São José dos Campos). Em 2011 e 2012, agrupamento alto-alto foi identificado na Sub-região III (Guaratinguetá). Em 2013 o agrupamento alto-alto foi identificado em duas sub-regiões: III (Guaratinguetá) e IV (Cruzeiro). No ano de 2014, agrupamento alto-alto foi identificado na Sub-região II (Taubaté). Em 2015 a sub-região III (Guaratinguetá) volta a ser epicentro da incidência de dengue, com a identificação de um agrupamento alto-alto. No ano de 2016, novamente foi identificado agrupamento alto-alto na Sub-região II (Taubaté). Entre 2017 e 2018 foi identificado agrupamento alto-alto nas sub-regiões I (São José dos Campos) e II (Taubaté).

Ao longo dos anos de estudo, algumas áreas se destacaram com a frequência de formação de agrupamentos baixo-baixo, ou seja, municípios com baixa taxa de incidência suavizada bayesiana, cercados por municípios com baixos índices de incidência. Nos doze anos de estudo, foram identificados agrupamentos baixo-baixo na unidade territorial Alto Paraíba (Vale Histórico). Em cinco anos de estudo, foi identificado agrupamento baixo-baixo na microrregião Serra da Mantiqueira. Portanto, essas duas áreas da Região Metropolitana do Vale do Paraíba foram as que apresentaram o menor risco de incidência de dengue ao longo dos anos, pois municípios com baixa incidência média, geralmente estão cercados por municípios que também apresentam baixa incidência de dengue média.

O presente estudo foi realizado a partir do levantamento de dados socioeconômicos, demográficos e epidemiológicos, disponibilizados por órgãos públicos e instituições de pesquisa. Os dados disponibilizados são associados a municípios, regiões de saúde e estados. Esse perfil das informações restringe, geograficamente, a aplicação de metodologias de análise espacial e de inferência sobre associações e autocorrelações espaciais. A utilização de dados areais, relacionados a bairros e setores censitários, por exemplo, e de dados pontuais, ampliariam as possibilidades de análise espacial.

Outra limitação está relacionada a utilização de dados secundários, uma vez que as informações epidemiológicas foram baseadas em registros de casos notificados ao Sinan. Sendo assim, o conjunto de dados sobre a doença, podem refletir a notificação de casos de dengue mais graves, podendo haver subnotificação das formas leves da doença.

Em futuros estudos, seria importante analisar outros determinantes geográficos relacionados à incidência de dengue, entre eles, escolaridade,

alfabetização, porcentagem de população por faixa etária, índice de vegetação, densidade de estradas, mobilidade urbana, adensamento domiciliar e condições climáticas. Outra possibilidade de continuidade da pesquisa é a expansão da área estudada, incluindo-se também, municípios mineiros e fluminenses limítrofes a Região Metropolitana do Vale do Paraíba, e municípios do Litoral Norte de São Paulo.

Neste estudo, foi possível demonstrar que a utilização de métodos e técnicas de análise espacial é um importante instrumento a ser utilizado nos estudos epidemiológicos. São úteis para monitorar, acompanhar e entender a incidência de dengue. Devem ser utilizados por secretarias de saúde, órgãos de vigilância epidemiológica e de controle do vetor, nos estados e municípios. Para auxiliar no planejamento e execução de ações, suscitar impacto positivo no controle do agravo e diminuir o risco de incidência de dengue.

Diante desta pesquisa, ficou claro que a dengue, na Região Metropolitana do Vale do Paraíba, não está espacialmente associada a um único determinante geográfico, e que, ações de um município não devem ser pensadas de forma isolada, pois foi identificada autocorrelação espacial entre a incidência de dengue na maioria dos anos de estudo.

Julgamos que as contribuições desta pesquisa poderiam ser úteis para identificar municípios prioritários para o desenvolvimento de ações regionais de controle da dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba.

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, B. K. CAO, C., LAKES, T. CHEN, W. NAEEM, S. Spatio temporal analysis of dengue fever in Nepal from 2010 to 2014 **BMC Public Health** (2016) 16:849. Disponível em: [doi: 10.1186/s12889-016-3432-z](https://doi.org/10.1186/s12889-016-3432-z).
- ADAMCZYK, W. B. FAHL, G. B. Incidência de dengue no Rio Grande do Sul: uma análise econométrica espacial. **Perspectiva Econômica**, 13 (3):203-214, n. especial: dezembro 2017 Unisinos – [doi:10.4013/pe.2017.133.04](https://doi.org/10.4013/pe.2017.133.04).
- ALBERT, P. D. GESLER, W. M. LEVERGOOD, B. **Spatial analysis, GIS, and remote sensing. Applications in the health sciences**. Chelsea: Ed. Ann Arbor Press; 2001.
- ALMEIDA, L. Q. Diagnóstico Socioambiental e Contribuições para o Planejamento Ambiental do Município de Maracanaú – CE.: **Caminhos da Geografia - Revista On-Line**. 2006. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15392/8691>. Acesso em novembro de 2016.
- ALMEIDA, M. C. M. CAIAFFA, W. T. ASSUNÇÃO, R. M. PROIETTI, F. A. Spatial vulnerability to dengue in a Brazilian urban area during a 7-year surveillance. **J Urban Heal**. 2007 Jan; 84(3):334–45. [doi: \[10.1007/s11524-006-9154-2\]](https://doi.org/10.1007/s11524-006-9154-2).
- ALMEIDA, M. C. M. ASSUNÇÃO, R. M. PROIETTI, F. A. CAIAFFA, W. T. Dinâmica intra-urbana das epidemias de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 1996-2002. **Cad Saúde Pública**. 2008 Out; 24 (10):2385–95. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v24n10/19.pdf>.
- ALMEIDA, A.S. MEDRONHO, R. D. E. A. VALENCIA, L. I. Spatial analysis of dengue and the socioeconomic context of the city of Rio de Janeiro (Southeastern Brazil). **Rev Saúde Pública** 2009; 43(4): 666-73.
- ALMEIDA, E. S. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Editora Alínea, 2012.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical Analysis** 1995; 27(2): 93-115.
- ANSELIN, L. **Spatial econometrics**. Bruton Center: School of Social Sciences; Dallas: University of Texas, 1999.
- ANSELIN, L. **International Regional Science Review** 26, 2: 153–166 (April 2003) Disponível em: https://web.pdx.edu/~crkl/SEAUG/papers/Anselin_IRSR_2003.pdf.

- ANSELIN, L. Thirty years of spatial econometrics. **Papers in Regional Science**, vol. 89, n. 1, p. 3-25, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2010.00279.x>.
- ANTONIO, F. J. ITAMI, A. S. DE PICOLI, S. TEIXEIRA, J. J. V. MENDES, R. D. S. Spatial patterns of dengue cases in Brazil. **PLoS ONE** 12(7): 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180715>.
- ARON, J. L. PATZ, J. A. **Ecosystem change and public health: A global perspective**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press; 2001.
- ASTUTI, E. P. et al. Paediatric dengue infection in Cirebon, Indonesia: a temporal and spatial analysis of notified dengue incidence to inform surveillance. **Parasites Vectors** (2019) 12:186. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3446-3>.
- BARCELLOS, C. C. SABROZA, P. C. PEITER, P. ROJAS, L. I. Organização espacial, saúde e qualidade de vida: análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. **Inf Epidemiológico do Sus** [Internet]. 2002 11(3):129–38. Acesso em jun. 2018. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/713/2/BARCELLOS_Analise_espacial_e_uso_de_indicadores_saude_2002.pdf.
- BARCELLOS, C. PUSTAI, A. K. WEBER, M. A. BRITO, M. R. V. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através da técnica de geoprocessamento. **Rev Soc Bras Med Trop** 2005; 38(3): 246-50. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v38n3/24003.pdf>.
- BARCELLOS, C. **A geografia e o contexto dos problemas de saúde**. Rio de Janeiro: ABRASCO; ICICT; EPSJV, 2008. 384p.
- BARCELLOS, C. BUZAI, G. D. SANTANA, P. Geografía de la salud: bases y actualidad. **Salud Colectiva**. 2018; 14 (1):1-4. Disponível em: [doi: 10.18294/sc.2018.1763](https://doi.org/10.18294/sc.2018.1763).
- BARROZO, L. V. Contribuições da cartografia aos estudos de geografia da saúde: Investigando associações entre padrões espaciais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 413, p. 43-425, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7154/RDG.2014.0114.0017>.
- BHATT, S., et al., **The global distribution and burden of dengue**. Nature, 2013. 496(7446): p. 504–507. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature12060>.

BOUSQUAT, A. E. M. COHN, A. A dimensão espacial nos estudos sobre saúde: uma trajetória histórica. **História, Ciências, Saúde. Vol. 11(3):** 549-68, set.-dez. 2004. Manguinhos, Rio de Janeiro. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-59702004000300002>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Plano nacional de controle da dengue.** Ministério da Saúde: Brasília. 2002. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pncd_2002.pdf.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dengue: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento.** 2002. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/dengue_aspecto_epidemiologicos_diagnostico_tratamento.pdf. Acesso em: 11/2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue.** 2009. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_nacionais_prevencao_controle_dengue.pdf. Acesso em: 11/2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Departamento de análise de situação de saúde. Saúde Brasil 2010: uma análise da situação de saúde e evidências selecionadas de impacto de ações de vigilância em saúde.** Brasília: Ministério da Saúde; Capítulo 7, Dengue no Brasil: tendências e mudanças na epidemiologia, com ênfase nas epidemias de 2008 e 2010. p. 157-72. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim epidemiológico - Volume 47 - nº 03 - 2016 - Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a semana epidemiológica 52, 2015.** Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/janeiro/15/svs2016-be003-dengue-se52.pdf>. Acesso em: 11/2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Informe epidemiológico leptospirose de 2010 a 2014.** 2016. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/maio/20/Informe-epidemiologico-leptospirose.pdf>. Acesso em: 11/2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Incidência de dengue 1990 até 2014.** 2018. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2015/julho/29/Dengue-at-2014.pdf>. Acesso em: 11/2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS: Departamento de informática do SUS. Brasília, Ministério da Saúde, 2019. **Informações de saúde (TABNET)** Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>. Acesso em: 10/03/2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS: Departamento de Informática do SUS. Brasília, Ministério da Saúde, 2020. **Informações de Saúde (TABNET)**. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim epidemiológico - Volume 51 - nº 33 - Agosto, 2020** - Óbito por arboviroses no Brasil, 2008 a 2019. 2020. Disponível em: <http://plataforma.saude.gov.br/anomalias-congenitas/boletim-epidemiologico-SVS-33-2020.pdf>.

BRIGGS, D. J. Mapping environmental exposure. In: **Geographical & environmental epidemiology. Methods for small area studies**. Ed. By P. Elliot. Great Britain: Oxford Medical publications; 1996. p.158-96.

BUNGE, W. **Theoretical geography**. Lund, 1ª ed., 1966, 209 p.

CABRAL, J. A.; FREITAS, M. V. Distribuição Espacial e Determinantes Socioeconômicos e Demográficos da Dengue nos Municípios Brasileiros. **Revista brasileira de estudos regionais e urbanos**, v. 6, n. 1, p. 81-95, 22 ago. 2015. Disponível em: <https://www.revistaaber.org.br/rberu/article/view/82>.

CAO, Z. LIU, T. LI, X. WANG, J. LIN, H. CHEN, L. et al. Individual and interactive effects of socio-ecological factors on dengue fever at fine spatial scale: A geographical detector-based analysis. **Int J Environ Res Public Health**. 2017;14(7). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28714925/>.

CARBALLO, M. T. **Métodos bayesianos em epidemiologia espacial: avaliando a taxa de fecundidade em mulheres de 10 a 19 anos em Porto Alegre**. 2005. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CASTILHO, F. J. V. **Abordagem geográfica do clima urbano e das enfermidades em São José do Rio Preto/SP**. 2006. 210 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2006. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95695>.

CATÃO, R. C. **Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional**. 2011. 169 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011.

- CATÃO, R. C. GUIMARÃES, R. Difusão do *Aedes Aegypti* no estado de São Paulo utilizando superfície de tendência, 1985-2012. **Geografia em Atos** (Online), 1(3), 18. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.35416/geoatos.v1i3.4496>.
- CHIARAVALLOTI-NETO, F. O geoprocessamento e saúde pública. **Arquivos de ciências da saúde, [S.l.]**, v. 23, n. 4, p. 01-02, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17696/2318-3691.23.4.2016.661>.
- CLIFF, A. D, HAGGET, P. **Atlas of disease distributions: analytic approaches to epidemiological data**. London, Blackwell, 1979, 299p.
- CLIFF, A. D, HAGGET, P. **Atlas of disease distributions**. Cambridge, Blackwell, 1992.
- CORDEIRO, M. P. **Planejamento territorial regional e proteção ambiental: o caso do Vale do Paraíba paulista**. São Paulo. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - USP, São Paulo, 1999.
- COSTA, J. V. **Análise espacial do risco de dengue no município de Campinas: modelagem bayesiana**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: 2013.
- COSTA, A. I. P.; NATAL, D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no sudeste do Brasil. **Rev Saúde Pública**. 1998; 32(3): 232-6. Disponível em: [Doi:10.1590/S0034-89101998000300005](https://doi.org/10.1590/S0034-89101998000300005).
- COSTA, S. BRANCO, M. AQUINO JUNIOR, J. RODRIGUES, Z. QUEIROZ, R. ARAUJO, A. et. al. Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever, and zika virus infections in Maranhão State, - Brazil. **Rev. Inst. Med. Trop.** São Paulo. 2018 Oct 25;60:e62. Disponível em: [doi:10.1590/S1678-9946201860062](https://doi.org/10.1590/S1678-9946201860062).
- COX, J. GRILLET, M. E. RAMOS, O. M. AMADOR, M. BARRERA, R. Habitat segregation of dengue vectors along na urban environmental gradient. **Am J Trop Med Hyg** [Internet]. 2007 May 76(5):820–6. Acesso em junho 2018. Disponível em: <http://www.ajtmh.org/content/76/5/820.long>.
- CUZICK, J.; ELLIOTT, P. Small-area studies: purpose and methods .in**Geographical & environmental epidemiology. Methods for small área studies**. Ed. By P. Elliot. Oxford Medical publications. Great Britain. 1996.
- CZERESNIA, D. RIBEIRO, A. M. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. **Cad. Saúde Pública, Riode Janeiro**, 16 (3): 595-617, jul-set, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v16n3/2947.pdf>.

- DATAGEO. **Infraestrutura de dados espaciais ambientais do estado de São Paulo**. 2019. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/#>. Acesso em 07/01/2019.
- DUTRA, D. A. **Geografia da saúde no Brasil: arcabouço teórico-epistemológico, temáticas e desafios**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/26567>.
- ELLIOT, P. WAKEFIELD, J. BEST, N. BRIGGS, D. **Spatial epidemiology. Methods and applications**. New York: Oxford University press. 2006.
- EMPLASA. **Mapa do uso e ocupação do solo na Grande São Paulo**. CD 01 e CD 02. São Paulo. EMLASA, 2006.
- EMPLASA. **Estudo técnico: Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte**. São Paulo: Emplasa, 2011.
- ESPINOSA, M. WEINBERG, D. ROTELA, C. H. POLOP, F. ABRIL, M. SCAVUZZO, C. M. Temporal dynamics and spatial patterns of *Aedes aegypti* breeding sites, in the context of a dengue control program in Tartagal (Salta Province, Argentina). **PLoS Negl Trop Dis**. 2016 May;10(5):1–21. Disponível em: [doi:10.1371/journal.pntd.0004621](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004621).
- FERREIRA, M. U. Epidemiologia e geografia: o complexo patogênico de Max Sorré. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 7, nº 3, 1991. pp. 297-300.
- FERREIRA, M. C. **Procedimento metodológico para modelagem cartográfica e análise regional de epidemias de dengue em sistema de informação geográfica**. 2003. Tese (Livre Docência em Geografia). 231 f. Campinas: Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade de Campinas.
- FERREIRA, M. C. Considerações teórico-metodológicas sobre as origens e a inserção do Sistema de Informação Geográfico na geografia. In: VITTE, A. C. **Contribuições à história e à epistemologia da geografia**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p.101-125.
- FERREIRA, M. C. **Iniciação a análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento**. 1 ed. – São Paulo: Editora Unesp. 2014.
- FINKE, L. L. **Versuch einer allgemeinen medicinisch-praktischen geographie**. Leipzig: Weidmannsche Buchhandlung; 1792. Disponível em: https://archive.org/details/b28772325_0001.

FRAHIA, H. Reinfestação do Brasil pelo *Aedes aegypti*: considerações sobre o risco de urbanização do vírus da febre amarela silvestre na região reinfestada. **Revista do Instituto Medicina Tropical de São Paulo**, v. 10, n. 5, p.289-294 , set-out, 1968.

Disponível em: <https://patua.iec.gov.br/handle/iec/2089?locale-attribute=es>.

FUNDAÇÃO SEADE - Fundação Sistema Estadual de análise de dados - Seade. **Plataforma de mapas interativos com dados espaciais para apresentação de informações socioeconômicas sobre o Estado de SP**. São Paulo. 2019.

Disponível em: <https://portalgeo.seade.gov.br/download-de-dados/>. Acesso em 04/01/2019.

GALLI, B. CHIARAVALLOTI-NETO, F. Temporal-spatial risk model to identify areas at high-risk for occurrence of dengue fever. **Rev Saúde Pública** 2008; 42(4): 656-63.

Disponível: <https://scielosp.org/pdf/rsp/2008.v42n4/656-663/pt>.

GATRELL, A. C. **Geographies of health: an introduction**. Blackwell, Oxford. 2002.

GLASS, G. E. Update: spatial aspects of epidemiology: The interface with medical geography, **Epidemiologic Reviews**, Volume 22, Issue 1, 2000, p. 136–139.

Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.epirev.a018010>.

GLASSER, C. M.; GOMES, A. C. Infestação do estado de São Paulo por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. **Rev. Saúde Pública, São Paulo** , v. 34, n. 6, p. 570-577, Dec. 2000 .Disponível em:<https://doi.org/10.1590/S0034-89102000000600002>.

GUBLER, D. J. CLARK, G. G. Dengue/dengue hemorrhagic fever: the emergence of a global health problem. **Emerg Infect Dis**. 1995; 1 (2) :55–7.

GUBLER, D. Population growth, urbanization, automobiles and airplanes: The dengue connection. In: GREENWOOD, B. DE COCK, K. eds. **New and resurgent infections: prediction, detection and management of tomorrow's epidemics**.

London: London School of Hygiene and Tropical Medicine; 1998. pp. 117–129.

GOMES, B. S. M.; BASTOS, S. Q. A. NASCIMENTO, B. R. Uma avaliação espacial da incidência da dengue nos municípios de Minas Gerais, nos anos 2000 e 2010.

Ensaio FEE, 38 (1), 35-74, 2017. Disponível em: <https://revistas.dee.sp.gov.br/index.php/ensaio/article/view/3505>.

HAESBAERT, R. **Viver no limite: território e multi/transterritorialidade em tempos de in-segurança e contenção**. 1ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2014. 320p.

HAGERSTRAND, T. **Diffusion of innovations**. Chicago University Press, 1968.

HONORATO, T. et al. Spatial analysis of distribution of dengue cases in Espírito Santo, Brazil, in 2010: use of bayesian model. **Rev. bras. epidemiol.**, São Paulo, v.17, supl. 2, p. 150-159, 2014. Acesso em: 04/2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4503201400060013>.

HU, W. CLEMENTS, A. WILLIAMS, G. TONG, S. Spatial analysis of notified dengue fever infections. **Epidemiol Infect** 2011; 139(3): 391-9. Disponível em: [doi:10.1017/S0950268810000713](https://doi.org/10.1017/S0950268810000713).

HU, W. CLEMENTS, A. WILLIAMS, G. TONG, S. MENGERSEN K. Spatial patterns and socioecological drivers of dengue fever transmission in Queensland, Australia. **Environ Health Perspect** 2012; 120(2): 260-6. Disponível em: [doi:10.1289/ehp.1003270](https://doi.org/10.1289/ehp.1003270).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>.

Acesso em: 02/01/2019.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira : 2017** / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2017 147p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101459.pdf>.

IBGE. **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018 119p. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=22367&t=resultados>.

JEEFOO, P. TRIPATHI, N. K. SOURIS, M. Spatio-temporal diffusion pattern and hotspot detection of dengue in Chachoengsao province, Thailand. **Int J Environ Res Public Health** 2011; 8(1): 51-74.

JOHANSEN, I. C. CARMO, R. L. BUENO, M. C. D. Water, sanitation and health: An intra-urban comparison in the municipality of Caraguatatuba, Brazil. **Water Int.** 2013 Nov; 38(7):888–901. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1080/02508060.2013.856834>.

JOHANSEN, I. C.; CARMO, R. L.; ALVES, L. C.. Desigualdade social intraurbana: implicações sobre a epidemia de dengue em Campinas, SP, em 2014. **Cad. Metrop**, São Paulo , v. 18, n. 36, p. 421-440, dez. 2016. Acesso em 04/ 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2016-3606>.

- KAJIYA, F. T. **Dengue na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte de São Paulo: condições socioambientais e dinâmica da doença**. São Paulo – 2015. N^o fls. 115 f.: il. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2015.
- KIKUTI, M. CUNHA, G. M. PAPLOSKI, I. A. D. KASPER, A. M. SILVA, M. M. O. TAVARES, A. S. et al. Spatial distribution of dengue in a Brazilian Urban slum setting: Role of socioeconomic gradient in disease risk. **PLoS Negl Trop Dis**. 2015 Jul; 9(7):1–18. Disponível em: [doi:10.1371/journal.pntd.0003937](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003937).
- KOCH, T. **Cartographies of disease: maps, mapping and medicine**. Redlands, CA: ESRI Press, 2005.
- KÖPPEN, W. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt (Attempted climate classification in relation to plant distributions). **Geogr. Zeitschrift**, **6**, 593-611, 657-679. 1900. (Map.1 Map. 2). Disponível em: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/koeppen.htm>.
- KOZEL, S. Das “velhas certezas” à (re) significação do geográfico. In.: SILVA, A. A. D. da; GALENO, A. **Geografia ciência do complexus**. Porto Alegre: Sulina. p.160-180, 2004.
- KULLDORFF, M. A spatial scan statistic. **Commun.Statist**. 26(6):1481-1496, 1997. Disponível em: [doi: 10.1080/03610929708831995](https://doi.org/10.1080/03610929708831995).
- LAWSON, A. B. **Statistical methods in spatial epidemiology**. New York. John Wiley, 2001.
- LETA, S. BEYENE, T. J. CLERCQ, E. M. AMENU, A. KRAEMER, M. U. G. REVIE, C. W. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, **International Journal of Infectious Diseases**, **Volume 67**, 2018, Pages 25-35. Acesso em 05/2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2017.11.026><https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971217303089>.
- LIMA-CAMARA, T. N. HONORIO, N. A. LOURENCO-DE-OLIVEIRA, R. Frequency and spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Cad Saude Publica** **22** :2079–2084. in Rio de Janeiro, Brazil. 2006. Disponível em: [doi:10.1590/s0102-311x2006001000013](https://doi.org/10.1590/s0102-311x2006001000013).

MACHADO, J. P. OLIVEIRA, R.M. SOUZA-SANTOS, R. Spatial analysis of dengue occurrence and living conditions in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. **Cad Saude Publica** 2009; 25(5): 1025-34. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2009000500009>.

MAGALHÃES, M. A. F. M. et al. Sistemas de informações geográficas em saúde. In.: SANTOS, S. M.; BARCELLOS, C. (Org.). **Abordagens espaciais na saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. p. 43-81.

MAGALHÃES, G. O uso de geoprocessamento e da estatística nos estudos ecológicos em epidemiologia: O caso da dengue em 2008 na região metropolitana de Fortaleza. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, p. 63-77, 2012. Disponível em: www.seer.ufu.br/index.php/hygeia. Acesso 11/2018.

MARSHALL, R. Mapping disease and mortality rates using empirical bayes estimators. **Applied Statistics** v.40, p.283-294, 1991. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2347593?seq=1>.

MAZETTO, F. A. P. **Análise da qualidade de vida urbana através do indicador saúde (doenças transmissíveis): o exemplo de Rio Claro, SP**. 219 f. 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1996.

MAZETTO, F. A. P. Pioneiros da Geografia da Saúde: Séculos XVIII, XIX e XX. In. **A geografia e o contexto dos problemas de saúde**. BARCELLOS, C. (Org.), Rio de Janeiro; Abrasco; 2008. 384 p.

MEDEIROS, J. S.; CÂMARA, G. **Introdução à ciência da geoinformação**. 1 - 36. Capítulo 10: Geoprocessamento para estudos ambientais. São José dos Campos. INPE. 2001. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap10-aplicacoesambientais.pdf>. Acesso em: 06/2016.

MENDES, C. B.; COSTA, K. S. Relatório de casos positivos notificados de dengue pelo vetor *Aedes aegypti* (díptera: culicidae) na região da Baixada Santista/SP, entre 1997 a Junho de 2010. **Revista Ceciliana, Santos**, v. 3, n. 1, p. 40-44, jun. 2011. Disponível em: https://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao_05/1-2011-40-44.pdf.

MENDES, J. A. **Influência do padrão espacial do uso do solo urbano e da proximidade de criadouros do *Aedes aegypti* na ocorrência de casos de dengue durante a epidemia de 2013 em Campinas - SP.** 2016. 1 recurso online (81 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/330405>. Acesso em: novembro de 2018.

MONDINI, A. CHIARAVALLOTI NETO, F. Socioeconomic variables and dengue transmission. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 6, p. 923-930, Dec. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102007000600006>.

MONDINI A, CHIARAVALLOTI-NETO, F. Spatial correlation of incidence of dengue with socioeconomic, demographic and environmental variables in a Brazilian city. **Sci Total Environ.** 2008 Apr; 393(2-3):241–8. Disponível em: [doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.01.010](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.01.010).

MORAES, A. C. R. **Geografia Pequena História Crítica.** São Paulo: Hucitec, 1997.

MORALES-GARCÍA, M.A. et al. Análisis de la distribución espacial y temporal de los virus del Dengue (2006-2017), Zika (2015-2017) y Chikungunya (2014-2017) en Colombia. **Infectio** 2019; 23(4): 352-356. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/336073888> Analysis of the spatial and t emporal distribution of the Dengue virus/citations.

NAKHAPAKORN, K. TRIPATHI, N. An information value based analysis of physical and climatic factors affecting dengue fever and dengue hemorrhagic fever incidence. **Int J Health Geogr**, p. 4-13, 2005. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1177981/>.

NARDI, S. M. T. PASCHOAL, J. A. A. PEDRO, H. S. P. PASCHOAL, V. D. A. SICHIERI, E. P. Geoprocessamento em saúde pública: fundamentos e aplicações. **Rev Inst Adolfo Lutz.** São Paulo, 2013; 72(3):185-91.

Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2013/ses-30117/ses-30117-5455.pdf>.

NOGUEIRA, H. **Os lugares e a saúde – Uma abordagem da geografia às variações em saúde na área metropolitana de Lisboa**, Dissertação de doutoramento, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, 2007 483 p.

NOGUEIRA, H. **Os Lugares e a saúde. Investigação em geografia da saúde**, Coimbra, Imprensa da Universidade de Coimbra, 2008.

OLIVEIRA, M. A. **Condicionantes socioambientais urbanos associados à ocorrência de dengue no município de Araraquara.** [Tese] Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, M. A. RIBEIRO, H. CASTILLO-SALGADO, C. Geospatial analysis applied to epidemiological studies of dengue: a systematic review. **Rev Bras Epidemiol.** 2013, 16: 907-917. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2013000400011>.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Curso de aperfeiçoamento em desenvolvimento de recursos humanos de saúde.** Brasília, DF, 1991. (Série Desenvolvimento de Recursos Humanos, n. 3). Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/CADRHU_completo.pdf. Acesso em: 8/2018.

OPS e OMS. Organización Panamericana de la Salud e Organización Mundial de la Salud. **Dengue: guías para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control.** La Paz. Bolivia. OPS/OMS, 2010.

OMS - Organização Mundial da Saúde. Dengue-and-severe-dengue. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em 12/10/2020.

PAVLOVSKY, E. **Natural nidity of transmissible diseases.**Moscou, Peace Publishers. 1939.

PESSOA, S. B. **Ensaio médico-sociais.** São Paulo: CEBES/Editora Hucitec, 1978.

PONTES, R. J. S.; RUFFINO-NETTO, A. Dengue em localidade urbana da região sudeste do Brasil: aspectos epidemiológicos. **Revista de Saúde Pública**, v.28, n.3, p.218-227, 1994. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/rsp/1994.v28n3/218-227/>.

QI, X.; WANG Y; LI, Y.; MENG, Y.; CHEN, Q. MA, J; et al.The Effects of Socioeconomic and Environmental Factors on the Incidence of Dengue Fever in the Pearl River Delta, China, 2013.**PloS Negl Trop Dis** 2015 Oct; 9(10):e0004159. Disponível em: [doi:10.1371/journal.pntd.0004159](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004159).

RESCHILIAN, P. R. **Revista Ciências Humanas, Taubaté**, v. 11, n. 1, p. 25-32, jan./jun. 2005.

RIBEIRO, A. F. MARQUES, G. R. A. M, VOLTOLINI, J. C. CONDINO, M. L. F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Rev. Saúde Pública.** 2006; 40(4): 671-6. Disponível em: [DOI:10.1590/S0034-89102006000500017](https://doi.org/10.1590/S0034-89102006000500017).

RICCI, F. **Indústrias têxteis na periferia: origens e desenvolvimento — o caso do Vale do Paraíba, Taubaté-SP**: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2006,180 p.

INIGUEZ ROJAS, Luisa. Geografía y salud: temas y perspectivas en América Latina. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro,v. 14, n. 4, p. 701-711, Oct. 1998 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1998000400012>. Acesso em: 02/2019.

SANNA, M. HSIEH, Y. H. Ascertaining the impact of public rapid transit system on spread of dengue in urban settings. **Sci Total Environ** [Internet]. 2017 Nov 598:1151–9. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.050>.

SANTANA, P. **Saúde território e sociedade contributos para uma geografia da saúde**. Coleção: Textos pedagógicos e Didáticos. Coimbra–Portugal, 2005, 187p.

SANTOS, M. **Manual de geografia urbana**.3ª.ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SANTOS, M. **O Brasil: território e sociedade no início do séc. XXI**. Editora Record, 2011.

SANTOS, A. E.; RODRIGUES, A. L.; LOPES, D. L. Aplicações de estimadores bayesianos empíricos para análise espacial de taxas de mortalidade. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOINFORMÁTICA, 2005, Campos do Jordão. **Anais VII Simpósio Brasileiro de Geoinformática**. Campos do Jordão: INPE, 2005. p. 300 - 309. Disponível em: <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/geoinfo@80/2006/07.11.13.29/doc/P63.pdf>.

SANTOS, C. A.; MACEDO, M. R. A.; ROCHA, J. F.; MIRANDA, R. S. Epidemiologia espacial para casos de dengue no estado do Pará. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. INPE, 2013. p. 8538 - 8545. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.41.40/doc/p1324.pdf>.

SÃO PAULO. **Decreto n. 22.970**, de 29 de novembro de 1984. Cria regiões de Governo e dá outras providências. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/legislacao>.

SÃO PAULO. **Lei Complementar Estadual Nº 1.166**, De 9 de janeiro de 2012.

Disponível em:

<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2012/lei.complementar-1166-09.01.2012.html>.

SCHMIDT, W. P. SUZUKI, M. THIEM, V. D. WHITE, R. G. TSUZUKI, A. YOSHIDA, L. M. et al. Population density, water supply, and the risk of dengue fever in Vietnam: cohort study and spatial analysis. **PLoS Medicine**, 2011; 8(8):1-10.

SILVA, L. J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 13, nº 4, pp. 585-93. 1997.

SILVA, S. L. C. et al. Visualização dos padrões de variação da taxa de mortalidade infantil no Rio Grande do Sul, Brasil: comparação entre as abordagens bayesiana empírica e totalmente bayesiana. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 7, p. 1423-1432, 2011. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/csp/2011.v27n7/1423-1432/>.

SILVA, K. A. A. **Circulando entre mares e morros: dinâmica migratória e tecnificação do espaço na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte 1991/2010**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Campinas, SP [s.n.], 2014.

SILVA, J. P. Análise exploratória de dados espaciais da dengue no estado de São Paulo. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 03, Ed. 06, Vol. 01, pp. 136-144, Junho de 2018.

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/dados-espaciais-da-dengue>.

SIMMONS, C. P. FARRAR, J. J. VAN VINH CHAU, N. WILLS, B. Dengue. **N. Engl. J. Med.** 366 (15):1423–32. 2012. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMra1110265>.

SIQUEIRA JUNIOR, J. B. MACIEL, I. J. BARCELLOS, C. SOUZA, W.V. CARVALHO, M. S. NASCIMENTO, N. E. et al. Spatial point analysis based on dengue surveys at household level in central Brazil. **BMC Public Health**. 2008 Oct; 8:1–9. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-8-361>.

SKALINSKI, L. M. COSTA, M. C. N. TEIXEIRA, M. G. L. Contribuições da análise espacial para a compreensão da dinâmica de transmissão da dengue: revisão integrativa. **J Health Biol Sci**. 2019 Jan-Mar; 7(1):53-63. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.12662/2317-3076jhbs.v7i1.2115.p53-63.2019>.

SORRE, M. Complexes pathogènes et géographie médicale. **Annales de Géographie**.1933;42(235): 1-18.

SPIEGELHALTER, D. THOMAS, A. BEST, N. WAY, R. **WinBUGS user manual**. Cambridge: MRC Biostat Unit; 2003. Disponível em: <https://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/wp-content/uploads/manual14.pdf>.

SNOW, J. **On the mode of communication of cholera**. 2th ed. London: John Churchill; 1855. Disponível em: <https://archive.org/details/b2898526>.

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3**, p.867-871, mai-jun., 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csp/v18n3/9314.pdf>.

TEIXEIRA, M. G. L. Cruz; BARRETO, M. L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe epidemiológico do sistema único de saúde, Brasília, v. 8, n. 4**, p. 5-33, out-dez, 1999. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-16731999000400002. Acesso em: 06/05/2017.

TEIXEIRA, T. R. MEDRONHO, R. A. Socio-demographic factors and the dengue fever epidemic in 2002 in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Cad Saude Publica** 2008; 24(9): 2160-70. Disponível em: [DOI: 10.1590/s0102-311x2008000900022](https://doi.org/10.1590/s0102-311x2008000900022).

TEIXEIRA, M. G. et al. Epidemiological trends of dengue disease in Brazil (2000–2010): a systematic literature search and analysis. **Plos Neglect Tropical Diseases, v. 7, n. 12**, dez. 2013. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0002520>. Acesso em: 11/09/2018.

TELLE, O. VAGUET, A. YADAV, N. K. LEFEBVRE, B. CEBEILLAC, A. NAGPAL, B. N. et al. The spread of dengue in an endemic urban milieu - the case of Delhi, India. **PLoS One**. 2016 Jan;11 (1): e0146539. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152847>.

THAMMAPALO, S. CHONGSUVIVATWONG, V. GEATER, A. DUERAVEE, M. Environmental factors and incidence of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in an urban area, Southern Thailand. **Epidemiology and Infection**, 136(1), 135-143. 2008. [doi:10.1017/S0950268807008126](https://doi.org/10.1017/S0950268807008126).

TROPMAIR, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro: UNESP, 2000.

- VIEIRA, E. T.; SANTOS, M. J. Industrialização e desenvolvimento regional: política do CODIVAP no Vale do Paraíba na década de 1970. **DRd - Desenvolvimento Regional Em Debate**, **2(2)**, p. 161–181. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.24302/drd.v2i2.265>. Acesso em: 10/01/2019.
- VIEITES, R. G.; FREITAS, I. A. de. Pavlovsky e Sorre: duas importantes contribuições à geografia médica. **Ateliê Geográfico**, **1(2)**, 187–201. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ag.v1i2.3020>.
- WEN, T. H. LIN, N. H. CHAO, D. Y. HWANG, K. P. KAN, C. C. LIN, K. C. et al. Spatial-temporal patterns of dengue in areas at risk of dengue hemorrhagic fever in Kaohsiung, Taiwan, 2002. **Int J Infect Dis** 2010; 14(4): e334-43. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2009.06.006>.
- WONG, J. STODDARD, S. T. ASTETE, H. MORRISON, A. C. SCOTT, T. W. Oviposition site selection by the dengue vector *Aedes aegypti* and its implications for dengue control. **PLoS Negl Trop Dis** 2011; 5(4): e1015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001015>.
- ZHENG, L. REN, H. Y. SHI, R. H. et al. Spatiotemporal characteristics and primary influencing factors of typical dengue fever epidemics in China. **Infect Dis Poverty** 8, 24 (2019). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40249-019-0533-9>.
- ZHU, G. XIAO, J. LIU, T. et al. Spatiotemporal analysis of the dengue outbreak in Guangdong Province, China. **BMC Infectious Diseases** (2019) 19:493. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12879-019-4015-2>.