



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá

FRANCISCA INÊZ GOUVEIA ALEXANDRINO

Ilhas de calor e casos de dengue em Taubaté-SP

Guaratinguetá - SP
2023

Francisca Inêz Gouveia Alexandrino

Ilhas de calor e casos de dengue em Taubaté-SP

Tese apresentada Faculdade de Engenharia do
Campus de Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, para obtenção do título de
Doutora em Engenharia Mecânica, na área de
Energia em Gestão Ambiental e
Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Costa
Nascimento

Guaratinguetá - SP
2023

A382i	Alexandrino, Francisca Inêz Gouveia Ilhas de calor e casos de dengue em Taubaté-SP / Francisca Inêz Gouveia Alexandrino - Guaratinguetá, 2023. 95 f : il. Bibliografia: f. 78-88 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2023. Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Costa Nascimento 1. Mudanças climáticas. 2. Dengue. 3. Conforto térmico. I. Título. CDU 504(043)
-------	---

Luciana Máximo
Bibliotecária/CRB-8/3595

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

O potencial científico promovido nesta tese tem por meio da metodologia aplicada – dados de temperatura estimados por satélite e geoprocessamento e resultados obtidos, contribuir na produção de novos conhecimentos acerca do tema apresentado e servir como base de dados para realização de novas pesquisas, discussões e trabalhos acadêmicos, que buscam implementar novas técnicas na investigação de dados que permitam reconhecer e mapear os impactos na saúde causados pelo vetor da dengue. Esta pesquisa tem como impacto econômico obtido com resultados da associação dos casos de dengue e variáveis socioeconômicas, promover novas estratégias e redução de investimento no controle da doença e na tomada de decisões por parte do poder público. Como impacto social, visa contribuir positivamente na conscientização da população em geral por meio da educação de hábitos e com ações implementadas, com participação multidisciplinar integrada e em redes que visem contribuir com o bem-estar social e aumento da qualidade de vida em ambientes saudáveis, capacitação da comunidade, desenvolvimento de habilidades individuais e coletivas para diminuir a vulnerabilidade e os riscos de contrair a doença.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

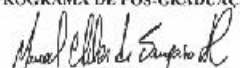
The scientific potential promoted in this thesis has, through the applied methodology - temperature data estimated by satellite and geoprocessing, and obtained results, contribute to the production of new knowledge about the theme presented and serve as a database for carrying out new research, discussions and academic works, which seek to implement new techniques in the investigation of data that allow recognizing and mapping the impacts on health caused by the Dengue vector. This research has the economic impact obtained with the results of the association of dengue cases and socioeconomic variables, promoting new strategies and reducing investment in disease control and decision-making by the public authorities. As a social impact, it aims to contribute positively to the awareness of the general population through education of habits and with implemented actions, with integrated multidisciplinary participation and in networks that aim to contribute to social well-being and increased quality of life in healthy environments, community empowerment, development of individual and collective skills to reduce vulnerability and the risks of contracting the disease.

FRANCISCA INÉZ GOUVEIA ALEXANDRINO

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
"DOUTORA EM ENGENHARIA MECÂNICA"

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO: DOUTORADO

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Manoel Cléber de Sampaio Alves
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. LUIZ FERNANDO COSTA NASCIMENTO
Orientador - UNESP

participou por videoconferência


Prof. Dr. ELIANA VIEIRA CANETTIERI
UNESP

participou por videoconferência


Prof. Dr. ROGERIO PINTO MOTA
UNESP

participou por videoconferência


Prof. Dr. ANA CRISTINA GÓBBO CESAR
Instituto Federal de Bragança Paulista

participou por videoconferência


Prof. Dr. CECÍLIA NAHOMI KAWAGOE SUDA
Universidade de Taubaté

participou por videoconferência

DADOS CURRICULARES

FRANCISCA INÊZ GOUVEIA ALEXANDRINO

NASCIMENTO	11.04.1967 – São Paulo/ SP
FILIAÇÃO	Hildebrando Dourado Alexandrino Francisca Pinheiro Gouveia Alexandrino
2007/2011	Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo Universidade do Vale do Paraíba- UNIVAP
2015/2017	Curso de Pós-Graduação Engenharia Mecânica – área de energia em Gestão ambiental e sustentabilidade.
2019/2023	Doutoranda em Engenharia Mecânica – área de energia em Gestão ambiental e sustentabilidade.

Dedico este trabalho ao meu esposo Roberto pela paciência durante todos estes anos..., em memória dos meus pais e a Deus que nunca me deixou desanimar, mesmo nas horas difíceis.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por me dar forças e ajudar a concluir mais um desafio na minha formação acadêmica.

Aos meus pais Francy e Hildebrando que sempre me incentivaram e estimularam na busca do conhecimento.

Ao meu esposo Roberto que pela sua forma de ser, soube enfrentar com paciência os momentos difíceis na conclusão deste desafio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Fernando Nascimento pelo apoio e conhecimento muito contribuiu para a realização deste trabalho e que sem a sua orientação, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível.

Ao Departamento de Saúde de Taubaté e em especial a Prof^a. Dr^a. Maria Stella Amorin Costa Zöllner da Vigilância Epidemiológica de Taubaté-SP.

Ao MSc. Marcelo Pedroso Curtarelli, pelo seu conhecimento e auxílio na aquisição de dados georreferenciais.

Aos funcionários da Secretaria de Planejamento de Taubaté-SP pela atenção e presteza no levantamento de dados deste trabalho.

As funcionárias da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar,

Aos funcionários da Faculdade de Engenharia do Campos de Guaratinguetá pela dedicação e alegria no atendimento.

Aos atendentes da Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura de Taubaté-SP.

RESUMO

O crescimento das cidades vem contribuindo com as alterações do microclima e impactando no ambiente físico e natural. Este desequilíbrio está no surgimento da Ilha de Calor, promovida pelo excesso de áreas construídas, pouca permeabilidade no solo e de áreas vegetadas, contribuindo com o aumento de temperatura e tornando os ambientes favoráveis para a proliferação de doenças vetoriais como a dengue. A maioria das pesquisas sobre Ilha de Calor está relacionada com conforto térmico e o equilíbrio ambiental nas áreas urbanas, sendo as alterações ambientais contribuidoras nas condições de saúde. Segundo a Secretária de vigilância epidemiológica da cidade de Taubaté-SP, na região do Vale do Paraíba, com população de 280.000 hab./2014, notificou mais de 9 mil casos de dengue. Esta pesquisa se propôs analisar a distribuição espacial de casos da dengue, considerando as ilhas de calor urbanas e variáveis socioeconômicas no município de Taubaté-SP. Foram consideradas as faixas etárias de 0 a 19 anos, 20 a 39 anos e 40 a 59 anos de residentes do município no ano de 2014. Foi realizado um estudo ecológico e exploratório utilizando ferramentas de análise espacial com informações de setores censitários da cidade de Taubaté-SP. Para tanto, imagens do satélite Landsat 8 sensores Orli/Tirs da órbita 118/76 que foram adquiridas, processadas e analisadas pelo sistema de informação geográfico (SIG) com o programa ArcGIS versão 10.1. Os casos de dengue entre janeiro a junho de 2014 foram obtidos na SECRETARIA DE SAÚDE do município e identificados 7.556 casos nas faixas etárias. Dados larvais foram adquiridos pela Superintendência de Controle de endemias (SUCEN) de Taubaté -SP e foram identificados 36 focus larvais em Janeiro de 2014 nos setores urbanos. Foram construídos mapas temáticos, densidade de Kernel e Moran Global de acordo com casos de dengue, temperatura do solo e dados Larvais, bem como mapas de Moran bivariado associando os casos da dengue com temperatura do solo, dados larvais, variáveis do índice Paulista de vulnerabilidade social (IPVS) e variáveis socioeconômicas, todos analisados no SIG com programa GeoDa. Foram obtidos associação positiva entre casos de dengue e temperatura do solo e com dados IPVS destacando as classes Alta e média com vulnerabilidade social, como também associação positiva entre casos de dengue e as variáveis socioeconômicas, apontando para classes com altas e médias condições socioeconômica mais favoráveis para os casos acometidos da doença.

PALAVRAS-CHAVE: Ilhas de Calor; Mudanças climáticas; Dengue.

ABSTRACT

The growth of cities has been contributing to changes in the microclimate and impacting the physical and natural environment. This imbalance is at the origin of the Heat Island, promoted by the excess of built-up areas, little soil permeability and vegetated areas, contributing to the increase in temperature and making the environments favorable for the proliferation of vector diseases such as dengue. Most research on Heat Island is related to thermal comfort and environmental balance in urban areas, with environmental changes contributing to health conditions. According to the Secretary of Epidemiological Surveillance of the city of Taubaté-SP, in the Vale do Paraíba region, with a population of 280,000 inhabitants/2014, more than 9 thousand cases of dengue were reported. This research aimed to analyze the spatial distribution of dengue cases, considering the urban heat islands and socioeconomic variables in the municipality of Taubaté-SP. The age groups of 0 to 19 years, 20 to 39 years and 40 to 59 years of residents of the municipality in 2014 were considered. An ecological and exploratory study was carried out using spatial analysis tools with information from census sectors of the city of Taubaté -SP. For that, images from the Landsat satellite 8 sensors Orli/Tirs from orbit 118/76 that were acquired, processed and analyzed by the geographic information system (GIS) with the ArcGIS version 10.1 program. Dengue cases between January and June 2014 were obtained from the municipal HEALTH SECRETARY and 7,556 cases were identified in the age groups. Larval data were acquired by the Superintendence of Control of Endemic Diseases (SUCEN) of Taubaté -SP and 36 larval foci were identified in January 2014 in urban sectors. Thematic maps, Kernel density and Global Moran were constructed according to dengue cases, soil temperature and larval data, as well as bivariate Moran maps associating dengue cases with soil temperature, larval data, variables of the São Paulo vulnerability index (IPVS) and socioeconomic variables, all analyzed in GIS with GeoDa program. A positive association was obtained between dengue cases and soil temperature and with IPVS data, highlighting the Upper and medium classes with social vulnerability, as well as a positive association between dengue cases and socioeconomic variables, pointing to classes with higher and medium socioeconomic conditions more favorable for affected cases.

KEYWORDS: Heat Island; Climate changes; Dengue fever.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- As siglas na figura, representam as diferentes trocas de calor geradas pela radiação do meio rural e o meio urbano	19
Figura 2- A linha em vermelho demonstra maior temperatura retida pela ilha de Calor no ambiente urbano e menor temperatura retida no ambiente rural.	21
Figura 3- Imagem do mosquito <i>Aedes aegypti</i> e seu Ciclo de vida.	25
Figura 4- Representação gráfica das principais faixas do espectro eletromagnético	27
Figura 5- Diagrama de dispersão de Moran	34
Figura 6- Mapa de Localização da cidade de Taubaté e seu perímetro urbano com a parte Central, Alta e Baixa da área urbana representada.	36
Figura 7- Metodologia do Trabalho	43
Figura 8- Mapa Temático de Temperatura de Superfície (°C) segundo setor censitário –Taubaté, SP, 2014	51
Figura 9- Mapa temático dos casos de Dengue na faixa etária de 0 a 19 anos, 20 a 39 anos e 40 a 59 anos Taubaté, SP, 2014.....	53
Figura 10- Mapas temático de registro dos dados larvais do <i>Aedes aegypti</i> – Taubaté, SP, 2014.	57
Figuras 11- Mapas de densidade Kernel de casos de dengue 0 a 19 anos (a), de 20 a 39 anos (b) e 40 a 59 anos (c) e Mapa de temperatura de superfície (d) segundo setor censitário– Taubaté, SP, 2014	58
Figura 12- Distribuição Espacial Moran Global– Dados Larvais (a) e Tst (b) em Taubaté-SP.....	60
Figura 13- Distribuição espacial Moran bivariado-: (a) dados larvais x casos de dengue de 0 a 19 anos, (b) dados larvais x casos de dengue de 20 a 39 anos, (c) dados larvais x de dengue 40 a 59 anos em 2014, Taubaté/SP.....	61
Figura 14- Distribuição Espacial Moran bivariado-: (a) dados Tst x casos de dengue de 0 a 19, anos, (b) dados de Tst x casos de dengue de 20 a 39 anos, (c) dados Tst x casos de dengue de 40 a 59 anos de casos de dengue em 2014, Taubaté/SP.....	63
Figura 15- Distribuição Espacial Moran bivariado-: (a) grupo2 x casos de dengue de 0 a 19 (b) grupo 2 x casos de dengue de 20 a 39 anos, (c) grupo 2 casos x de dengue de 40 a 39 anos, Taubaté-SP.	65

Figura 16- Distribuição Espacial Moran bivariado-:(a) grupo 3 x casos de dengue de 0 a 19 (b) grupo 3 x casos de dengue de 20 a 39 anos, (c) grupo 3 x casos de dengue 40 a 59 anos, Taubaté-SP	66
Figura 17- Distribuição Espacial Moran bivariado-:(a) grupo 4 casos x de dengue de 0 a 19 anos, (b) grupo 4 x casos de dengue de 20 a 39 anos, (c) grupo 4 x casos de dengue, 40 a 59 anos	67
Figura 18- Distribuição Espacial Moran bivariado-: (a) grupo 5 x casos de dengue de 0 a 19 anos, (b) grupo 5 x casos de dengue 20 a 39 anos, (c) grupo 5 x casos dengues de 40 a 59 anos, em 2014, Taubaté/ SP.....	68
Figura 19- Distribuição Espacial Moran bivariado -: (a) média de moradores em domicílio x particular permanente (V15) x casos de dengue 0 a 19 anos, (b) média de moradores em domicílio particular permanente (V15) x 20 a 39 anos, (c) média de moradores em domicílio particular permanente (V15) x 40 a 59 anos em 2014, Taubaté-SP.....	71
Figura 20- Distribuição Espacial Moran bivariado -: (a) Rendimento médio do domicílio dos domicílios particular permanente (V18) x casos de dengue 0 a 19 anos, (b) Rendimento médio do domicílio dos domicílios particular permanente (V18) x casos de dengue 20 a 39 anos, (c) Rendimento médio do domicílio dos domicílios particular permanente (V18) x casos de dengue 40 a 59 anos em 2014, Taubaté-SP.....	73
Figura 21- Distribuição Espacial IM bivariado -: (a) Proporção de pessoas responsáveis x alfabetizadas (V19) x casos de dengue 0 a 19 anos, (b) Proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas (V19) x 20 a 39 anos, (c) Proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas (V19) x 40 a 59 anos em 2014, Taubaté-SP.....	75
Quadro 1- Apresentação das formas de Dengue	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Grupos de Vulnerabilidade	40
Tabela 2- Dados climáticos – Taubaté pelo INMET.....	50
Tabela 3- Radiância Multiplicativa e Aditiva das bandas.....	50
Tabela 4- Casos de Dengue de janeiro a junho 2014.....	54
Tabela 5- Índice pluviométrico de janeiro a junho 2014.....	55
Tabela 6- Índice de Moran Global para dados Larvais e Tst em 2014, Taubaté-SP.....	59
Tabela 7- Índice de Moran bivariado para dados larvais x casos de dengue em 2014, Taubaté- SP.....	60
Tabela 8- Índice de Moran bivariado para dados Tst x casos de dengue por faixa etária em 2014, Taubaté, SP.....	62
Tabela 9- Índice de Moran bivariado para dados grupos IPVS x casos de dengue por faixa etária em 2014, Taubaté, SP.....	64
Tabela 10- Índice de Moran das variáveis e casos de dengue por faixa etária em 2014, Taubaté- SP.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DATUM	Dado (Latim)
EF	Estrada Férrea
ETM+	<i>Enhanced Thematic Mapper Plus</i>
GPS	Global Positioning System
GEODA	Geographical Data Analysis - Análise de Dados Geográficos
HAB.	Habitante
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
I _M	Índice de Moran Bivariado
INMET	<i>Instituto Nacional Meteorológico</i>
INPE	<i>Linear Variable Differential Transformer</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPVS	Índice <u>Paulista</u> de Vulnerabilidade Social
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
ND	<i>Digital numbers</i>
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
PAMO	Posto de Atendimento Médico e Odontológico
PNUD	Programa Nacional das Nações Unidas
RDV	Rodovia
SIG	Sistema de Informação Georreferenciado
TIRS	<i>Thermal Infrared Sensor</i>
TM	<i>Thematic Mapper</i>
Tst	Temperatura de superfície terrestre
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
UVS	Unidade de Vigilância Sanitária
UF	Unidade Federativa
WGS	<i>World Geodetic System</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

g/kg	comprimento
τ_{rad}	temperatura da radiação μm μm μm
cm^2	centímetro quadrado
sr	esterradiano
g	grama
kg	quilograma
m^3	metro cúbico
W	watt
m^2	metro quadrado
T	temperatura
L	distância
ε	emissividade
L_u	distância ascendente
L_d	distância descendente TOA temperatura da atmosfera λ comprimento da onda
L_λ	distância da onda
ML	distância multiplicativa da banda
Q_{cal}	valor quantizado e calibrado do pixel
AL	fator aditivo da distância
$L_{MIN\lambda}$	distância mínima da onda
$L_{MAX\lambda}$	distância máxima da onda

SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	17
1.2 OBJETIVO	17
1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 O CLIMA URBANO	18
2.2 ILHAS DE CALOR	20
2.3 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SAÚDE	22
2.4 DENGUE.....	23
2.5 O SENSORIAMENTO REMOTO NO APOIO A PESQUISA.....	26
2.6 DETECÇÃO DA RADIANCIA E REFLECTÂNCIA	29
2.7 IDENTIFICAÇÃO DAS MUDANÇAS DE TEMPERTURA	30
2.8 IDENTIFICANDO O BANCO DE DADOS	30
2.9 OS ESTIMADORES ESTATÍSTICOS	31
2.9.1 Estimador de Kernel	31
2.9.2 Análise espacial.....	32
2.9.3 Índice de Moran (I).....	33
2.9.4 Diagrama de espalhamento ou dispersão de Moran	34
2.9.5 Teste de pseudo significância.....	34
2.9.6 Índice Local de Associação Espacial.....	35
3 MATERIAL E MÉTODO	36
3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO.....	36
3.1.1 Localização	36
3.1.2 Características Físico-Ambientais.....	37
3.1.3 Características Climáticas e Hidrográficas.....	37
3.1.4 Indicadores Socioeconômicos	38
3.1.4.1 Demografia e Saúde.....	38
3.1.4.2 Educação.....	38
3.1.4.3 Renda.....	39
3.1.4.4 Indicadores de Vulnerabilidade Social (IPVS).....	40
3.2 METODOLOGIA DO TRABALHO.....	43
3.2.1 Levantamento e análise dos dados.....	44
3.2.1 Processamento preliminar	44

3.2.3 Espacialização média do setor censitário.	45
3.2.4 Estimativa de temperatura de superfície.....	45
3.2.5 Espacialização dos casos de dengue e casos larvais	47
3.2.6 Análise ambiental	47
3.2.7 Análise da distribuição espacial	48
3.2.8 Análise exploratória	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5 CONCLUSÕES.....	77
REFERÊNCIAS	78
ANEXO A: MAPA DE DECLIVIDADE DE TAUBATÉ-SP.....	89
ANEXO B: MAPA HIDROGRÁFICO DE TAUBATÉ-SP- PRINCIPAIS RIOS.....	90
ANEXO C: IMAGEM SOBRE A ÁREA DE ESTUDO CAPTADA PELO SENSORES ORLI/TIRS LANDSAT8	91
ANEXO D: TABELA COM AS CARACTERÍSTICA ESPECTRAL E ESPACIAL DAS BANDAS DOS SENSORES ORLI/TIRS DO LANDSAT 8.....	92
ANEXO E: IMAGENS DAS BANDAS 4,5,10 DOS SENSORES ORLI/TIRS (08/02/2014).....	93
ANEXO F: IMAGENS HISTÓRICA DA ÁREA URBANA EM JULHO 2010, TAUBATÉ-SP, ADQUIRIDA NO GOOGLE EARTH.	94
ANEXO G: MALHA SETOR CENSITÁRIO 2010 -IBGE.....	95

1-INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Pan-Americana de Saúde (2009), as mudanças no clima estão afetando o planeta. O aumento da incidência de eventos climáticos extremos, alterações do padrão pluviométricos, alteração no padrão da temperatura têm efeito imprevisível sobre a saúde humana, considerando que diversos agravos têm relação direta com as condições do ambiente.

Quando se trata de ambiente urbano esses efeitos estão diretamente relacionados ao ambiente construído que tem exigido uma infraestrutura de ocupação mais ampla e complexa contribuindo com a densidade ocupacional construtiva e demográfica, alterando o balanço de energia e aumentando a concentração de poluentes, afetando o conforto térmico e a saúde dos habitantes (LOMBARDO, 1985).

Um dos efeitos presentes hoje nas cidades é a Ilhas de Calor, promovida pelo crescimento desordenado e a falta de planejamento das grandes metrópoles, intensificada pelo excesso de construções verticalizadas e poucas áreas vegetadas que colaboram para a ocorrência do fenômeno. Segundo Oke (1983) o quantitativo de áreas construídas, vegetadas e os agentes poluidores contribuem com o balanço energético do lugar, que é caracterizado pelas variações temporais e espaciais do clima, pela topográfica e por variações do microclima do lugar, promovida pela emissão de poluentes antropogênicos e que permite que as temperaturas em ambientes urbanos sejam muito elevadas (acima de 35°C) e tornando os ambientes favoráveis para a proliferação de doenças promovidas pelos arbovirus como o *Aedes aegypti* (KJELLSTROM; WEAVER, 2009).

Estudos exploratórios como o de Carvalho *et al.*, (2007) vem sendo realizados para mapear por georreferenciamento a presença o *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da Dengue, procurando identificar os casos por logradouro e número, no controle da doença, além de estimar a densidade espacial e a influência das variáveis socioeconômicas e ambientais através de análises multivariadas e correlacioná-las com os casos de dengue. Para Gomes, Bastos e Nascimento (2017), estudos com áreas de maior vulnerabilidade, são de grande relevância para a tomada de decisões e implementação de medidas de diferentes magnitudes, na vigilância em saúde.

O trabalho aborda a cidade de Taubaté localizada na região do Vale do Paraíba Paulista–SP, nas coordenadas 23° 01' S e 45° 33' O, com população de 280.000 habitantes, e objetiva identificar os casos de dengue ocorridos dentro da área urbana em 2014 nas faixas etárias de 0

a 19 anos, 20 a 39 anos e 40 a 59 anos e correlacioná-los com os aspectos socioeconômicos e ambientais, por meio de análises multivariadas.

1.1 JUSTIFICATIVA

A escassez de dados sobre o microclima que contribuam com a saúde pública e com as propostas do plano diretor da cidade, justifica esta pesquisa em reconhecer os processos de uso e ocupação do solo, assim como os impactos sobre o meio ambiente utilizando como ferramenta o sensoriamento remoto para associar a Ilha de Calor com casos de dengue e demais variáveis socioeconômicas.

1.2 OBJETIVO

Esta pesquisa se propôs analisar a distribuição espacial de casos da dengue, considerando as ilhas de calor urbanas e variáveis socioeconômicas no município de Taubaté-SP.

1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

Identificar a Ilha de Calor em superfície urbana utilizando imagens de verão 2014 do *Landsat 8* e associar com os casos de dengue nas faixas etárias de 0 a 19 anos, 20 a 39 anos e 40 a 59 anos e dados larvais do *Aedes aegypti* ocorridos nos setores censitários urbanos.

Gerar mapas temáticos dos casos de dengue, temperatura de superfície terrestre (Tst) e de densidade de *Kernel* da cidade de Taubaté-SP.

Correlacionar os casos de dengue e Ilha de Calor com análises exploratórias e associar com variáveis socioeconômicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

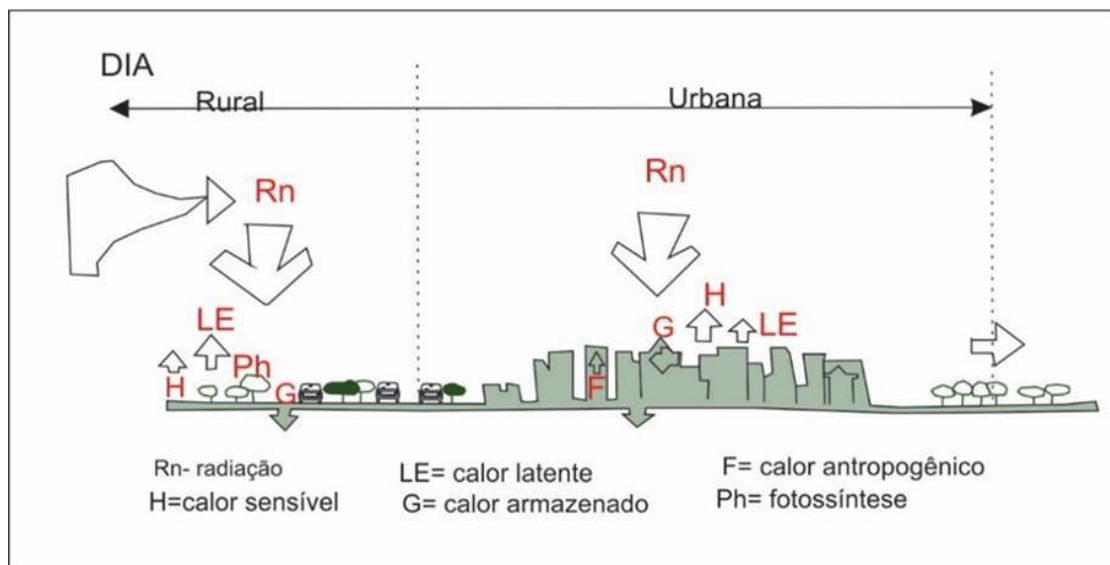
2.1 O CLIMA URBANO

No clima urbano as alterações da temperatura estão diretamente relacionadas com as leis da termodinâmica, pois a energia adquirida por um material em uma superfície urbana pode ser transferida através das interações de calor absorvido e transmitido para outros materiais. Desta forma, a energia proveniente do Sol através da radiação solar é que comanda todo o balanço energético da Terra fazendo com que o clima urbano produza fluxos de calor sensível, latente e antropogênico (FERREIRA, 2010).

Segundo Oke (1983), a radiação solar é uma energia transmitida por meio da oscilação do campo eletromagnético que atinge a Terra por ondas curtas. A radiação solar pode ser refletida e liberada para a atmosfera através das ondas longas emergentes da superfície por meio das construções urbanas (dependendo do material utilizado nas edificações) e pela morfologia urbana. Porém, as trocas térmicas no meio urbano ocorrem pelas diferenças de temperatura entre áreas e essas trocas podem ser por condução, convecção e radiação (INCROPERA, F. *et al.*, 2014).

Para Kuang (2018), a radiação incidente em ambiente urbano promove calor armazenado pelos próprios materiais das edificações, ruas e calçadas que contribuem com aumento de temperatura. A radiação solar interfere no processo metabólico (fotossíntese) das plantas e no equilíbrio líquido dos seres vivos e animais contribuindo com o calor latente do lugar, que é quando água passa pelo processo de transformação (solidificação, fusão, vaporização, condensação e transformação). A mudança do clima, segundo Romero (2007), pode ser percebida pelo calor antropogênico caracterizada pela queima de combustíveis fósseis, desmatamento etc. No ambiente rural as trocas de calor da radiação incidente e refletida são realizadas pelas plantas (fotossíntese) que contribuem com equilíbrio hídrico do lugar (calor latente) e pelo calor sensível, quando a radiação solar é armazenada no solo, areia, rocha que se dissipa ao final do dia quando a radiação solar é mais amena. Essas trocas térmicas devem ser observadas tanto em relação aos seus aspectos quantitativos como em relação à sua forma de transmissão, conforme Figura 1.

Figura 1: As diferentes trocas de calor geradas pela radiação entre meio rural e o meio urbano.



Fonte: Romero (2007).

A orografia e a topografia exercem influência na temperatura, umidade relativa e pressão atmosférica de um lugar. A temperatura do ar atua no processo de evapotranspiração, devido ao fato de que a radiação solar absorvida pela atmosfera e o calor emitido pela superfície urbana elevam a temperatura do ar. Quando a temperatura do ar atinge a faixa de tolerância (temperatura máxima e temperatura mínima), as atividades fisiológicas dos seres vivos se comprometem podendo levá-los à morte (VAREJÃO SILVA, 2006).

Ainda segundo Varejão Silva (2006) a concentração de vapor d'água no ar é bastante variável, tanto no espaço como no tempo. Ao ingressar na atmosfera, o vapor d'água leva consigo o calor latente consumido na transição de fase (estado líquido para estado gasoso) e transfere ao ambiente calor latente também quando retorna à superfície na forma líquida. A quantidade de umidade do ar influencia significativamente a energia da atmosfera do lugar podendo se apresentar como específica, absoluta e relativa. A umidade relativa por sua vez é a razão entre porcentagem de vapor e porcentagem de saturação regula a taxa de evaporação da água de uma superfície água e ar, no sentido que esta será mais rápida quando a pressão do vapor for baixa, menor umidade relativa do ar, e mais lenta quando a umidade relativa do ar for alta. (SEARS 1984).

Na análise do clima é necessário conhecer a pressão atmosférica, ou seja, o peso que o ar exerce sobre a superfície terrestre. As temperaturas são fatores que interferem sobre os níveis de intensidade da pressão atmosférica, pois em regiões mais frias as moléculas de ar unem-se aumentando a pressão e em regiões mais quentes as moléculas de ar afastam-se deixando o ar

menos denso e diminuindo a pressão. Outro fator que também influencia a pressão atmosférica é a altitude, pois quanto maior a altitude menor será a pressão atmosférica e vice-versa em locais de menor altitude (NEDEL, 2010).

O clima urbano é definido também pela latitude e longitude do lugar, ou seja, é um sistema de coordenadas que possibilita determinar a posição de qualquer ponto geográfico situado na superfície da Terra. A latitude de um lugar pode receber influência ou não do Trópico do Equador que é a linha mais central do planeta, determinando as variáveis climáticas e a trajetória solar sobre o lugar (VAREJÃO SILVA, 2006).

2.2 ILHAS DE CALOR

Segundo Solomon *et al.* (2007), em seu trabalho no relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Changes* (IPCC), as emissões de gás do efeito estufa vem promovendo alerta global para as mudanças climáticas que terão como prioridade a adaptação da sociedade para as mudanças de novos climas, exacerbando o problema da Ilha de Calor em todas as grandes cidades, uma vez que prédios e asfaltos retêm muito mais radiação térmica do que as áreas não urbanizadas (MARENGO, 2007).

De acordo com Romero (2000), a Ilha de Calor se caracteriza em densas áreas urbanas, promovendo um aumento médio da temperatura do ar, sendo que durante dia, a diferença de temperatura entre o centro e os arredores é cerca de 1°C a 2°C. Os fatores que contribuem para o desenvolvimento da Ilha de Calor são:

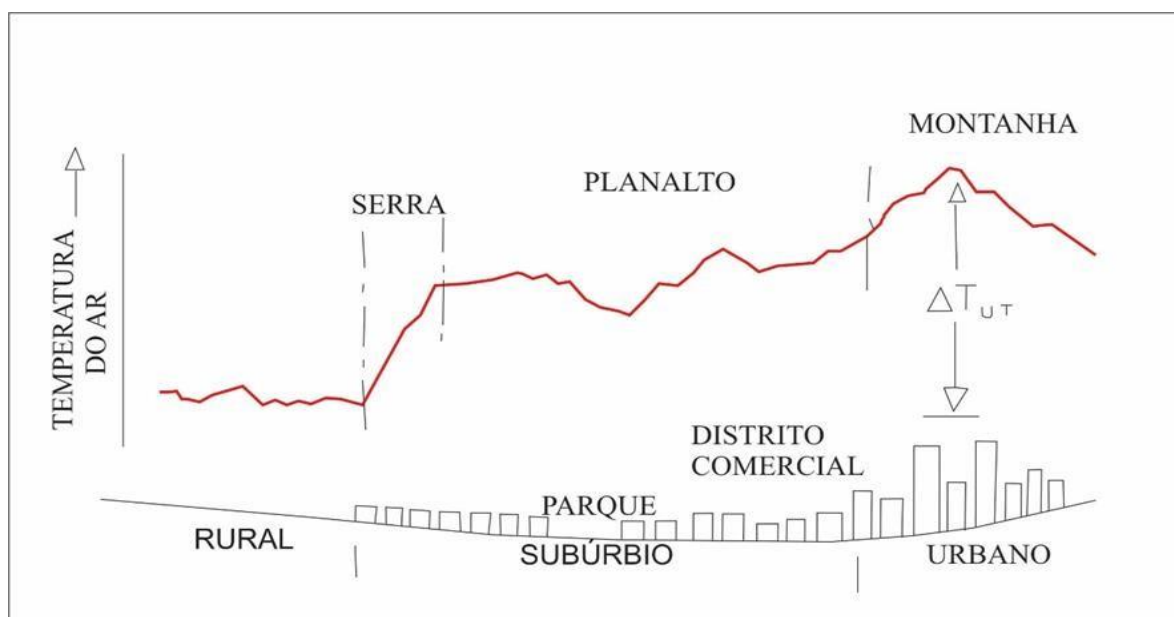
- Diferenças na média da radiação entre a área urbana e as imediações, principalmente a baixa taxa de esfriamento radiante durante as noites;
- A estocagem de energia solar na massa dos edifícios da cidade durante o dia, cedidas a atmosfera durante a noite;
- Concentração de calor gerado pelas atividades urbanas;
- Baixa evaporação pelo solo e pela vegetação comparando-se com a área rural;
- Fontes de calor adicional que são cedidas ao ar urbano como calefação e condicionadores de ar.

Para Goldreich, apud Silva (1998, p. 23), a influência da topografia pode ser tão forte que a intensidade da ilha de calor acaba por depender mais da morfologia local do terreno do que do complexo urbano, já que muitas cidades estão assentadas em diferentes altitudes.

As declividades e altitudes de relevos acentuados das montanhas são diferentes dos planaltos com áreas mais ou menos planas e das serras com terrenos de formas arredondadas

generalizadas e entre as montanhas desgastadas, temos os vales. O gradiente térmico que as cidades exercem sob estes relevos contribuem para a alteração do balanço de energia. Como consequência, cidades com uma topologia acidentada próximas às áreas limítrofes topográficas, apresentam uma maior intensificação da ilha de calor do que em relação à aglomeração urbana, conforme Figura 2 (OKE, 1983).

Figura 2- Variação da temperatura nas diferentes áreas de uma cidade.



Fonte: Oke (1983).

O aumento de temperatura associado às Ilhas de Calor pode ser indesejável para a saúde, ao interferir no conforto térmico humano e sobre os efeitos econômicos atribuídos ao aumento do consumo de energia para resfriamento das edificações (ANJOS, 2015), principalmente quando áreas vegetadas são substituídas por áreas edificadas com pouca vegetação (MARCHESI; SAJANI; LAURIOLA, 2014).

Quando as ondas de calor ocorrem no ambiente urbano, há também um aumento das concentrações de poluentes transportados pelo ar que ficam retidos nas Ilhas de Calor. Ilhas de calor estão presentes hoje em todas as cidades e são caracterizadas por variações temporais e espaciais do clima, pelas topográficas e por variações do microclima do lugar, que para Santamouris (2001) podem ser promovidas pela emissão de poluentes antropogênicos que contribuem com o aumento da temperatura e da absorção solar, intensificando os problemas de doenças do aparelho respiratório e doenças do coração que afetam principalmente crianças e idosos (ARAÚJO *et al.*, 2015).

2.3 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SAÚDE

O maior impacto da mudança climática em ambiente urbano está associado à forma de apropriação do espaço físico, onde áreas periféricas e distantes do centro urbano com pouca opção de atendimento médico acomodam a população mais pobre que se apropria de áreas vulneráveis e de proteção ambiental, contribuindo com a degradação ambiental e consequentemente afetando o microclima do lugar (RAZZOLINI; GÜTHER, 2008).

As áreas suscetíveis a inundações podem gerar grandes impactos na saúde pública de uma população. As doenças associadas à água estão vinculadas a falta de higiene pessoal e doméstica, causadas por contato com a água, transmitida por vetores (insetos e roedores), que são disseminadas e transmitidas pela água (FEACHEM; COL, 1983, apud RAZZOLINI; GÜTHER, 2008).

As doenças entomológicas mais agravantes da atualidade são oriundas de vetores de origem arbovirus, como o *Aedes aegypti*, encontrados entre as latitudes 45° N e 35° S e menos frequentes em altitudes acima de 1.000 metros, devido às baixas temperaturas. (FORATTINI, 1965).

Os mecanismos de agravos e óbitos das doenças infecciosas são indiretos e mediados por inúmeros fatores sociais e ambientais, com destaque para as áreas de transmissão de doenças relacionadas a vetores e o possível aumento de risco de incidência de doenças de veiculação hídrica. O ciclo de vida dos vetores, assim como dos reservatórios e hospedeiros que participam da cadeia de transmissão de doenças, está fortemente relacionado à dinâmica ambiental dos ecossistemas onde estes vivem (BARCELLOS; MONTEIRO; COVALÁN, 2009).

Nos casos de doenças promovidas por insetos vetores, como o *Aedes aegypti*, a incidência dos casos está associada ao aumento de temperatura, pluviosidade e umidade do ar, condições que favorecem o aumento do número de criadouros disponíveis e o desenvolvimento do vetor (RIBEIRO; MARQUEZ; VOLTOLINI, 2006).

De acordo com Beserra e Castro (2008), o desenvolvimento e os hábitos alimentares do vetor estão diretamente associados a temperatura, viabilizando a sobrevivência do mosquito entre as temperaturas de 15°C a 30°C e 28°C a 32°C, que são ideais para o estágio larval do mosquito (ARAÚJO; ALBERTINI; COSTA-DA-SILVA, 2015).

Estudos recentes indicam que as flutuações diárias da temperatura média contribuem na disseminação e propagação dentro do vetor, facilitando à infecção de um mosquito e

subsequente a transmissão do vírus após a ingestão de sangue durante o repasto quando submetidos a temperaturas de 37°C (CARRINGTON *et al.*, 2013).

Embora a relação entre a produtividade do vetor e a doença não seja direta, pois não tem em conta outros fatores relacionados à doença, como a circulação do vírus ou o sistema imunológico do hospedeiro, a quantidade de vetores e sua capacidade de adaptação desempenham um papel importante na transmissão dinâmica potencial da doença (LOPES *et al.*, 2014).

Segundo Barcellos, *et al.* (2008), os elevados índices pluviométricos registrados em cidades com acentuado índice de expansão urbana em áreas ambientais, podem ser impactantes no escoamento do volume hídrico do lugar, promovendo um cenário favorável para proliferação de doenças vetoriais, pois a larva e ovos de vetores como o *Aedes aegypti* são mais frequentes em períodos de temperatura e índices pluviométricos elevados (VIANNA; IGNOTTI, 2013).

2.4 DENGUE

A dengue é uma doença infecto contagiosa, causada pelo vírus da dengue (DENV) possuindo quatro sorotipos distintos, DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4, que são transmitidos ao homem através da picada de mosquito do gênero *Aedes*. A infecção com um sorotipo pode produzir um espectro de enfermidades, variando desde uma síndrome viral não específica a uma severa doença hemorrágica fatal. Fatores de riscos, importantes para a febre hemorrágica, incluem a linhagem e o sorotipo do vírus envolvido, a idade, a condição imune e a predisposição genética do paciente (GUBLER; CLARK, 1995).

A dengue se apresenta clinicamente de quatro formas diferentes: Infecção Inaparente, Dengue Clássica, Febre Hemorrágica da Dengue e Síndrome de Choque da Dengue, conforme Quadro 1 (CARVALHO; NASCIMENTO, 2014).

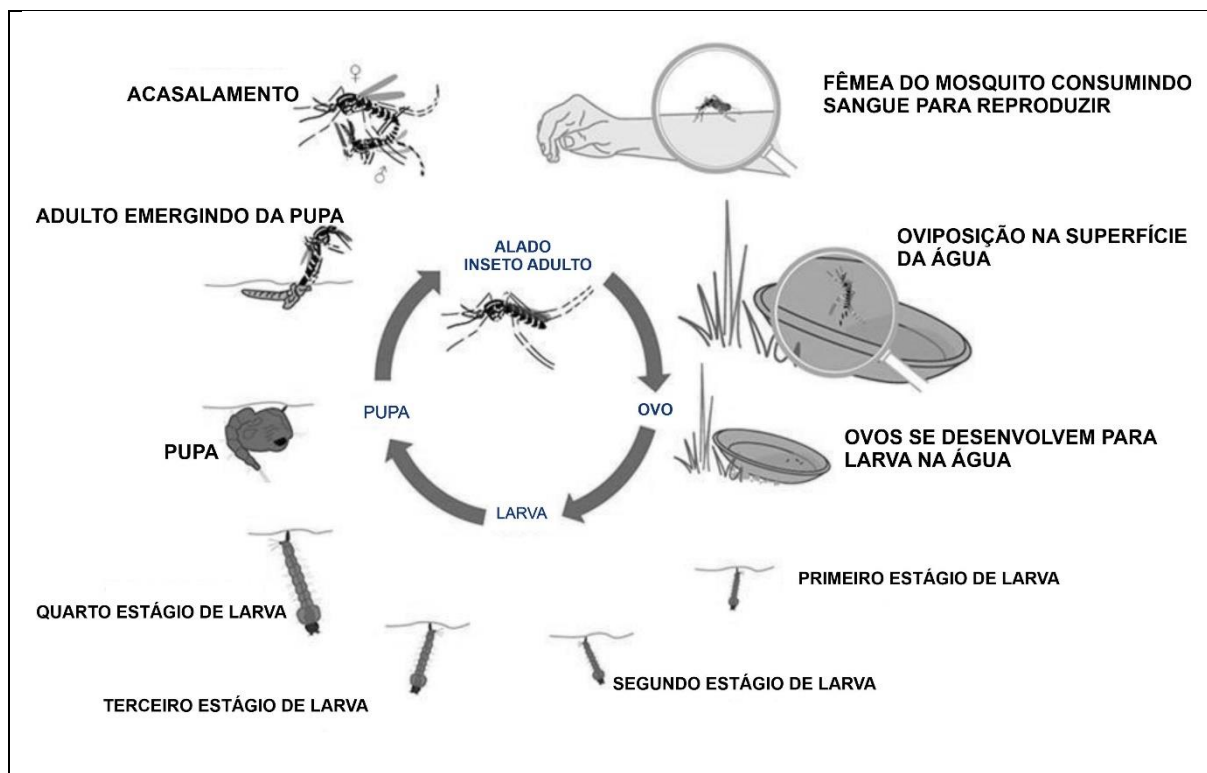
Quadro 1- Apresentação das formas de Dengue-

FORMA DA DOENÇA	ASPECTOS CLÍNICOS
Infecção Inaparente	A pessoa infectada não apresenta sintomas da doença.
Dengue Clássica	É uma doença leve e apresenta; febre alta (39° a 40°C), dores de cabeça e cansaço, dores musculares e abdominais, náusea, vômito, vermelhidão na pele, entre outros sintomas. Podendo durar 7 dias.
Febre Hemorrágica	É uma doença grave e apresenta; alterações da coagulação sanguínea, hemorragias nasais, gengivais, urinárias, gastrointestinais ou uterinas. Baixa pressão arterial que pode gerar tontura e choque.
Síndrome de Choque	É uma doença gravíssima, apresentando queda e ausência da pressão arterial, inquietação, palidez e perda da consciência. Alterações neurológicas, problemas cardiorrespiratórios, insuficiência hepática, hemorragia digestiva e derrame pleural.

Fonte: Carvalho & Nascimento (2014).

Os mosquitos são insetos dípteros, pertencentes à família Culicidae, conhecidos também como pernilongos, muriçocas ou carapanãs. Os adultos são alados, possuem pernas e antenas longas e na grande maioria são hematófagos, enquanto as fases imaturas são aquáticas. Seu ciclo biológico compreende as seguintes fases: ovos, quatro estágios larvais e pupa, (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994), conforme Figura 3.

Figura 3- O mosquito *Aedes aegypti* e seu ciclo.



Fonte: SUCEN (2016)

De acordo com Consoli e Oliveira (1994), a fase de desenvolvimento do mosquito passa por quatro fases: OVIPOSIÇÃO

- Fase ovo: Os ovos podem ser colocados isoladamente ou em conjuntos, diretamente sobre a superfície da água, na face inferior de substratos flutuantes na água ou mesmo em local úmido bem próximo da água, dependendo do Gênero de mosquito. As fêmeas necessitam de sangue para a maturação dos ovos. Devido a seu hábito de colocar seus ovos em recipientes artificiais, adaptaram-se facilmente ao ambiente domiciliar e convívio com o homem.

- Fase Larva: Apresenta 4 estádios larvais com duração entre cinco a sete dias até atingir a fase pupa. O primeiro estágio consiste da formação da cabeça e dorso (L1), segundo estágio formação pré-torax (L2), terceiro estágio formação pré- abdômen (L3) e quarto estágio formação do abdômen (L4), conforme apresentado na figura 3. Desenvolvem-se em 5 a 10 dias, com temperatura favorável de 25 a 29 °C, findos os quais se inicia a fase de pupa.

- Fase Pupa: Transformação da fase aquática para a terrestre. O desenvolvimento pode atingir valores altos ou baixos. Sua sobrevivência é de 1 a 3 dias e depende de uma

temperatura de 27 a 38 °C. As temperaturas de sobrevivência são iguais às daquelas que as larvas necessitam.

- Fase Adulta: É a fase reprodutiva do inseto. O macho se distingue essencialmente da fêmea por possuir antenas mais plumosas e palpos mais longos. O *Aedes aegypti* é um mosquito de coloração geralmente escura e com aspecto vistoso de escamas ornamentais que formam manchas prateadas.

Após a picada infectante do *Aedes aegypti*, o tempo de incubação e o aparecimento dos sintomas pode variar de 3 a 15 dias, sendo em média de 5 a 6 dias. O período em que o vírus está presente no sangue é o período de transmissibilidade, também chamado período de viremia. Este período começa um dia antes do aparecimento dos sintomas e vai até o 6º dia da doença (CARVALHO; NASCIMENTO, 2014).

Segundo dados epidemiológicos do Sistema Único de Saúde (SUS, 2014), foram informados 589.107 casos de dengue no Brasil no ano de 2014. A região Sudeste se destacou com maior índice de ocorrência da doença (311.639 casos), identificando uma taxa de incidência de 438,9/100.000 hab., seguida pela região Centro-Oeste com 116,2 casos da doença e uma taxa de incidência 1,03/100.000 hab., região Nordeste com 311,6 casos e uma taxa de incidência de 191,4/100.000 hab., região Sul em quarto lugar registrou 22,9 casos com uma taxa de incidência de 94,0/100.000 hab. e a região Norte em último lugar com 48,4 casos e uma taxa de incidência de 392/100.000 hab.

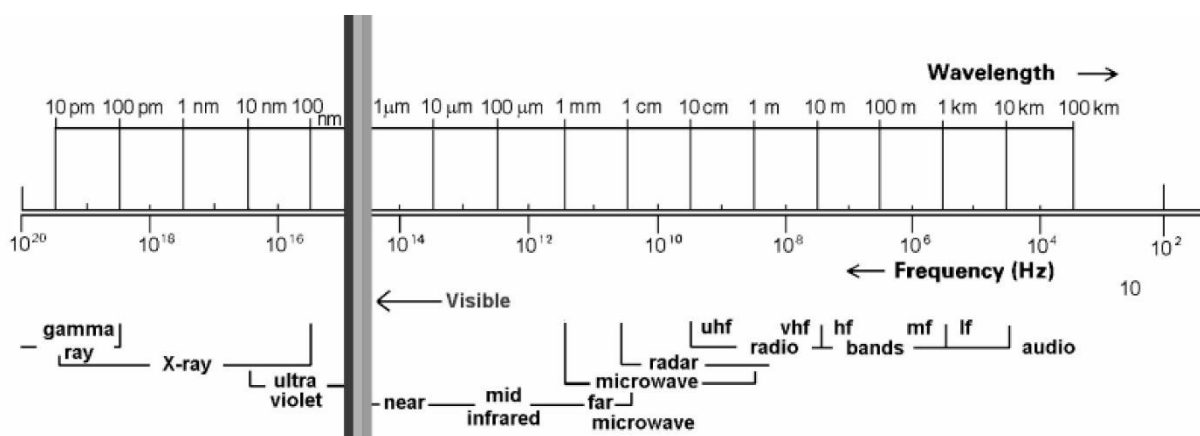
De acordo com o Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN, 2014), a distribuição dos casos confirmados de dengue autóctones no Estado de São Paulo em 2014, destacaram a cidade de São Paulo com 31.101 casos registrados da doença com uma Taxa de incidência de 261,45. A cidade de Campinas foi à segunda com maior registro de casos (42.122) identificando uma taxa de incidência de 3,65. A terceira maior foi à cidade de Taubaté com 9.402 casos da doença e uma taxa de incidência de 3,36, seguida da cidade de Americana com 9.021 casos registrados, identificando uma taxa de incidência de 4,28.

2.5 O SENSORIAMENTO REMOTO NO APOIO A PESQUISA.

As características e magnitudes das energias refletidas e emitidas pelos objetos e captadas pelos sensores remotos são fontes essenciais de informações para saber identificar os objetos de estudo, sendo necessário conhecer a energia eletromagnética, suas propriedades de propagação e interações com os objetos na superfície. A energia eletromagnética possui três propriedades: (a) comprimento da onda eletromagnéticas, que é a distância de oscilações de um

comprimento a outro, (b) a frequência que é medida pelo número das ondas que passam em um ponto fixo em um segundo, (c) e a amplitude que é a altura de cada ponto fixo (LIU, 2006). A luz visível é o intervalo do espectro eletromagnético que pode ser percebido pelo sistema visual humano, neste intervalo de frequência as luzes visuais são o azul, verde, vermelho e a combinação entre elas (laranja, amarelo, violeta) e podem ser percebidas entre as escalas de 400 nm até 700 nm. As principais faixas do espectro eletromagnético estão representadas na Figura 4.

Figura 4- Representação gráfica das principais faixas do espectro eletromagnético



Fonte: INPE (2000).

Os sensores são equipamentos capazes de converter em sinal a energia proveniente dos objetos observados, extraindo de forma adequada a informação. Os sensores remotos possuem sistemas fotográficos eletrônicos capazes de detectar e registrar, sob a forma de imagem ou não o fluxo de energia radiante refletida ou emitida por objetos distantes. Qualquer fonte de energia eletromagnética é caracterizada por espectro de emissão, o qual pode ser contínuo ou distribuído em faixas discretas a velocidade de propagação de onda eletromagnética no vácuo, sendo a velocidade da luz (3×10^8 m/s) e o número de ondas que passam por um ponto do espaço num determinado tempo que definem a frequência (f) da radiação (LIU, 2006).

A energia refletida de uma área pode ser analisada através dos *pixels* das imagens termais captadas pelos sensores remotos, que traduzem em lei física a radiação térmica emitida por uma superfície que inclui uma faixa de comprimentos de ondas. A radiação varia com o comprimento da onda e o termo espectral é usado para se referir a natureza dessa dependência (ROSA, 2011).

A radiação solar que chega à Terra é irradiada diferentemente sobre sua superfície. Desta forma, a cobertura vegetal e os diferentes usos do solo apresentam valores de temperatura

nitidamente desiguais devido à absorção, emissividade e irradiação característicos do uso do solo e da cobertura vegetal existente em cada região (LOMBARDO, 1985). A presença de nuvens interfere na reflectância dos objetos da superfície terrestre, que é registrada pelos sensores dos satélites, pois a temperatura no topo das nuvens é sempre mais baixa do que a da superfície terrestre (LIU, 2006). Cada sensor possui um sistema de calibração que configura as imagens em valores digitais (*Pixels*). Para Chander e Markham (2007), esses valores podem ser convertidos em unidades físicas capazes de caracterizar a radiação radiométrica em unidade de medida.

O estudo do sensoriamento remoto é uma ferramenta que muito tem ajudado a compreender como a temperatura difere em um mesmo local. Pode ser entendido como um conjunto de atividades que permitem a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos. Essas atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registrada no sensor remoto (MOREIRA, 2001).

Operando em órbita desde 2013, os registros do *Landsat 8* captam sistematicamente e constroem periodicamente um arquivo global de imagens solares, substancialmente sem nuvens, da massa terrestre da Terra. De acordo com United States Geological Survey (USGS), o *Landsat 8* vem operando em uma altitude de 705km, numa órbita heliosíncronica com inclinação 98,2°, captando imagens da Terra numa faixa de 180 a 190km por dia e revisitando a mesma superfície a cada 16 dias por meio do sensor OLI (*Operational Land Imager*) com 9 bandas espectrais, e o sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) com duas bandas termais (Banda 10 e Banda 11) que possuem uma resolução espacial de 100m, sendo atualmente o melhor registro para estudos termais de superfície.

Segundo Schott *et al.* (2014) apud Pires e Junior Ferreira (2015), as imagens termais apresentam anomalias que incluem diferenças radiométricas, apresentando variações nos índices de calibração cruzada entre detectores que se sobrepõem em matrizes adjacentes e erros de polarização na calibração absoluta. A partir de fevereiro de 2014 foi definida uma correção inicial das imagens, porém as imagens termais da banda 11 ainda apresentam anomalias. A banda termal 10, no entanto pode ser utilizada desde que efetue a calibração apresentada no modelo de correção para transferência radioativa de emissividade e parâmetros para recuperação da temperatura de superfície.

O *Landsat 8* (figura 5) constitui uma importante base para pesquisa de temperatura por meio de suas bandas, que apresentam as seguintes características;

- Banda 1: Visível Ultra-Azul ($0,43 - 0,45 \mu\text{m}$) 30m (estudos costeiros e aerossol)
- Banda 2: Visível Azul ($0,45 - 0,51 \mu\text{m}$) 30m
- Banda 3: Visível Verde ($0,53 - 0,59 \mu\text{m}$) 30m
- Banda 4: Visível Vermelho ($0,63 - 0,67 \mu\text{m}$) 30m
- Banda 5: Infravermelho próximo ($0,85 - 0,88 \mu\text{m}$) 30 m
- Banda 6: Infravermelho médio/ SWR 1 ($1,57 - 1,65 \mu\text{m}$) 30 m
- Banda 7: Infravermelho médio/ SWR 2 ($2,11 - 2,29 \mu\text{m}$) 30 m
- Banda 8: Pancromática (Pan) ($0,50 - 0,68 \mu\text{m}$) 30 m
- Banda 9: Cirrus ($1,36 - 1,38 \mu\text{m}$) 30 m
- Banda10: Infravermelho Termal/TIRS 1 ($10,6 - 11,19 \mu\text{m}$) 100m- tratada e disponibilizada com pixel de 30m
- Banda11: Infravermelho Termal/TIRS 2 ($11,5 - 12,51 \mu\text{m}$) 100m- tratada e disponibilizada com pixel de 30m

Os satélites da série *Landsat* representam a única fonte de medições globais, calibradas, e de resolução espacial moderada da superfície da Terra que são preservadas em um arquivo nacional e livremente disponível ao público. Os dados registrados constituem a maior base de dados das superfícies continentais da Terra visto do espaço.

2.6 DETECÇÃO DA RADIÂNCIA E REFLECTÂNCIA

As imagens *Landsat* são comumente utilizadas para classificar estatisticamente tipos de cobertura, criar mosaicos digitais de várias imagens e detectar mudanças em imagens sucessivas de uma mesma área. Os NDs (*Digital Numbers* de uma imagem) são usados apenas por conveniência no processamento dos dados, pois eles não representam quantitativamente valores físicos reais de refletância e radiância (LIU, 2006).

Os valores físicos comumente derivados dos números digitais são: a radiância e a reflectância. A radiância representa a energia solar refletida por cada *pixel*, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medidas pelo satélite. Já a reflectância é a razão da quantidade de radiação refletida por objeto pela quantidade de radiação que incide nele (BASTIAANSSEN *et al.*, 1998).

A radiação vinda da vizinhança pode ser constituída por múltiplas superfícies em várias temperaturas que incidem sobre as superfícies. A irradiação é definida em (W/m^2) na qual a

radiação incide sobre uma superfície por uma unidade de área superficial, considerando comprimentos de ondas vindas de todas as direções (INCROPERA, *et al.*, 2014).

As previsões de temperatura da superfície terrestre (Tst) e as mudanças climáticas em grande escala são obtidas através de modelagens que requerem dados de parâmetros biofísicos da superfície terrestre. A Tst é um dos parâmetros mais importantes nas estimativas dos fluxos de balanço de energia da superfície terrestre (GRIEND; DEVE, 2007).

A reflectância espectral é o passo inicial para a determinação de outros índices. Os índices de vegetação em uma área são captados pelo sensor através da relação de diferentes valores termais gerando assim o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), que é um indicador sensível da quantidade e condições da vegetação (BRANDÃO; BESERRA; SILVA, 2007).

A correção atmosférica é necessária para converter os valores das temperaturas dos sensores para o real valor da temperatura de superfície (BARSÍ, *et al.*, 2005).

2.7 IDENTIFICAÇÃO DAS MUDANÇAS DE TEMPERTURA

Os estudos da radiância observados nas bandas termais dos satélites das séries *Landsat* possibilitaram diversas pesquisas de identificação de aumento do valor de temperatura termal de diferentes pontos observado contribuindo nas pesquisas e no auxílio de tomadas de decisões. (CORREA; COELHO, 2013)

O aumento de Tst promovido pelo baixo índice de cobertura vegetal em consequência do desenvolvimento urbano sem planejamento vem promovendo o aumento das Ilhas de calor (CLINTON; PENG, 2013), (OGASHAWARA; BASTOS, 2012).

A análise das mudanças de temperatura de superfície estudadas por Araújo *et al.* (2015) estavam associadas a surtos pandêmicos como a Dengue em São Paulo/SP, como também em estudo epidêmico de Leishmaniose no Brasil por Mendes *et al.* (2016), sendo relevantes para controle das doenças e na gestão de saúde.

Segundo Fernandes *et al.* (2021), outros agravos das mudanças de temperatura estão quanto a mortalidade e morbidade que acometem grande quantidade de pessoas anualmente, em que as variações de temperatura extrema promovem condições críticas as quais a mortalidade aumenta (MASCARENHAS *et al.*, 2022).

2.8 IDENTIFICANDO O BANCO DE DADOS

Na construção de banco de dados, Barcellos *et al.*, (2008) veem o uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta essencial para analisar, descrever e prever modelos espaciais dispostos de diversos padrões epidemiológicos como mapeamento de doenças, investigação de surtos e análise espacial, como também para promover estudos ecológicos de identificação no processo de comparação de grupos de informação epidemiológicas (CARVALHO; SOUZA, 2005).

O processo de geocodificação inicia com a comparação de dados em texto ou tabular com uma tabela de dados de referência em formato geográfico. A tabela de referência é um conjunto de dados que possui coordenadas mapeadas e quando correspondências entre os dados de entrada e dados de referência são encontradas, as coordenadas dos mapas correspondentes são atribuídas a partir dos dados de referência para os recursos de entrada formando um banco de dados geocodificado (GOLDBEG, 2008).

Bancos de dados geocodificados podem identificar índices de saúde pública para controle de doenças epidemiológicas e gestão de serviços com base no território e na pesquisa epidemiológica sobre determinantes ambientais, entre outras aplicações. Compreender a distribuição espacial de dados originados de fenômenos ocorridos no espaço constitui um grande desafio para esclarecer questões centrais em diversas áreas do conhecimento, entre elas, a saúde. Além da percepção visual da distribuição espacial do problema, é muito útil encontrar padrões mensuráveis (DRUCK *et al.*, 2004).

Mondini *et al.*, (2005), detectaram os casos de dengue com apoio na análise espacial por área, no município de São José do Rio Preto, geocodificando os casos por logradouros e agrupando-os por setores censitários para elaboração de mapas temáticos no controle da doença.

Registro de casos de dengue por setor censitário identificado na análise espacial de Flauzino *et al.*, (2009) permitiu reconhecer a ocorrência espacial e temporal da doença associando com a heterogeneidade de características do ambiente urbano.

2.9 OS ESTIMADORES ESTATÍSTICOS

2.9.1 Estimador de Kernel

Na estatística é possível modelar a ocorrência de fenômenos, incorporando fatores determinantes da estrutura de distribuição espacial ou da identificação de padrões pontuais no espaço geográfico. Assim o estimador de intensidade de Kernel constitui uma técnica exploratória que possibilita criar uma interpolação exploratória que gera uma superfície

de densidade para identificação visual de pontos aglomerados (áreas quentes). É uma técnica estatística de interpolação em que a ocorrência dos pontos é transformada em uma área contínua de risco para sua ocorrência. Esta técnica tem como vantagem, a rápida visualização das áreas que merecem atenção (BARCELLOS; SILVA; ANDRADE, 2007).

Barbosa e Lourenço (2010), utilizaram a técnica de Kernel para avaliar a distribuição espaço temporal de casos de dengue e da positividade larvária em recipientes encontrados casa a casa no município de Tupã-SP, buscando estabelecer a relação entre a ocorrência de dengue e positividade de recipientes.

2.9.2 Análise espacial

A aplicação de novas tecnologias para análise espacial de dados tem possibilitado um melhor conhecimento na área da saúde e ambiental, ofertando informações que propiciam uma compreensão dos fatores socioeconômicos e ambientais, que traduzem as condições de vida da população (JUNIOR RISI, 2007).

Neste contexto a aplicação estatística sobre os dados obtidos na análise espacial, tem contribuído com os estudos ecológicos no controle e identificação dos padrões das doenças epidemiológicas, que por meio de modelos estatísticos tem identificado uma dependência espacial quantificada pela função de autocorreção espacial, em que os valores atribuídos aos objetos analisados, indicam existência ou não de autocorrelação dos valores dos objetos observados e seus vizinhos (CARVALHO *et al.*, 2007).

Para Barcellos, Silva e Andrade (2007), a análise espacial por pontos da ocorrência do evento, oferece uma grande flexibilidade para delinear a distribuição espacial dos eventos comparando com as abordagens tradicionais da epidemiologia. A localização pontual de eventos possibilita a avaliação de seu padrão espacial sem a necessidade de unidade de agregação pré-determinada (BARCELLOS *et al.*, 2008).

Outras técnicas de análise espacial é a econometria convencional que possibilita fazer uma análise exploratória de dados espaciais antes de fazer a análise confirmatória, é uma forma de entender a distribuição espacial e identificar locais atípicos (outliers espaciais) e descobrir padrões de associação (cluster espaciais) e sugerir outras formas de instabilidade espacial. Esta análise é construída pela matriz de vizinhança, também chamada de matriz de proximidade ou conectividade. Essa matriz aponta a relação espacial na área de estudo, podendo ser formada pelos vizinhos de cada polígono, pela distância entre eles ou pela conectividade do comprimento das fronteiras em comum. (DRUCK *et al.*, 2004)

A matriz de vizinhança $W(1)$ ($n \times n$) é construída, a partir de um conjunto n áreas $\{A_1, \dots, A_n\}$ em que os elementos w_{ij} representa uma medida de proximidade entre A_i e A_j (i =linha, j = coluna da matriz), e a medida de proximidade pode ser calculada de acordo os seguintes critérios (DRUCK, 2004):

- Distância entre centroides: $w_{ij} = 1$, se o centróide de A_i está a uma determinada distância de A_j ; caso contrário $w_{ij} = 0$.
- Contiguidade (rainha, torre, bispo): $w_{ij} = 1$, se A_i compartilha um lado comum com A_j ; caso contrário $w_{ij} = 0$.
- Número de vizinho mais próximo: $w_{ij} = l_{ij}/l_i$, onde l_{ij} é o comprimento da fronteira entre A_i e A_j , sendo l_i o perímetro de A_i .

O critério de vizinhança mais adotado é o de contiguidade, em que uma região está próxima apenas daquelas com as quais compartilha uma fronteira. Os tipos de matrizes por contiguidade seguem as regras dos movimentos de jogo de xadrez, como; rainha (Queen), torre (Rook) e bispo (Bishop) (ALMEIDA, 2012).

Para identificar os polígonos (municípios, setores censitários) vizinhos, pode-se considerar uma vizinhança do tipo rainha, quando os dois polígonos possuem pelo menos um vértice em comum, ou uma vizinhança tipo torre, quando os polígonos possuem pelo menos um lado inteiro em comum. A vizinhança do tipo rainha apresenta menor restrição, além da vizinhança de primeira ordem, em que os vizinhos compartilham limites geográficos, podem usar também outros limites (CARVALHO *et al.*, 2001).

2.9.3 Índice de Moran (I)

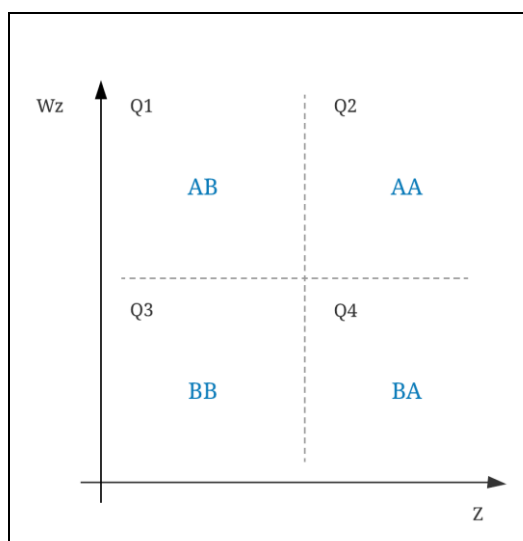
O Índice de Moran configura-se como um índice de associação espacial global que mede o padrão de autocorrelação espacial do conjunto de dados (ALMEIDA, 2012). Nesse contexto, é possível analisar se há um agrupamento de informações, onde os valores próximos tendem a ser semelhantes; se há uma dispersão das variáveis, onde valores altos e baixos ficam próximos uns dos outros; ou se há uma aleatoriedade nos dados indicando ausência de autocorrelação espacial.

A estatística de Moran é um coeficiente de associação linear e tem seu valor esperado, caso haja aleatoriedade espacial, representado por $-[1/(n-1)]$, onde n é o número de observações (bairros). Assim, para o Índice de Moran parte-se do pressuposto de uma hipótese nula de que, nos dados, não há padrão espacial. Quando os valores de Moran são maiores que o valor esperado, a autocorrelação é positiva e quando são menores, tem-se uma autocorrelação negativa (ALMEIDA, 2012).

2.9.4 Diagrama de espalhamento ou dispersão de Moran

O diagrama de dispersão de Moran (Figura 6) configura-se como um gráfico que representa a dispersão das regiões e tem como objetivo visualizar o padrão espacial do atributo de análise com ele mesmo ou com outros dados de interesse. De acordo com Almeida (2012), a divisão do diagrama é feita em quatro quadrantes que correspondem a padrões de associação linear, onde o eixo horizontal representa a defasagem espacial do atributo e o eixo vertical corresponde ao valor do atributo, conforme Figura 6.

Figura 5- Diagrama de dispersão de Moran



Fonte: Adaptado de Almeida (2012)

O diagrama de espalhamento identifica as quatro classes de autocorrelação espacial, em que os valores positivos de I indicam clusters espaciais de valores similares: alto-alto (AA) ou baixo-baixo (BB), ou seja, um setor de valor alto cercado por setores vizinhos com valores altos ou um setor de valor baixo cercado por setores vizinhos com valores baixos. Já os Valores negativos de I indicam clusters de valores heterogêneos: alto-baixo (AB) ou baixo-alto (BA), setores de valores altos com setores vizinhos de valores baixos e setores de valores baixos com setores vizinhos de valores altos. (ALMEIDA, 2004).

2.9.5 Teste de pseudo significância

O Teste de pseudo Significância é utilizado para validar a estatística de Moran e aferir se os valores encontrados no índice apresentam uma correlação espacial significativa. O Teste

é feito a partir de permutações nos valores dos atributos de cada região, ou seja, os valores vão sendo redistribuídos, de maneira aleatória, produzindo novos arranjos espaciais (PRADO; BERVEGLIERI; TACHIBANA, *et al.*, 2010).

A partir das diferentes combinações, é formada uma distribuição empírica do Índice de Moran, tendo em vista que apenas um arranjo diz respeito à situação observada. A representação é feita através de um gráfico de distribuição normal, onde as extremidades correspondem às significâncias estatísticas (valor-p) (ANSELIN, 1995).

2.9.6 Índice Local de Associação Espacial

O Índice Local de Associação Espacial, configura-se como uma decomposição dos índices globais, calculando um valor de associação espacial para cada elemento de análise no mapa, ao invés de um valor único para todo o agrupamento de dados, em que é possível analisar diferentes padrões espaciais ao longo da área de estudo, identificando regiões que são mais agrupadas ou dispersas, e também valores atípicos (outliers) que podem calcular a autocorrelação multivariada ou seja, a análise é feita para um atributo em determinada localização e para outro em áreas vizinhas. (ANSELIN, 1995).

Desta forma, pesquisas utilizando análise exploratória para entender a influência das variáveis (vizinhança) socioeconômicos espaciais do município de Minas Gerais realizada por Gomes, Bastos e Nascimento (2017) identificaram que saneamento básico, produto interno bruto (PIB) e a densidade populacional influenciam na incidência de dengue, enquanto a análise ambiental das variáveis climáticas (temperatura, umidade e precipitação) influencia casos de dengue.

Teixeira e Medronho (2008) identificaram na distribuição epidêmica da dengue com análise ecológica espacial e estatística de Moran global com base em dados censitários uma associação e contexto da doença no estado do Rio de Janeiro, assim como Almeida, Medronho, Valencia (2009) utilizaram o Moran I para identificar variáveis sócio-econômicas a ocorrência de dengue no município do Rio de Janeiro-RJ.

Este estudo não foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos pois são dados disponibilizados na rede. Foi adotado $\alpha = 5\%$.

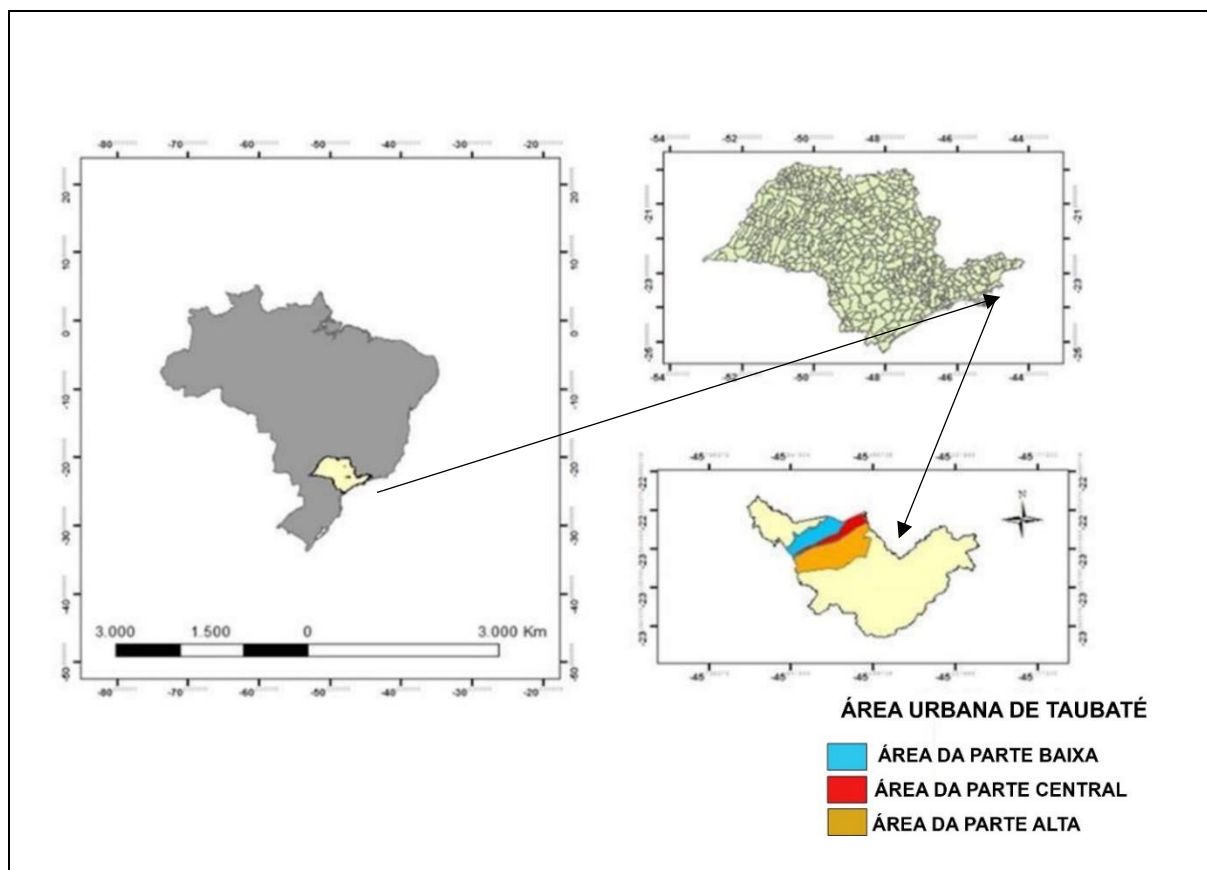
3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Localização

O local de estudo deste trabalho foi a cidade de Taubaté-SP, localizada na região leste do Vale do Paraíba Paulista, nas coordenadas 23° 01' S e 45° 33' O, que em 2014 possuía uma população de 280.000 hab., distribuída em uma área de 625,9 km². De acordo com o Instituto Brasileiro de Estatística (IBGE, 2010), a maior parte da população vivia em área urbana, com taxa de urbanização de 96,3%. A área urbana com 91,0 km² apresenta-se dividida sobre o relevo da cidade em três partes: parte central com topografia plana inserida entre a linha ferroviária e a rodovia Presidente Dutra; parte baixa com topografia plana inserida na parte norte limitada pelo Rio Paraíba do Sul; parte alta localizada na parte sul da cidade fazendo divisa com a Serra do Quebra Cangalha. A localização da cidade de Taubaté está representada na Figura 6;

Figura 6- Mapa de Localização da cidade de Taubaté e seu perímetro urbano com a parte Central, Alta e Baixa da área urbana representada.



Fonte: Próprio autor

3.1.2 Características Físico-Ambientais

O município de Taubaté está inserido entre área de morros e serras com predominância de rochas cristalinas da idade pré-cambriana, estendendo-se da Serra da Piloa ao sul e mais a norte junto à Serra da Mantiqueira. A parte norte e arredores da área urbana é cortada pelo Rio Paraíba do Sul, onde se situa a bacia sedimentar de Taubaté com sedimentos terciários e quaternários (aluviões). (NASCIMENTO, 2005).

O relevo de Taubaté é relativamente plano nas direções norte e noroeste da bacia sedimentar de Taubaté onde se encontra seu centro urbano e acidentado nas direções sul e sudeste ao se aproximar da Serra do Mar, primeiramente em forma de colinas ainda em sua zona urbana e posteriormente na forma de mares de morros e serras em sua zona rural. O relevo é também acidentado no extremo nordeste da cidade após a bacia sedimentar de Taubaté já em proximidade da Serra da Mantiqueira. (IPT, 1981)

A declividade segundo Prefeitura Municipal de Taubaté varia de 0 a >40%. Sendo que na zona rural ultrapassa os 40%, sendo maior entre os municípios de Roseira e Lagoinha, e na Serra do Quebra Cangalha (Anexo A)

3.1.3 Características Climáticas e Hidrográficas

Segundo o INMET (1990) o clima é marcado como tropical de altitude, classificado como subtropical úmido, com verões quentes e úmidos, invernos amenos e secos e com temperatura anual média de 21,7 °C, sendo o mês mais frio em julho com temperatura média de 15,6°C e o mais quente em fevereiro, com temperatura média de 27,8 °C.

A média do índice pluviométrico é de 116,7 mm com uma precipitação mensal de 1.400 mm de média pluviométrica anual.

Os ventos predominantes atuam no quadrante leste da cidade.

A bacia hidrográfica do município segundo o Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC-SP) é constituída pelo Rio Paraíba do Sul que cruza a parte norte o município. O rio Una e ribeirão Itaim na parte sul que abastecem a cidade de Taubaté. (Anexo B)

3.1.4 Indicadores Socioeconômicos

De acordo com IBGE (2000/2010), o índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Taubaté apontado em 2000 em Taubaté era de 0,734, passando para 0,800 em 2010, apresentando uma taxa de crescimento de 8,99%. Nesse período, a dimensão cujo índice com cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,246), seguida por Renda e por Longevidade.

De 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,600, em 1991, para 0,800, em 2010, enquanto o IDHM da Unidade Federativa (UF) passou de 0,493 para 0,727. Isso implica em uma taxa de crescimento de 33,33% para o município e 47% para a UF e uma taxa de redução do desenvolvimento humano de 50,00% para o município e 53,85% para a UF. O município encontrava acima do IDH do Estado de São Paulo que era de IDH 0,783.

3.1.4.1 Demografia e Saúde

Entre 1991 e 2000, a população do município cresceu a uma taxa média anual de 1,87%. Na UF, esta taxa foi de 1,78%, enquanto no Brasil foi de 1,63%, no mesmo período.

Entre 2000 e 2010, a população de Taubaté cresceu a uma taxa média anual de 1,33%, enquanto no Brasil foi de 1,17%, no mesmo período. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 94,14% para 97,84%. Em 2010 viviam no município 278.686 pessoas, sendo a população urbana de 272.712 pessoas.

A saúde do município é constituída por uma estrutura que tem como meta desenvolver políticas públicas com o propósito de promover a saúde, priorizando ações preventivas. Sua missão é colocar em prática todos os projetos desenvolvidos pelo Ministério da Saúde e que fazem parte da Agenda da Saúde, atendendo a todos que necessitam de serviços e de programas assistenciais.

Taubaté possui atualmente 08 unidades básicas de saúde (USB) e 1 unidade de vigilância sanitária (UVS), 13 Postos de atendimento médico e odontológico (PAMO) na parte Baixa, 10 na parte Central e 11 na parte Alta da área urbana da cidade, contribuindo com o plano de saúde do município.

3.1.4.2 Educação

As proporções de crianças e jovens frequentando ou tendo completado determinados ciclos indica a situação da educação entre a população em idade escolar do estado e compõe o IDHM Educação. No município, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola era de 98,00%, em 2010, no mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental era de 88,87%, a proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo era de 69,56% e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo era de 56,04%.

Em 2010, 89,05% da população de 6 a 17 anos do município estavam cursando o ensino básico regular com até dois anos de defasagem idade-série. Em 2000 eram 88,69% e, em 1991, 78,66% (IBGE, 1991,2000,2010).

Dos jovens adultos de 18 a 24 anos, 19,20% estavam cursando o ensino superior em 2010. Em 2000 eram 11,87% e, em 1991, 8,60%.

Segundo os dados do Programa Nacional das Nações Unidas (PNUD), também compõe o IDHM Educação um indicador de escolaridade da população adulta com um percentual da população de 18 anos ou mais com o ensino fundamental completo. Esse indicador carrega uma grande inércia, em função do peso das gerações mais antigas, de menor escolaridade. Entre 2000 e 2010, esse percentual passou de 55,01% para 68,23%, no município é de 39,76% para 54,92%, na UF. Em 1991 os percentuais eram de 40,09% no município e 30,09%, na UF, em 2010 considerando-se a população municipal de 25 anos ou mais de idade, 3,54% eram analfabetos, 64,88% tinham o ensino fundamental completo, 50,06% possuíam o ensino médio completo e 16,76%, o superior completo. No Brasil, esses percentuais são, respectivamente, 11,82%, 50,75%, 35,83% e 11,27%.

3.1.4.3 Renda

De acordo com IBGE (1991,2000,2010) a renda per capita média de Taubaté cresceu 61,15% nas últimas duas décadas, passando de R\$ 627,94, em 1991, para R\$ 912,43, em 2000, e para R\$ 1.011,95, em 2010. Isso equivale a uma taxa média anual de crescimento nesse período de 2,54%. A taxa média anual de crescimento foi de 4,24%, entre 1991 e 2000, e 1,04%, entre 2000 e 2010. A proporção de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 140,00 (valores de agosto de 2010), passou de 14,49%, em 1991, para 9,16%, em 2000 e para 3,75%, em 2010. A evolução da desigualdade de renda nesses dois períodos pode ser descrita através do Índice de Gini (medidor do grau de concentração de renda), que passou de 0,54, em 1991, para 0,57, em 2000, e para 0,51, em 2010.

3.1.4.4 Indicadores de Vulnerabilidade Social (IPVS)

A distribuição da população na análise do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) do Sistema Estadual de Análise de dados (SEADE) fornece dados das condições de vida do município com a identificação e a localização das áreas que abrigam os segmentos populacionais mais vulneráveis à pobreza. Se apoia nas dimensões socioeconômicas e dimensão demográfica derivando em uma combinação entre as duas dimensões e apresenta sete grupos de vulnerabilidade social conforme Tabela1.;

Tabela 1- Grupos do IPVS com mais de 50 domicílios em 2010 da Fundação Seade.

GRUPOS	DIMENSÕES		ÍNDICE	SITUAÇÃO DO SETOR
	ECONOMICO	CICLO DE VIDA FAMILIAR		
1	Muito baixa	Famílias Jovens adultas e idosas.	Baixíssima vulnerabilidade.	Urbanos e Rurais não especiais e subnormais.
2	Média	Famílias adultas e idosas.	Vulnerabilidade muito baixa.	Urbanos e Rurais não especiais e subnormais,
3	Média	Famílias Jovens.	Vulnerabilidade Baixa.	Urbanos e Rurais não especiais e subnormais.
4	Baixa	Famílias adultas e idosas.	Vulnerabilidade Média.	Urbanos não especiais e subnormais.
5	Baixa	Famílias Jovens em setores urbanos.	Vulnerabilidade Alta.	Urbanos não especiais.
6	Baixa	Famílias Jovens Residentes em aglomerados subnormais.	Vulnerabilidade muito alta.	Urbanos subnormais.
7	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovens em setores rurais	Vulnerabilidade alta	Rurais

Fonte: Fundação SEADE, Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS (2010).

Os sete grupos do IPVS resumem as situações de maior ou menor vulnerabilidade às quais a população se encontra exposta a partir de um gradiente das condições socioeconômicas e do perfil demográfico. Em 2010, o IPVS de Taubaté-SP avaliou os grupos 1, 2, 3, 4, 5 e 7.

Sendo o grupo 1 (baixíssima vulnerabilidade): 10.320 pessoas (3,8% do total). No espaço ocupado por esses setores censitários, o rendimento nominal médio dos domicílios era de R\$7.312 e em 1,3% deles a renda não ultrapassava meio salário mínimo per capita. Com relação aos indicadores demográficos, a idade média dos responsáveis pelos domicílios era de 48 anos e aqueles com menos de 30 anos representavam 12,8%. Dentre as mulheres chefes de domicílios 14,7% tinham até 30 anos, e a parcela de crianças com menos de seis anos equivalia a 6,2% do total da população desse grupo.

O Grupo 2 (vulnerabilidade muito baixa): 133.687 pessoas (48,8% do total). No espaço ocupado por esses setores censitários, o rendimento nominal médio dos domicílios era de R\$3.022 e em 8,7% deles a renda não ultrapassava meio salário mínimo per capita. Com relação aos indicadores demográficos, a idade média dos responsáveis pelos domicílios era de 50 anos e aqueles com menos de 30 anos representavam 9,8%. Dentre as mulheres chefes de domicílios 8,5% tinham até 30 anos, e a parcela de crianças com menos de seis anos equivalia a 6,6% do total da população desse grupo.

O Grupo 3 (vulnerabilidade baixa): 58.166 pessoas (21,2% do total). No espaço ocupado por esses setores censitários, o rendimento nominal médio dos domicílios era de R\$2.611 e em 11,7% deles a renda não ultrapassava meio salário mínimo per capita. Com relação aos indicadores demográficos, a idade média dos responsáveis pelos domicílios era de 43 anos e aqueles com menos de 30 anos representavam 18,6%. Dentre as mulheres chefes de domicílios 19,7% tinham até 30 anos, e a parcela de crianças com menos de seis anos equivalia a 8,8% do total da população desse grupo.

O Grupo 4 (vulnerabilidade média - setores urbanos): 40.365 pessoas (14,7% do total). No espaço ocupado por esses setores censitários, o rendimento nominal médio dos domicílios era de R\$1.769 e em 23,4% deles a renda não ultrapassava meio salário mínimo per capita. Com relação aos indicadores demográficos, a idade média dos responsáveis pelos domicílios era de 48 anos e aqueles com menos de 30 anos representavam 11,1%. Dentre as mulheres chefes de domicílios 8,2% tinham até 30 anos, e a parcela de crianças com menos de seis anos equivalia a 8,7% do total da população desse grupo.

O Grupo 5 (vulnerabilidade alta - setores urbanos): 29.050 pessoas (10,6% do total). No espaço ocupado por esses setores censitários, o rendimento nominal médio dos domicílios era

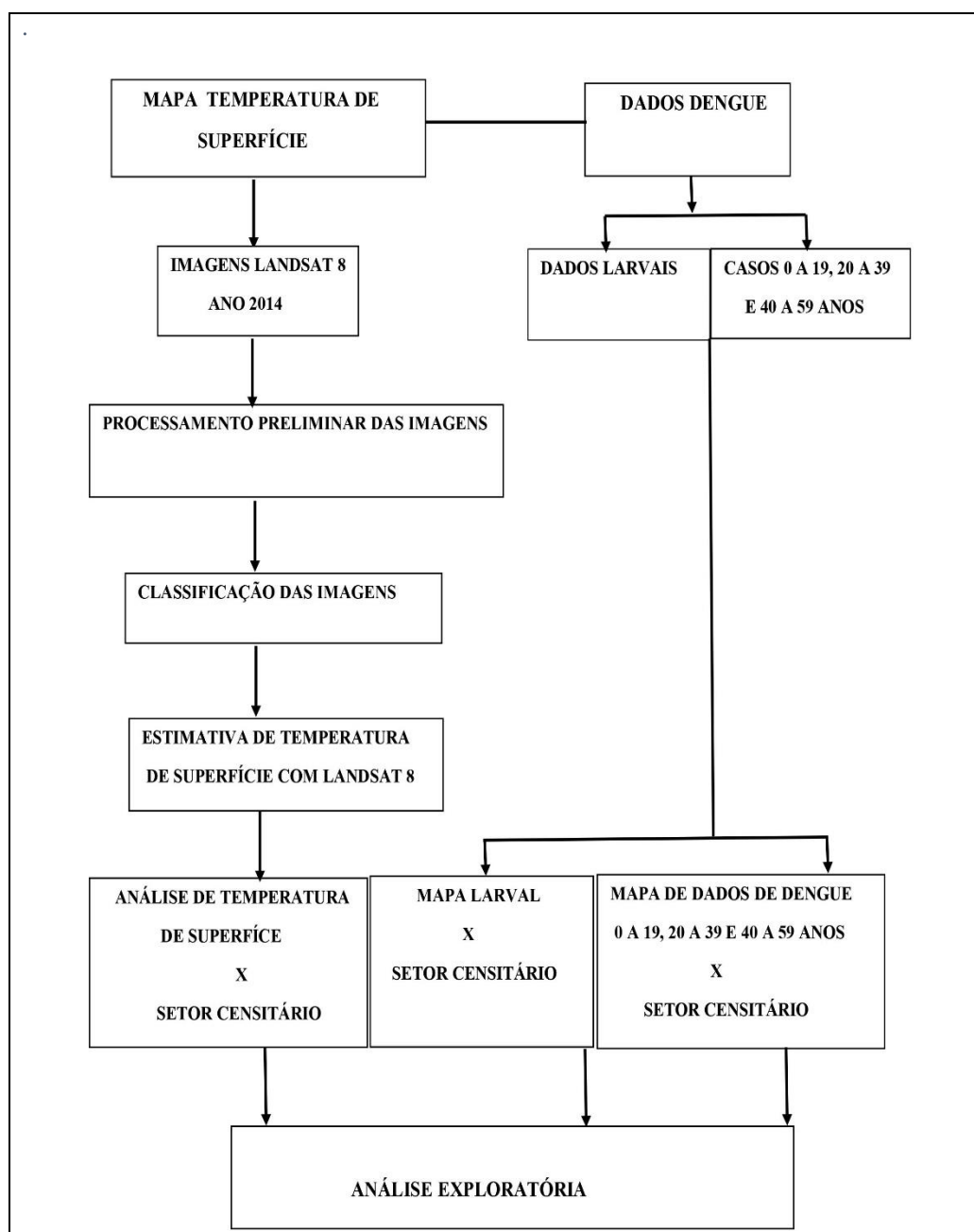
de R\$1.480 e em 32,0% deles a renda não ultrapassava meio salário mínimo per capita. Com relação aos indicadores demográficos, a idade média dos responsáveis pelos domicílios era de 42 anos e aqueles com menos de 30 anos representavam 20,3%. Dentre as mulheres chefes de domicílios 21,2% tinham até 30 anos, e a parcela de crianças com menos de seis anos equivalia a 11,2% do total da população desse grupo.

O Grupo 7 (vulnerabilidade alta - setores rurais): 2.376 pessoas (0,9% do total). No espaço ocupado por esses setores censitários, o rendimento nominal médio dos domicílios era de R\$1.326 e em 33,1% deles a renda não ultrapassava meio salário mínimo per capita. Com relação aos indicadores demográficos, a idade média dos responsáveis pelos domicílios era de 48 anos e aqueles com menos de 30 anos representavam 13,1%. Dentre as mulheres chefes de domicílios 13,0% tinham até 30 anos, e a parcela de crianças com menos de seis anos equivalia a 9,6% do total da população desse grupo.

3.2 METODOLOGIA DO TRABALHO.

Procurando identificar a Ilha de Calor e sua relação com os casos de dengue e dados larvais, este trabalho adotou a seguinte metodologia, conforme Figura 7;

Figura 7- Metodologia do Trabalho



Fonte: Próprio autor (2018)

3.2.1 Levantamento e análise dos dados.

O tipo de estudo é ecológico e exploratório e foi desenvolvido com o Sistema de Informação Georreferenciado (SIG) por meio do *software* Arcgis do fabricante *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) adquirido pelo sistema *free trial* disponível ao público na versão 10.3, onde foram processadas as imagens adquiridas dos satélites *Landsat 8* sensores Orli/ Tirs orbita 118/76, do período de verão datada de 08/02/2014 por meio do banco de dados no *United States Geological Survey*. (USGS), para detecção dos valores de temperatura de superfície (Tst), (Anexo C).

Para cálculo dos parâmetros de correção atmosféricos da imagem, foram colhidos os dados de temperatura média, umidade relativa de superfície, pressão atmosférica, por meio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para serem calculados os valores ajustados de transmitância e radiância das imagens pelos dados de correção atmosférico (*Atmospheric Correction Parameter Calculator*) por meio do aplicativo da agência Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA) disponível em <https://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>.

Para detecção da temperatura de superfície foi utilizada a banda 10 termal do *Landsat 8*, bem como a banda 5 da faixa espectral infravermelho próximo e a banda 4 da faixa espectral vermelho da imagem para obter o índice de áreas úmidas e vegetadas (NDVI) no processo de identificação. (Anexo D)

A pesquisa também contou com imagens de períodos históricos de 2014 obtidas pelo aplicativo gratuito *Google Earth*, disponível em <http://earth.google.com/>, 2009. (Anexo E)

Para identificar a espacialização urbana foi obtido o arquivo digital com dados dos setores censitários urbanos de Taubaté do ano 2010 pelo banco de dados do IBGE. (Anexo F)

Os dados dos casos de Dengue pesquisados no trabalho foram fornecidos pelo Setor de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Saúde e os dados Larvais fornecidos pela Superintendência de Controle de Endemias (SUCEN, 2014) de Taubaté-SP.

3.2.1 Processamento preliminar

O processamento preliminar do trabalho foi definir o *Datum* para *Wideband Global Satcom system south américa* (WGS) SIRGAS 2000, para manipulação dos dados das imagens adquiridas do *Landsat 8* e reprojeter no sistema de referência, uma vez que as imagens adquiridas estão direcionadas para o hemisfério norte, devendo ajustá-las para o hemisfério sul, projeção/datum WGC 1984 UTM 23S.

3.2.3 Espacialização média do setor censitário.

Com a malha digital do limite do setor censitário do ano de 2010 fornecidos pelo banco de dados do IBGE recortada, foi possível identificar os setores censitários e a dimensão, possibilitando reconhecer a expansão urbana no período estudado.

3.2.4 Estimativa de temperatura de superfície.

Para estimativas de Tst das imagens datadas de 08/02/2014 do *Landsat 8*, foram utilizadas o infravermelho termal da banda 10 com resolução espectral de 10.6µm- 11.19µm do sensor TIRS e resolução espacial de 100m, e imagens da banda espectral do infravermelho próximo da banda 4 e do vermelho espectral da banda 5 corrigidos.

Para corrigir os efeitos de absorção e espalhamento causados pela interferência na atmosfera, captados pelo sensor, aplicou-se a fórmula para correção atmosférica em cada banda para detectar o valor da radiância espectral. As constantes térmicas foram obtidas no arquivo de dados ao fazer o *download* da imagem no site USGS e aplicada a equação (1).

$$L\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Onde:

$L\lambda$ = Radiância espectral (W/ m²· sr· µm);

M_L = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda (3.3420E-04);

Q_{cal} = Valor quantizado e calibrado do *pixel* em nível de cinza (DN);

A_L = Fator aditivo de redimensionamento da banda (0.1000);

Para o cálculo de Tst com correção atmosférica foram calculados os valores de transmissividade atmosférica, radiância emitida e recebida pela superfície através do site da NASA (<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>), conforme dados da Tabela 1. Em seguida foi efetuado o cálculo da radiância (L_T) através da equação (2). (BARSÍ, 2003)

$$L_T = \frac{L_{Toa} - L_u - (1 - \varepsilon) L_d}{T \varepsilon} \quad (2)$$

T ε

Onde,

L_T = Radiância de um alvo negro de temperatura cinética (W/ m²-sr-µm)

L_{TOA} = Radiância espectral ($W/m^2-sr-\mu m$)

T = Transmissividade da atmosfera

ε = Emissividade da superfície

L_u = Radiância emitida pela superfície ($W/m^2-sr-\mu m$)

L_d = Radiância recebida pela superfície ($W/m^2-sr-\mu m$)

A emissividade de 0,92 corresponde ao valor médio das superfícies urbanas

A radiância espectral foi convertida em T_{st} , por meio do arquivo metadados da banda 10, conforme equação (3):

$$T_{SC} = \frac{K_2}{\ln \frac{K_1}{L\lambda} + 1} \quad (3)$$

Onde;

T_{SC} = Temperatura sem correção atmosférica (Kelvin)

K_1 = Constante de calibração 1

K_2 = Constante de calibração 2

$L\lambda$ = Radiância espectral ($W/m^2-sr-\mu m$)

A partir da radiância obtida, pode-se estimar a temperatura de superfície em *Kelvin* e posteriormente convertidas para graus Celsius ($^{\circ}C$) com a subtração do valor da temperatura do ponto de congelamento da água ao nível do mar, que equivale a 273,15 K. As imagens de temperatura de superfície foram classificadas e foi aplicada uma escala cromática de pseudo cor às imagens resultantes, com o intuito de melhor identificar o comportamento da temperatura dos alvos nas imagens.

No processo de identificação da T_{st} foram levantados os dados de temperatura, pressão, elevação, umidade relativa, latitude, longitude, e dados pluviométricos ocorridos no período de 2014 da cidade de Taubaté e os dados foram obtidos pelo banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Foram adquiridos os valores dos coeficientes de calibração e da radiância espectral no topo da atmosfera do sensor *Landsat 8* das bandas envolvidas no estudo, para corrigir os efeitos de absorção e espalhamento causados pela interferência na atmosfera e para cálculo da radiância de cada banda.

Os valores para o processo de identificação da correção da emissividade do sensor do satélite na data de 08/02/2014, identificaram a transmissão média atmosférica o valor de 0.90 k com uma radiância ascendente de $0.52 W/m^2/sr/\mu m$, e descendente de $0.98 W/m^2/sr/\mu m$, que

foram obtidos por meio do banco de dados do *Atmospheric Correction Parameter Calculator* (ATCORR) da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Estes valores foram utilizados na equação 3.

O processamento dos dados projetou um mapa de estimativa de Tst para o período de verão 2014 com uma temperatura mínima de 34 °C e a máxima de 49 °C para a área urbana dos setores censitários de Taubaté, sendo que a temperatura média de superfície identificada no processo foi de 38,40 °C (desvio padrão =5,25 °C).

3.2.5 Espacialização dos casos de dengue e casos larvais

Com os dados registrados de casos de dengue no período de 2014, elaborou-se um mapa temático por pontos identificando os setores censitários urbanos registrando os casos ocorridos nas faixas etárias de 0 a 19 anos, 20 a 39 anos e 40 a 59 anos em Taubaté/SP.

O desenvolvimento desta etapa contou com a interpretação visual das imagens históricas de 2014 (*Google Earth*) e dos dados confeccionados em planilha Excel. Os registros dos casos eliminaram informações que estavam fora do perímetro urbano e dados não encontrados durante a demarcação possibilitando confeccionar um mapa temático por coordenadas, registrando os casos ocorridos no período de 01 de janeiro à 20 de junho de 2014, nos setores censitários urbanos de Taubaté.

Foi também elaborado um mapa temático com o registro dos dados larvais do *Aedes aegypti* encontrados por setor censitário no mês de janeiro de 2014 fornecido pela SUCEN (*Superintendência de Controle de Endemias*) de Taubaté.

O trabalho contou com o apoio das imagens históricas de 2014 (*Google Earth*) e do mapa da malha urbana de Taubaté-SP. A limitação desta pesquisa para exequibilidade do trabalho no processo de identificação dos resultados foi pautada na distância das imagens adquiridas e no processo de demarcação das áreas urbanas (pontuadas manualmente), para classificar os casos de dengue nas faixas etárias e dados larvais por setor censitário e associar os dados com a Tst.

3.2.6 Análise ambiental

Para entender o balanço pluviométrico no período de janeiro a junho de 2014, foram consultados os dados históricos de 2014 de Taubaté-SP na plataforma do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2010).

3.2.7 Análise da distribuição espacial

Os resultados registrados de dengue e de Tst, possibilitaram elaborar um mapa de densidade de Kernel gerado no ArcGis (ENRI'S) pela função Kernel Density, para estimar a intensidade da densidade dos casos registrados da doença e de temperatura por setor censitário em Taubaté-SP. A estimativa de densidade avaliou a distância do ponto a uma posição de referência, em que a densidade por caso (número de casos por área), identificou as probabilidades de maior intensidade de riscos, tendo como denominador para a taxa a densidade de número de casos por habitante em m², conforme aplicação da equação (4):

$$p = \frac{1}{r^2} \sum_{i=1}^n \left[\frac{3}{\pi} * w_i \left(1 - \left(\frac{d_i}{r} \right)^2 \right) \right] \quad (4)$$

Onde,

P = A densidade no local (x,y)

R= Raio da pesquisa

i=1,...,n ponto dentro do local de pesquisa (x,y) estão incluídos

W_i = O peso do ponto i. Se um campo de peso não for especificado, o peso será 1 para todos os pontos.

d_i = A distância entre o ponto (i) e o local (x,y). A distância deve ser menor que o raio de pesquisa.

3.2.8 Análise exploratória

Como análise preliminar dos dados de Tst e compreender sua distribuição espacial das larvas, aplicou-se o índice de Moran global para mesurar os efeitos de dependência espacial entre os bairros dos setores censitários de Taubaté-SP, calculado no programa computacional GeoDA, definido na equação (5):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (5)$$

Onde,

1. w_{ij} são os elementos da matriz de proximidade espacial padronizada de primeira ordem W_nxn(1) (definida pelo método da fronteira comum);

2. y_i e y_j são os valores observados da variável número de dados larvais, respectivamente, dos bairros A_i e A_j .

3. $\bar{y}$ é a média do valor observado da variável número de dados larvais de todos os bairros urbanos de Taubaté-SP.

A autocorrelação espacial linear de casos larvais com o Moran global, permitiu analisar a existência de clusters setoriais em que o nível de significância, considerando as taxas de cada setor censitário em relação às taxas de setores vizinhos e a média dessa taxa obteve um p-valor ($< 0,01$).

E por fim, com o objetivo de compreender o comportamento da distribuição dos casos de dengue nas faixas etárias estudadas bem como a dependência das demais variáveis IPVS e socioeconômicas, utilizou-se os índices de Moran bivariado definido na equação (6).;

$$1_i = \frac{Z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_j}{\sum_{j=1}^n W^2_{ij}} \quad (6)$$

Onde,

1. n diz respeito aos números de regiões ou unidades espaciais.
2. Z é a variável de interesse
3. w_{ij} são os elementos da matriz de peso normalizada para os elementos i e j

Desta forma obteve-se o Moran bivariado da associação para dados larvais e casos de dengue por faixa etária de 0 a 19 anos, 20 a 39 anos, 40 a 39 anos, bem como foi feita a autocorrelação Moran bivariado dos dados Tst x casos de dengue por faixa etária em Taubaté-SP, 2014, que produziu mapas e tabelas da espacialização do resultado no programa computacional GeoDA.

Como estudo socioeconômico foram utilizados os dados do Índice Paulista de vulnerabilidade social (IPVS) do índice dos quatro grupos urbanos (Gp2, Gp3, Gp4, Gp5) de vulnerabilidade social atuantes na área urbana de Taubaté. Os dados foram obtidos na Fundação de Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade) e associaram-se com os casos de dengue por faixa etária, produzindo tabelas e mapas do Índice Paulista de vulnerabilidade social (IPVS) x casos de dengue por faixas etárias.

Para estudo das variáveis socioeconômicas, foram adquiridas no, as variáveis de dimensões socioeconômicas dos setores urbanos de Taubaté, SP, por meio do banco de dados da Fundação de Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). Estas variáveis destacaram; a) média de moradores em domicílio particular permanente, b) rendimento médio do domicílio

dos domicílios particulares permanente, c) proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas. Desta forma foi possível fazer uma associação linear por meio da análise I_M bivariado com as diferentes variáveis socioeconômicas x casos de dengue por faixa etária.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho inicial foi de aquisição de dados climáticos para poder auxiliar no processo de identificação de Tst por setor censitário. Os dados obtidos demonstraram temperatura elevada no período estudado, possivelmente influenciada pela estação mais quente que com alta umidade do ar caracterizam o período de chuvas na região (FOLHES; FISCH, 2006). Conforme tabela 2.

Tabela 2- Dados Climáticos- Taubaté/SP, 2014.

Imagens	Elevação (Km)	Temperatura °C	Pressão/ Mb	Umidade %	Hora GMT	Lat.	Long.
08/02/2014	0,6	28,8	950,2	62	13:30	23.01	45.33

Fonte: INMET (2014).

Foram obtidos os valores dos coeficientes de calibração e da radiância espectral no topo da atmosfera do sensor *Landsat 8* das bandas da imagem envolvida no estudo da emissividade do sensor, foram utilizados em valores do topo de atmosfera, para corrigir os efeitos de absorção e espalhamento causados pela interferência na atmosfera e para cálculo da radiância de cada banda, que de acordo com Liu (2006) seus valores não representam quantitativamente valores físicos reais de refletância e radiância, sendo necessária a conversão para obter o valor correto da emissividade do sensor, conforme Tabela 3.;

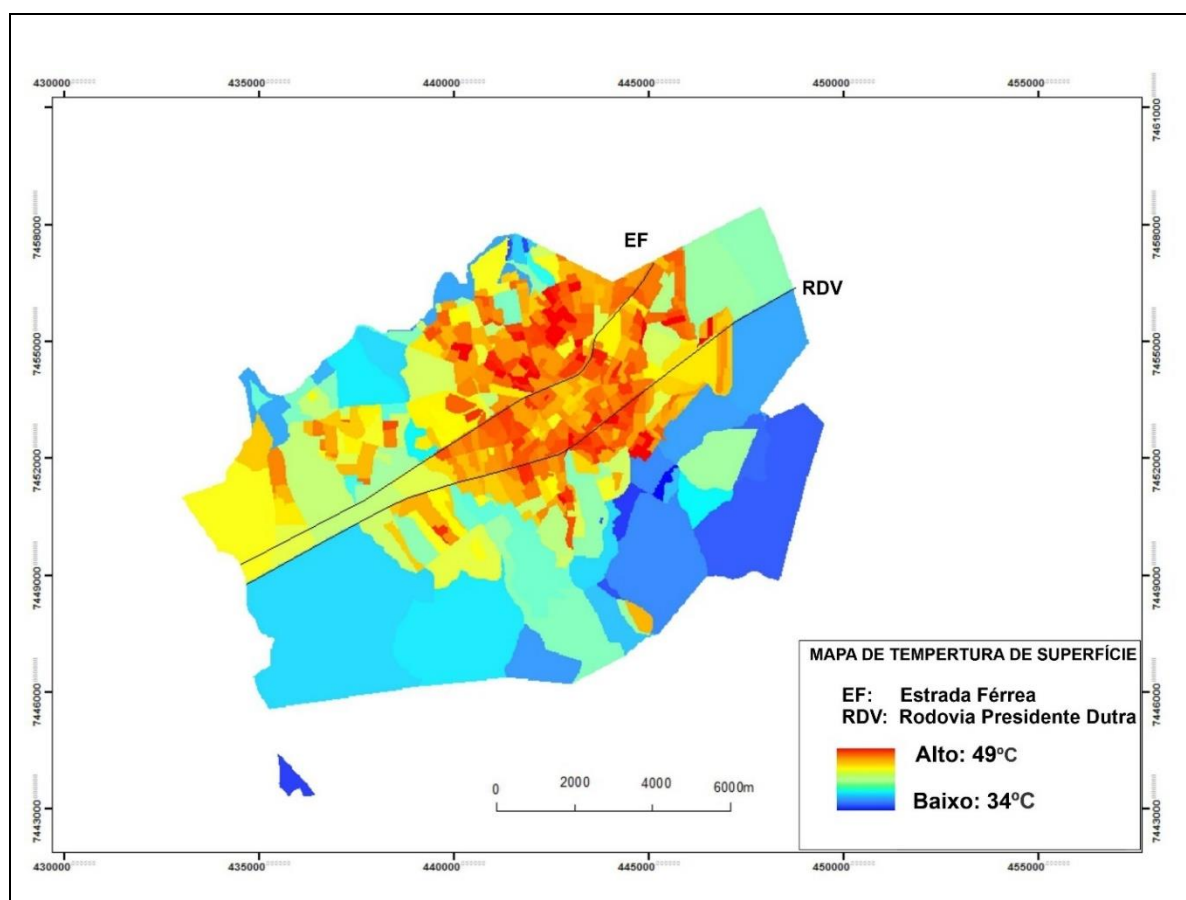
Tabela 3- Radiância Multiplicativa e Aditiva das bandas.

Bandas	Radiância multiplicativa	Radiância aditiva
4	0.010266	-51.44241
5	0.0062826	-31.48019
10	0.0003342	0,1

Fonte: USGS (2014).

O processamento dos dados projetou um mapa de estimativa de Tst para o período de verão de 2014 com uma temperatura mínima de 34 °C e a máxima de 49 °C para a área urbana dos setores censitários de Taubaté, sendo que a temperatura média de superfície identificada no processo foi de 38,40 °C (desvio padrão =5,25 °C). A variação de temperatura mais baixa (34 °C) ocorreram nas áreas periféricas do limite urbano, conforme Figura 8;

Figura 8- Mapa Temático de temperatura de superfície (°C) por setor censitário - Taubaté/SP, 2014.



Fonte: próprio autor (2018)

De acordo com o mapa temático de Tst, os setores urbanos com elevadas temperaturas foram identificados na região baixa limitada acima da estrada férrea (EF) e abaixo da rodovia Presidente Dutra (RDV) sentido a macrozona rural sul. Possivelmente estes setores tenham uma morfologia urbana caracterizada por edificações com diferentes materiais construtivos, concordando com pesquisa de Kuang, W. *et al.*, (2018), em que a paisagem urbana mosaica com materiais de construção artificiais, como asfalto, concreto, tijolo e pedra e crescimento artificial da superfície impermeável agrava a magnitude e a extensão das Ilhas de calor nas áreas urbanas.

As temperaturas elevadas encontradas podem estar associadas também a pouca permeabilidade do solo e ao quantitativo de solo exposto conforme pesquisa de Marchesi, Sajani e Lauriola (2014) realizada em Modena na Itália. A identificação da Ilha de Calor pode estar associada com a redução de áreas verdes contribuindo com a alteração do microclima do lugar e consequentemente afetando as condições de desconforto do ser humano e interferindo seriamente no Tst. De acordo com a pesquisa de Araújo (2015) em São Paulo-SP, que abordou a temática de Ilha de Calor e a dengue, as temperaturas elevadas podem favorecer a proliferação de vetores, pois o período de incubação extrínseco também é influenciado por flutuações diárias de temperatura. O desenvolvimento do mosquito transmissor viral diminui nas flutuações de temperatura de $\pm 10^{\circ}\text{C}$, sendo que em 20°C , a larva ainda não atinge a fase adulta, enquanto em temperaturas mais elevadas como 28°C e 32°C , as larvas atingem mais rapidamente a fase adulta e produzem maior quantidade de ovos. Assim, a Ilha de calor pode amplificar a incidência de dengue.

Os 9.607 casos notificados de dengue ocorridos em 2014 em Taubaté-SP, foram pontuados neste trabalho por endereço, na espacialização do setor censitário urbano (não especificando se os casos foram autóctones ou importados), 7.556 casos de dengue nas faixas etárias de (0 a 19 anos, 20 a 39 anos e 40 a 59 anos) ocorridos na área urbana de Taubaté. Foram confeccionados por meio de mapas temáticos para entender a espacialização dos casos ocorridos nas diferentes faixas etárias nos setores censitários urbanos de Taubaté/SP em 2014, conforme Figura 9;

Figura 9- Mapas temáticos dos casos de Dengue na faixa etária de 0 a 19 anos (a), 20 a 39 anos (b), 40 a 59 anos (c) em Taubaté-SP, 2014.



Fonte: próprio autor

Por outro lado, os casos notificados fornecidos pelo setor de vigilância epidemiológica apresentaram limitações como; dados inexistentes ou inadequados, erros de digitação dos dados, incapacidade de localização de logradouro numérico em alguns setores e até mesmo por não estarem dentro do perímetro urbano da cidade contribuíram com a perda de 714 registros.

O resultado obtido com o registro demonstra que os casos identificados estão em centroides indicando uma maior concentração dos pontos na parte baixa da estrada férrea e na parte alta limitada pela Rodovia Presidente Dutra. não confirmando o nível da doença, bem como o local da contaminação.

O registro dos casos destacou os meses de março, abril e maio com maior ocorrência da doença conforme Tabela 4.

Tabela 4- Casos de Dengue de janeiro a junho em Taubaté-SP, 2014.

Faixas etárias	Jan.	Fev.	Março	Abril	Maio	Junho	Total
0 a 19 anos	26	95	406	763	513	136	1.939
20 a 39 anos	45	177	533	1227	881	272	3.153
40 a 59 anos	45	180	452	966	643	191	2.464
Total	116	452	1391	2956	2037	59	7.556

Fonte: próprio autor (2018).

Os casos de dengue registrados no período de 1º de janeiro a 30 de junho de 2014, na faixa de 0 a 19 anos de idade, identificaram 1939 casos, com taxa de incidência de 711 casos para 100.000 hab. Para a faixa etária de 20 a 39 anos observou-se 3153 casos, com uma taxa de 1.156 casos para 100.000 hab. E a faixa etária de 40 a 59 anos registrou 2464 e a taxa foi de 903,51 casos para 100.000 hab.

De acordo com pesquisa realizada em Cuiabá-MT por Guollo (2015), a taxa de incidência pode ser classificada alta quando acima de 300 casos para 100.000 habitantes, os valores obtidos nesta pesquisa podem demonstrar um alerta para uma cidade de médio porte como Taubaté-SP., em que a maioria dos casos diagnosticados se concentram em região urbanizada.

A forma de registro pontuada por logradouro dos casos de dengue realizada no período, possibilitou identificar um coeficiente numérico de casos mensais por idade (0 a 19 anos, 20 a 39 anos, 40 a 59 anos) em cada setor censitário, diferenciando da pesquisa realizada em São José do Rio Preto por Mondini (2005), que por meio do banco de dados dos casos autóctones notificados sem descriminar a faixa etária, calculou o coeficiente de incidências mensais pela

divisão do total de casos de cada mês pela estimativa anual de população e multiplicou por 100 mil hab., obtendo uma série anual de coeficientes mensais por taxa da doença/hab. de cada período estudado. A forma analisada por pontuação dos casos de dengue segundo Andrade, *et al* (2007), permitiu reconhecer a distribuição espacial do evento.

No entanto percebe-se que os maiores casos da doença ocorreram nas faixas etárias de 20 a 39 anos e 40 a 59 anos que, podendo ter relação com dados das populações economicamente ativas que segundo IPEA (2000) estão aptas a atender o mercado de trabalho ou que estuda durante o dia sendo, portanto, as que mais circulam, concordando com estudos de (FERREIRA; CHIARAVALOTTI-NETO; MONDINE, 2018).

Segundo o índice pluviométrico mensal registrado no período de janeiro a junho de 2014 em Taubaté-SP, o mês de março registrou o maior índice pluviométrico, conforme Tabela 5.;

Tabela 5- Índice pluviométrico de janeiro a junho em Taubaté –SP, 2014.

Índice	Jan	Fev.	Março	Abril	Maio	Junho
Pluviométrico						
em mm	7,4	42,4	98,4	54,8	13,2	17,6

Fonte: INMET (2014).

Os dados coletados podem ser justificados pelos meses mais quentes e úmidos que são favoráveis a proliferação do mosquito transmissor da dengue, concordando com a pesquisa de Vianna e Ignotti (2013) em que a variação meteorológicas e a dengue no Brasil ocorrem nos meses de maior índice de precipitação pluviométrica e de temperatura elevada (verão), identificando que a produção da larva e pupa ocorrem nas estações de verão-outono, sendo o pico máximo alcançado entre março à abril na região do Vale do Paraíba-SP.

A maioria dos casos ocorre entre os meses de março a maio podendo, no entanto, haver uma associação com características heterogêneas dos setores urbanos que poderão contribuir com a proliferação do vetor, concordando com a pesquisa realizada na cidade de São José do Rio Preto-SP de Mondini (2005), que identificou que o padrão de incidência encontrado pode estar relacionado com as características sócio-econômica da população. A qualidade de infraestrutura e atendimento público, no atendimento e registros dos casos ocorridos, são outras vertentes que devem ser observadas (CARVALHO; NASCIMENTO, 2014).

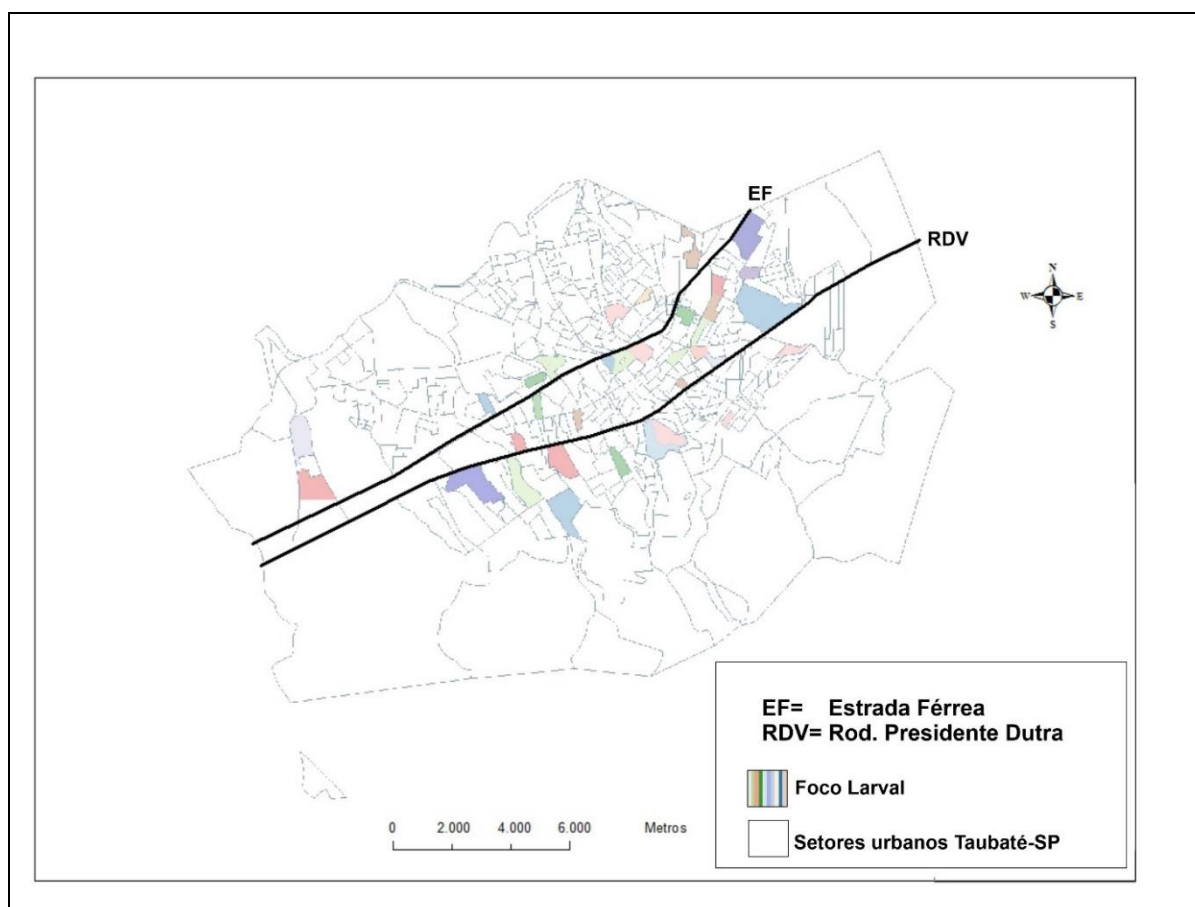
A associação pode ser justificada pelas características urbanas como as encontradas na pesquisa realizada na cidade de Niterói (RJ) por Flauzino (2009), que identificou um maior número de casos da doença em setores com características de ocupação urbana adensada, ou

pela característica da topografia plana com pouca permeabilidade ao solo. Os resultados desta pesquisa também podem ser relacionados com pesquisa de Marteis *et al.*, (2013), que identificaram a incidência de criadouros na mesma localidade em que o solo apresenta pouca permeabilidade e os moradores têm o hábito ao solo associados aos hábitos armazenarem água em recipientes não hermeticamente fechados, propiciando condições favoráveis ao desenvolvimento de formas imaturas de *Ae. aegypti*, ofertando um habitat sistêmico para proliferação do vetor.

De acordo com pesquisa de Barcellos, *et al.* (2008), o incremento de áreas alagadas, principalmente em áreas com topografias baixas podem favorecer a proliferação de vetores e intensificar as doenças vetoriais visto que grandes cidades se caracterizam pela geração de calor e a sua cobertura por construções, diminui a percolação de água de chuva e aumenta o fluxo ascendente de ventos, o que as torna vulneráveis para efeitos de aquecimento e enchentes. Esses processos podem causar o aumento global de temperatura, conjugados às alterações de uso da terra, podem aumentar a amplitude de variações de temperatura e precipitação. As altas chuvas no período estudado (geralmente ocorrendo no final da tarde) podem contribuir para a criação de um microclima favorável à proliferação, concordando com estudo realizado no litoral do estado de São Paulo por Ribeiro, Marques e Voltolini *et al.*, (2006) em que a chuva e a temperatura de um determinado mês contribuiu para explicar o número de casos de dengue de dois a quatro meses depois, facilitando o aumento de incidência e o aumento no número de criadouros, ovos positivos e dengue, especialmente na estação seca. As condições climáticas, caracterizadas pelas precipitações atmosféricas e temperaturas elevadas, em geral mostram relação positiva com a transmissão de dengue. O conhecimento desse processo poderá propiciar maior entendimento sobre a dinâmica de transmissão e, conseqüentemente, contribuir para o seu controle.

Foram registrados 36 focos larvais de *Aedes aegypti* nos setores urbanos em janeiro de 2014, Taubaté-SP, de acordo com o mapa de zoneamento do município, o resultado viabilizou um mapa temáticos dos registros dos focos larvais encontrados por setor censitário, conforme Figura 10;

Figura 10-Mapa de registro dos focos larvais do *Aedes aegypti* em Taubaté-SP, 2014.

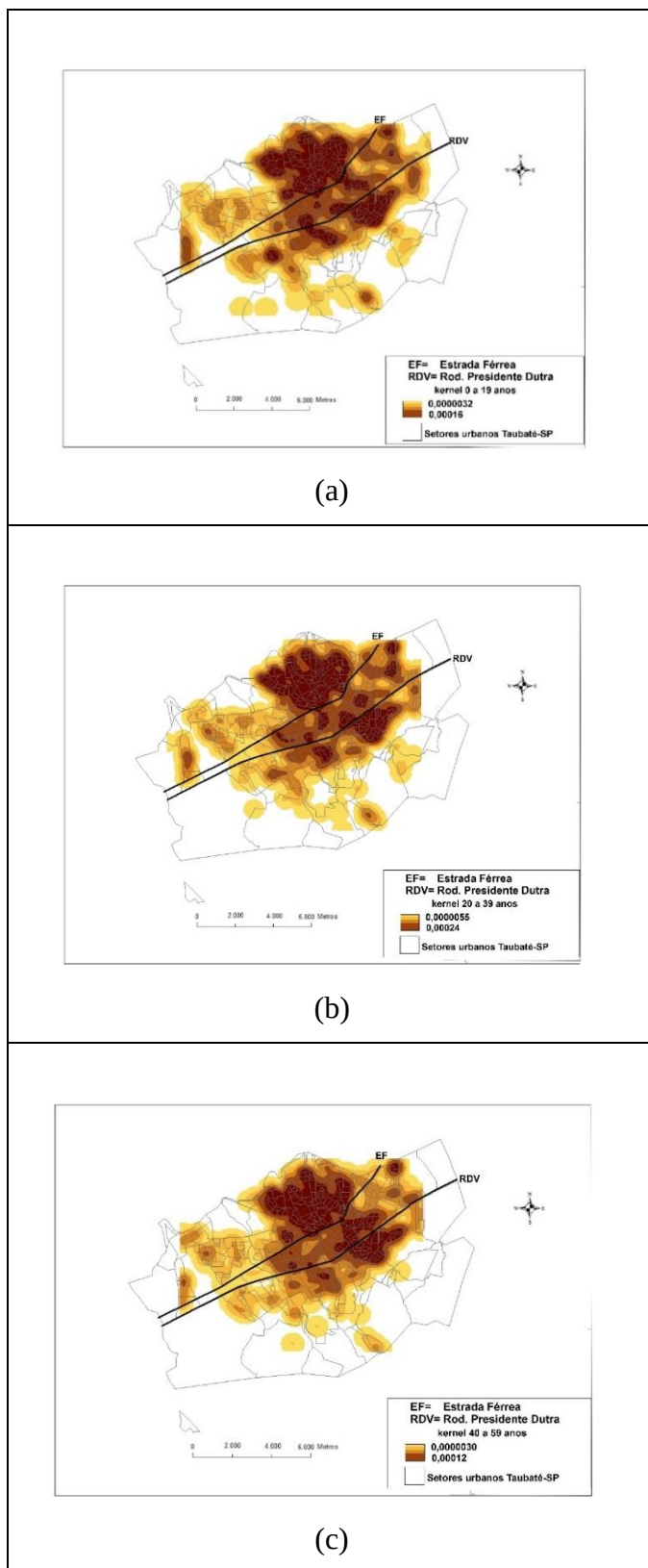


Fonte: Próprio autor (2018)

A distribuição larval de *Aedes aegypti* parece se concentrar entre a estrada férrea e limitações da Rodovia Presidente Dutra, possivelmente concorde com os resultados da pesquisa de Barcellos, *et al.* (2009), em que o adensamento de construções reduz a percolação da água de chuva e promove a mudança de temperatura local (microclima). Segundo Marteis *et al.*, (2013), tais situações associadas aos maus hábitos dos moradores podem contribuir com o aumento no número de criadouros com óvulos positivos.

Foi realizada a análise da densidade de Kernel que gerou um mapa com forte correlação espacial com os casos de dengue registrados no período de 1º de janeiro a 30º de junho de 2014 entre as faixas etárias estudadas, conforme Figura 11;

Figura 11- Mapas de densidade de Kernel de casos de dengue 0 a 19 anos (a), de 20 a 39 anos (b) e 40 a 59 anos (c) dos setores censitários urbanos, 2014, Taubaté/SP.



Fonte: próprio autor (2021)

Os resultados dos mapas de densidade de Kernel de Tst e de casos de dengue entre as faixas etárias estudadas, demonstraram uma concordância de densidade nas mesmas áreas. O estimador de densidade encontrado de Kernel concorda também com a pesquisa realizada na cidade de Cruzeiro-SP por Carvalho e Nascimento (2014), que localizaram os centroides marcados por spots de maior ocorrência de casos por setor censitário e sua evolução. Apesar da cidade possuir um índice considerável de IDHM, as altas taxas observadas da doença podem estar relacionadas com a eficácia dos programas de controle da dengue oferecidos pela Unidade de Saúde Familiar (USF) da cidade, que se bem-preparados por profissionais de relevância podem contribuir no controle da doença, conforme pesquisa de Nascimento, Costa e Zölner (2013).

Na compreensão da distribuição espacial dos casos larvais e Tst por meio de análise exploratório de Moran global para compreender o conjunto de dados quantitativos por setor censitário, o resultado permitiu verificar uma autocorrelação positiva em p-valor ($<0,01$), conforme tabela 6.;

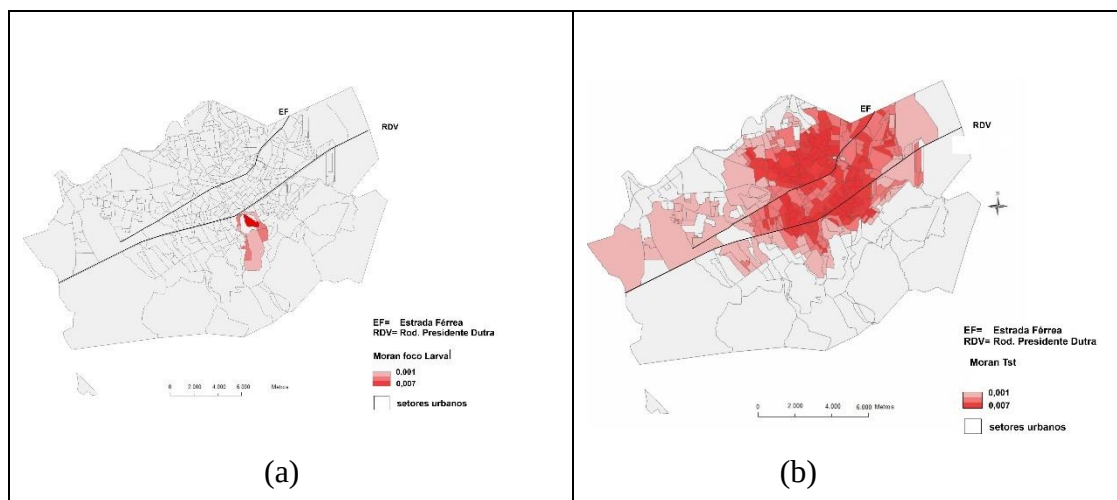
Tabela 6- Moran global para dados larvais e Tst em 2014, Taubaté/SP.

Dados	M Global	p-valor
Larval	0,007	($< 0,01$)
Tst	0,007	($< 0,01$)

Fonte: próprio autor (2022)

A distribuição do mapa de Moran global para dados larvais e Tst apontaram dependência espacial, conforme Figura 12;

Figura 12-Distribuição espacial Moran global- Foco larvais (a) e dados de Tst (b) em Taubaté-SP, 2014.



Fonte: próprio autor (2022).

Esta dependência espacial encontrada com Moran global, parece indicar que o foco larval teve maior concentração próximo a setores abaixo da rodovia Presidente Dutra, já a análise de Moran global de Tst, identificou maior temperatura entre setores delimitados pela rodovia Presidente Dutra (RDV) e estrada Férrea (EF), que conforme Druck *et al.*, 2009, quando os resultados indicam que valores significativos de índices de autocorrelação espacial são evidência de dependência espacial.

Na análise exploratória de autocorrelação de Moran bivariado da associação entre dados larvais e casos de dengue por faixa etária encontrou uma associação negativo nas faixas etárias 0 a 19 anos e 20 a 39 anos e positivo para faixa etária 40 a 39 anos, conforme tabela 7.

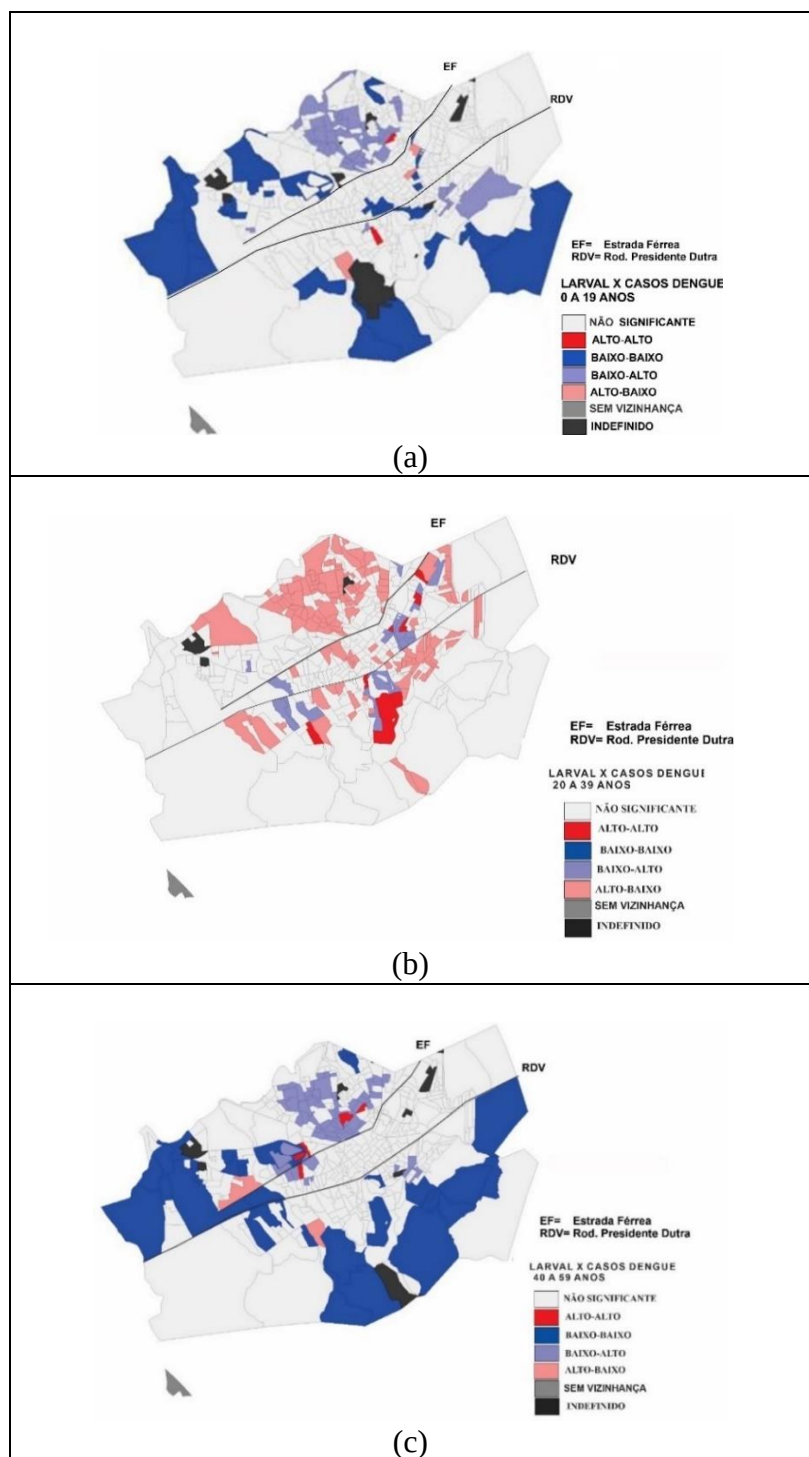
Tabela 7- Moran bivariado para dados Larvais x casos de dengue por faixa etária em 2014, Taubaté/SP.

Faixas etárias	I_M bivariado	p-valor
0 a 19 anos	-0,020	(0,18)
20 a 39 anos	-0,026	(0,13)
40 a 59 anos	0,010	(0,29)

Fonte: próprio autor (2022)

Os mapas produzidos permitiram reconhecer os setores urbanos na análise exploratória de Moran bivariado de foco Larvais e casos de dengue nas faixas etárias estudadas em Taubaté-SP, 2014, conforme Figura 13;

Figura 13 - Distribuição espacial Moran bivariado:- (a) dados larvais x casos de dengue 0 a 19 anos, (b) dados larvais x casos de dengue 20 a 39 anos, (c) dados larvais x casos de dengue 40 a 59 anos, em Taubaté-SP, 2014.



Fonte: próprio autor (2022)

A autocorrelação negativa dos dados larvais com as faixas etárias 0 a 19 anos e 20 a 39 anos detectados nos setores em janeiro de 2014 identificaram setores com baixo índice larval com proximidade a setores vizinhos com elevado número de casos de dengue, nestas faixas etárias. Conforme o mapa demonstra, o resultado diverge das áreas de foco larval identificadas no Moran global. Na faixa etária de 40 a 59 anos, a autocorreção foi positiva, mas não significativa. Os resultados apontaram proximidade entre os setores com elevado índice larval e elevado número de casos de dengue, na região acima da estrada férrea. Isso pode explicar, possivelmente, porque a larva encontrada em janeiro nestes setores próximos, contribuíram com a infecção desta faixa etária. Esta variação de valores pode ser justificada conforme pesquisa de Ribeiro *et al.*, (2006), em que a incidência de casos de dengue também flutua com as condições climáticas e está associada com o aumento da temperatura, pluviosidade e umidade do ar, condições que favorecem o aumento do número de criadouros disponíveis e o desenvolvimento do vetor.

Considerando os dados de Tst e casos de dengue por faixa etária a análise I_M bivariado encontraram p-valores ($<0,01$) positivos com forte correlação espacial entre as variáveis, conforme Tabela 8.

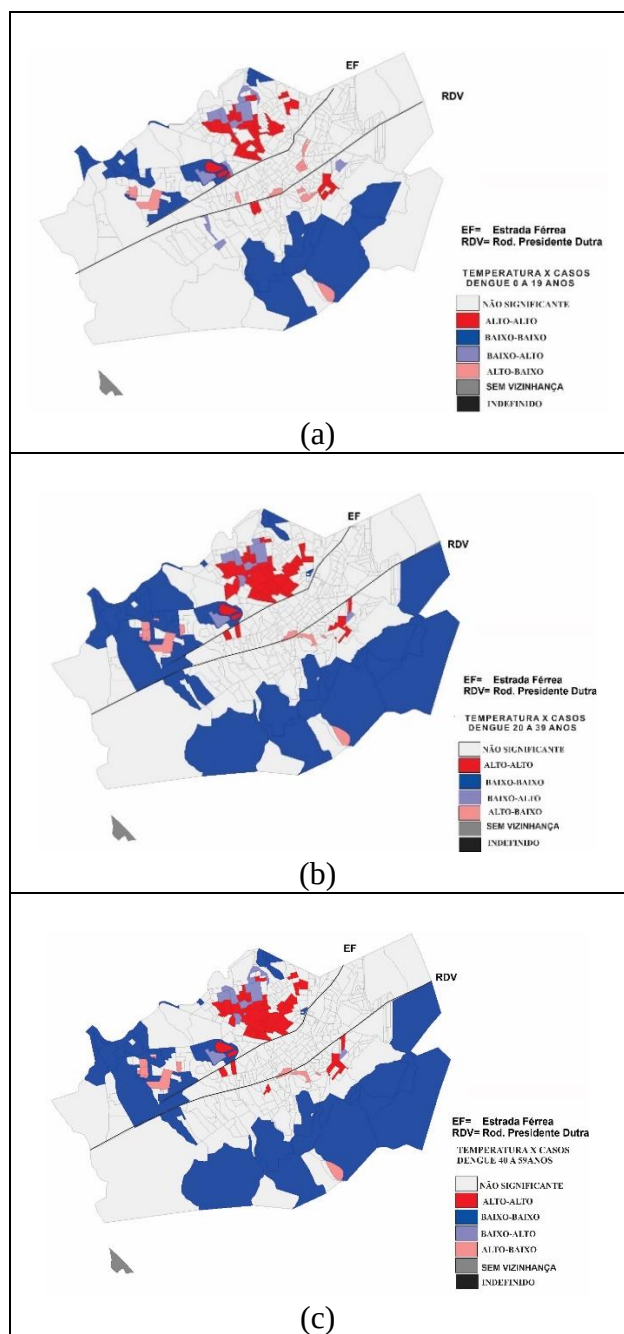
Tabela 8- Moran bivariado para dados Tst x casos de dengue por faixa etária em 2014, Taubaté-SP.

Faixas etárias	I_M	p-valor
0 a 19 anos	0,149	($< 0,01$)
20 a 39 anos	0,069	($< 0,01$)
40 a 59 anos	0,199	($< 0,01$)

Fonte: próprio autor (2022).

Que resultou em mapas da espacialização da autocorrelação de dados de Tst x casos de dengue por faixas etárias estudadas em 2014, Taubaté-SP, conforme Figura 14;

Figura 14- Distribuição Espacial Moran bivariado:- (a) dados Tst x casos de dengue de 0 a 19 anos, (b) dados de Tst x casos de dengue de 20 a 39 anos, (c) dados Tst x casos de dengue de 40 a 59 anos de casos de dengue em Taubaté/SP, 2014.



Fonte: próprio autor (2022).

Possivelmente o resultado concorde com pesquisa de Araújo *et al.*, (2015), que o aumento de temperatura de superfície promovido pelo baixo índice de cobertura vegetal em consequência do desenvolvimento urbano sem planejamento vem promovendo o aumento da Ilha de calor e que consequentemente as flutuações diárias da temperatura média contribuem na disseminação e propagação do *Aedes aegypti* (CARRINGTON *et al.*, 2013).

Na autocorrelação I_M bivariado de grupos de IPVS x faixas etárias os resultados demonstrados apontaram associação positiva para os grupos 2 (muito baixo) sendo significativa na faixa etária de 40 a 59 anos e grupos 4 (média) o resultado foi positivo em todas as faixas etárias, nas faixas com p-valores ($<0,01$). Já o grupo 3 (baixa) e grupo 5 (muito baixa) os resultados foram negativos, com significância para faixa etária de 40 a 59 anos com p-valor ($<0,01$), conforme Tabela 9.

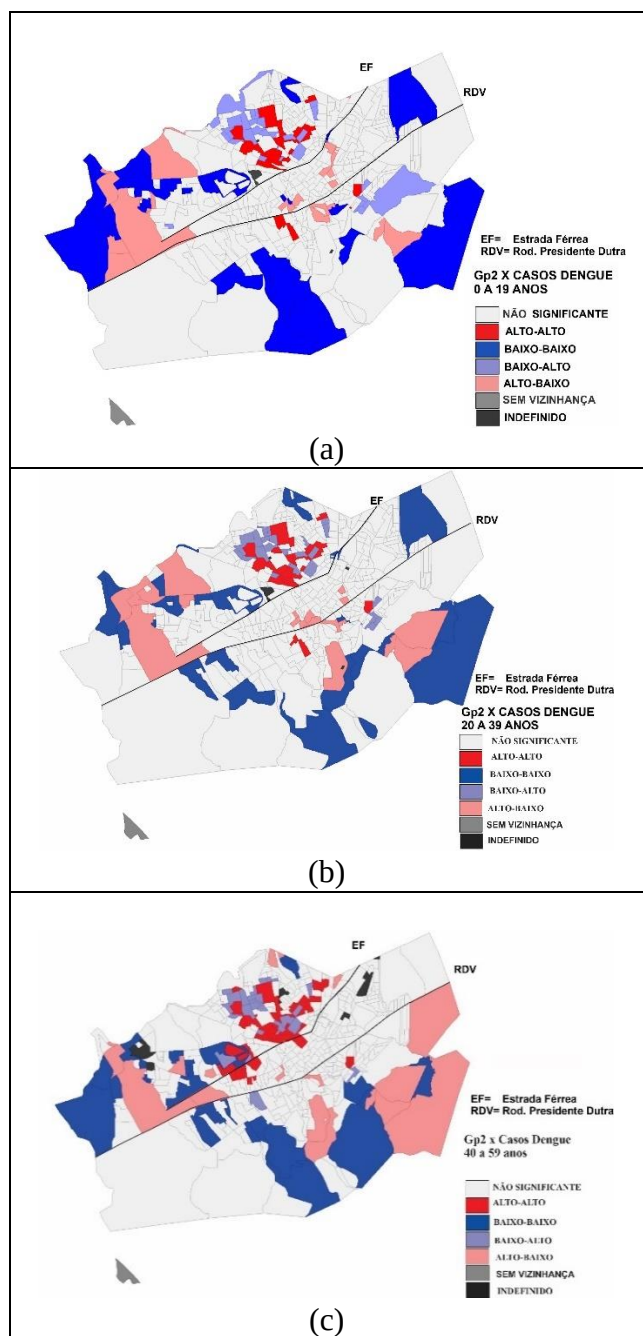
Tabela 9- Moran bivariado para dados de grupos IPVS x casos de dengue por faixa etária em 2014, Taubaté/SP.

Grupos	Faixas Etárias	I_M	p-Valor
Grupo 2	0 a 19 anos	0,011	(0,25)
Grupo 2	20 a 39 anos	0,023	(0,12)
Grupo 2	40 a 59 anos	0,078	(0,01)
Grupo 3	0 a 19 anos	-0,014	(0,17)
Grupo 3	20 a 39 anos	-0,037	(0,03)
Grupo 3	40 a 59 anos	-0,091	(0,01)
Grupo 4	0 a 19 anos	0,124	(0,01)
Grupo 4	20 a 39 anos	0,130	(0,01)
Grupo 4	40 a 59 anos	0,085	(0,01)
Grupo 5	0 a 19 anos	-0,011	(0,29)
Grupo 5	20 a 39 anos	-0,013	(0,28)
Grupo 5	40 a 59 anos	-0,099	(0,01)

Fonte: próprio autor (2022).

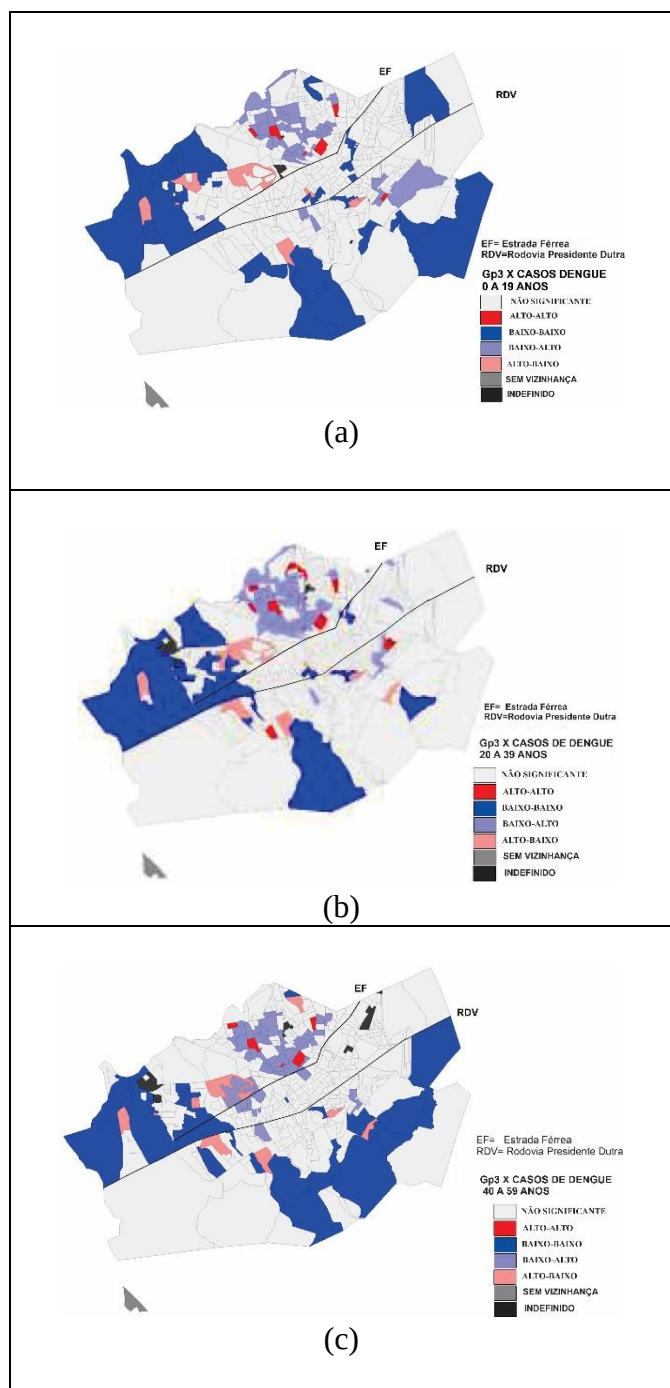
Este resultado permitiu ver nos mapas a associação dos grupos IPVS e os casos de dengue nas faixas etárias estudadas em Taubaté, SP, em 2014, conforme Figuras 15, 16, 17 e 18;

Figura 15- Distribuição Espacial Moran bivariado-: (a) grupo2 x casos de dengue de 0 a 19 anos, (b) grupo 2 x casos de dengue de 20 a 39 anos, (c) grupo 2 casos x de dengue de 40 a 39 anos em Taubaté-SP, 2014.



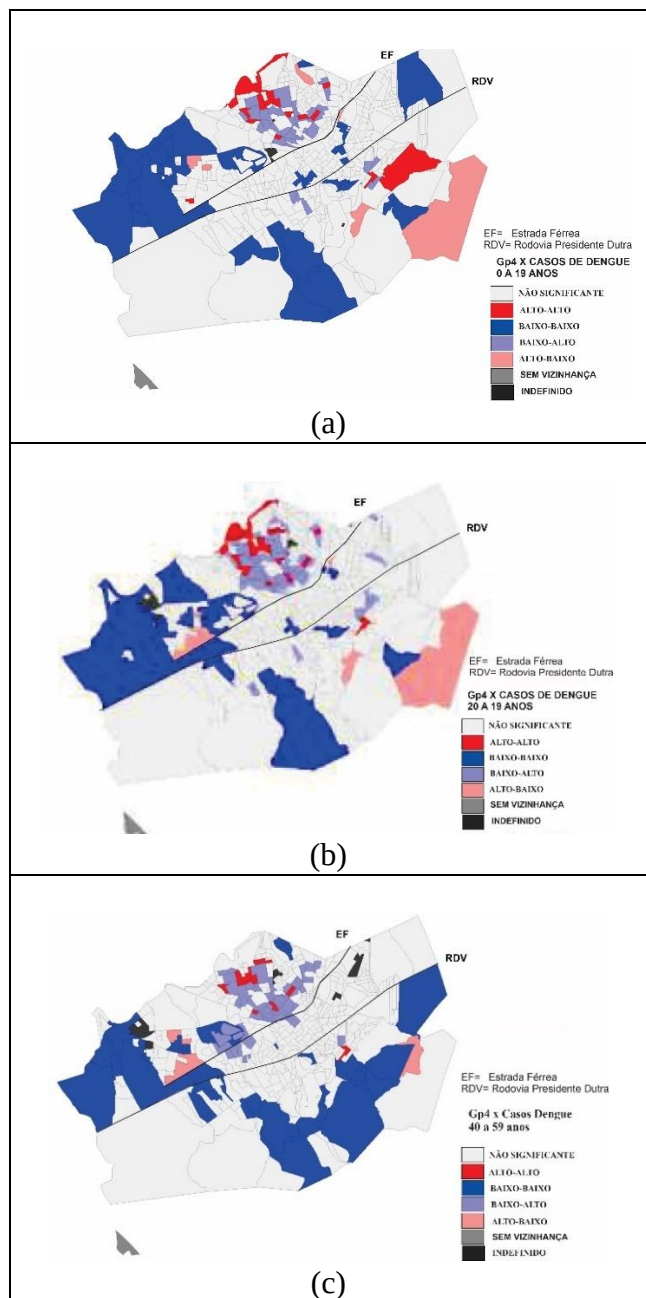
Fonte: próprio autor (2022).

Figura 16- Distribuição Espacial Moran bivariado-:(a) grupo 3 x casos de dengue de 0 a 19 anos, (b) grupo 3 x casos de dengue de 20 a 39 anos, (c) grupo 3 x casos de dengue 40 a 59 anos em Taubaté-SP, 2014.



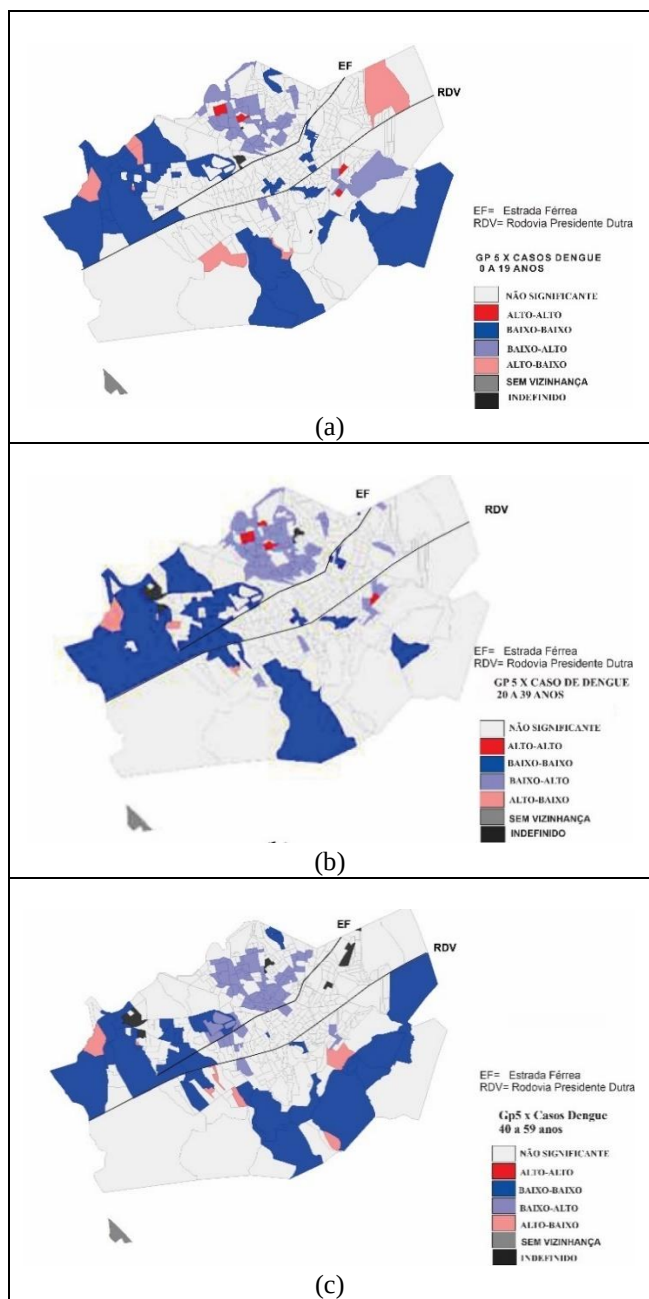
Fonte: próprio autor (2022).

Figura 17- Distribuição Espacial Moran bivariado-:(a) grupo 4 x casos de dengue de 0 a 19 anos, (b) grupo 4 x casos de dengue de 20 a 39 anos, (c) grupo 4 x casos de dengue 40 a 59 anos, 2014 em Taubaté-SP.



Fonte: próprio autor (2022).

Figura 18- Distribuição Espacial Moran bivariado-: (a) grupo 5 x casos de dengue de 0 a 19 anos, (b) grupo 5 x casos de dengue 20 a 39 anos, (c) grupo 5 x casos de dengue de 40 a 59 anos, 2014 em Taubaté/ SP.



Fonte: próprio autor (2022).

Os resultados apresentados na figura 15 para os grupos de IPVS 2 (vulnerabilidade muito baixa), demonstraram correlação positiva com p-valor significativo ($< 0,01$) para os casos de dengue na faixa etária 40 a 59 anos destacando setores acima da estrada férrea, indicando que quanto maior o número de setores censitários com grupos 2 nesta área, maior é a tendência de se observar casos de dengue nas faixas etárias estudadas nos setores censitários vizinhos.

Na figura 17 os resultados apresentados para o grupo IPVS 4 (vulnerabilidade média), a correlação foi positiva com p-valor significativo ($< 0,01$) para casos de dengue em todas as faixas etárias estudadas, demonstrando que os setores com grupos 4, possuem maior tendência de casos de dengue nos setores vizinhos. O grupo 4 e grupo 2 apontaram similaridade em setores urbanos acima da estrada férrea e abaixo da rodovia Presidente Dutra. Esta correlação positiva de casos de dengue e de grupos vulnerabilidade, possivelmente concorde com pesquisa de Magalhães *et al.*, (2008) e Teixeira *et al.*, (2002) em que grupos sociais com uma melhor condição econômica ou economicamente ativa, podem implicar na escolha de uma melhor situação de residir, com facilidade a melhores condições de moradia próximo a clubes, comércio e associações, com valores e estilo e qualidade de vida distintos. Este resultado possivelmente concorde com Teixeira e Medronho (2002), em que a relação de hábitos culturais e características próprias dos grupos sociais são uma realidade de cada município em que devem ser revistos para que se possa alcançar uma melhor capacidade explicativa e uma melhor compreensão da dinâmica espacial do agravo.

O grupo IPVS 3 (vulnerabilidade baixa) apresentado na figura 16 e grupo IPVS 5 (alta vulnerabilidade) apresentado na figura 18, a correlação foram negativas em todas as faixas etárias, sendo p-valor significativo ($< 0,01$) para casos de dengue na faixa etária de 40 a 59 anos. Os mapas destacaram os setores censitários acima da estrada férrea, em que a associação foi baixa para os grupos IPVS quando associados aos setores vizinhos que apresentaram altos casos de dengue. Esta associação possivelmente concorde com pesquisa de Silva, Libório e Hadad (2018), em que a contagem de casos sem confirmação laboratorial e a utilização do endereço de residência para georreferenciamento dos casos não define que a transmissão tenha ocorrido no domicílio, podendo a transmissão ter ocorrido em local de trabalho, estudo, lazer, regiões essas que podem ser vizinhas ou distantes. De acordo com IPVS do município as faixas etárias dos grupos 3 e 5 representadas pelos chefes de família e economicamente ativa era de 42 e 43 anos na classificação dos grupos, possivelmente mais sujeita ao contágio, sendo necessário mais elementos explicativos, relativos não apenas às características da população, mas aos critérios que definem essas classes de acordo com o município, como a interrelação da população com o ambiente e infraestrutura urbana e aferição de base de dados.

E por fim, a autocorrelação identificada pelo IM bivariado as variáveis socioeconômicas e as faixas etárias, que permitiram identificar associação entre as duas variáveis, conforme mostra a Tabela 10.

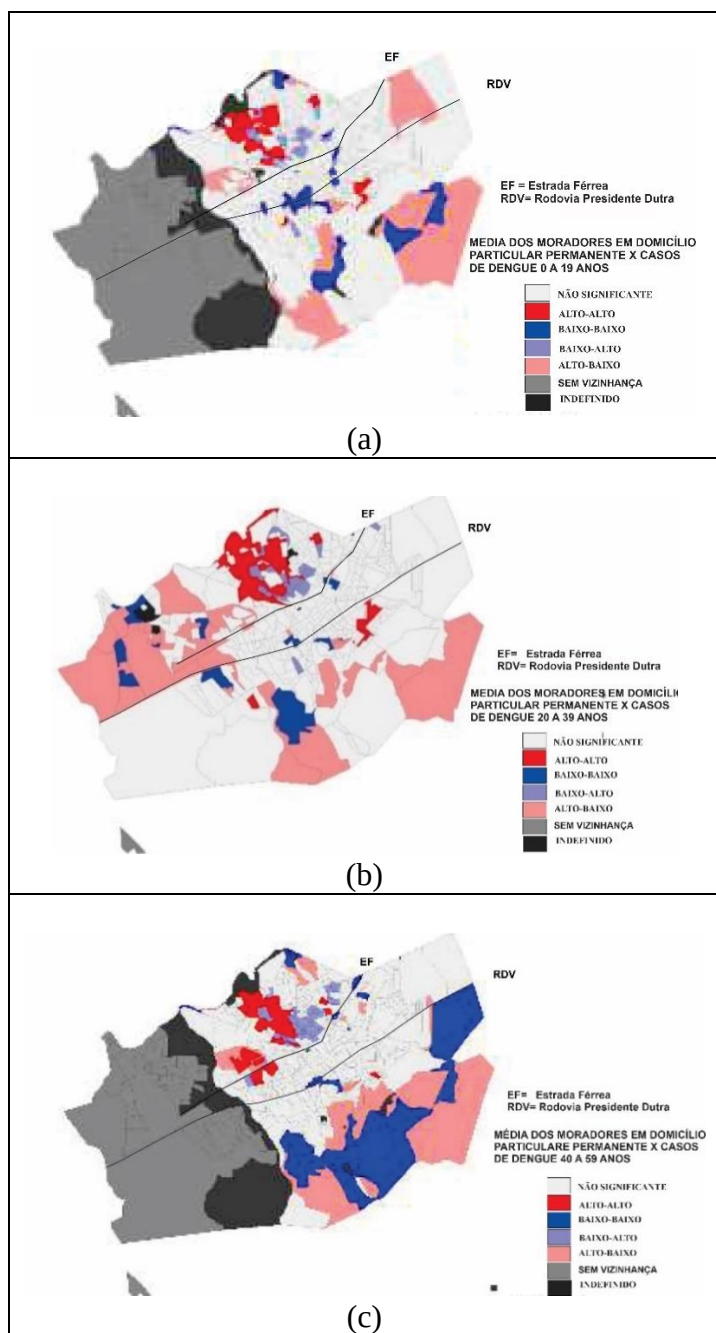
Tabela 10- Moran bivariado de dados das variáveis socioeconômicas x casos de dengue por faixa etária em 2014, Taubaté-SP.

Variáveis	Faixas Etárias	I_M	p-Valor
-Média moradores em domicílio particular permanente (V15).	0 a 19 anos	0,120	(0,01)
	20 a 39 anos	0,234	(0,01)
	40 a 59 anos	0,019	(0,13)
-Rendimento médio do domicílio dos domicílios particulares permanente (V18).	0 a 19 anos	- 0,051	(0,01)
	20 a 39 anos	0,036	(0,05)
	40 a 59 anos	0,183	(0,01)
- Proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas (V29).	0 a 19 anos	0,008	(0,37)
	20 a 39 anos	0,037	(0,37)
	40 a 59 anos	0,091	(0,01)

Fonte: próprio autor (2022).

Conforme tabela mostra, o resultado dos mapas de associação de variáveis socioeconômicas da média de moradores x casos de dengue nas faixas etárias estudadas puderam reconhecer a espacialização da correlação, conforme Figura 19;

Figura 19- Distribuição Espacial Moran bivariado -: (a) média de moradores em domicílio particular permanente (V15) x casos de dengue 0 a 19 anos, (b) média de moradores em domicílio particular permanente (V15) x 20 a 39 anos, (c) média de moradores em domicílio particular permanente (V15) x 40 a 59 anos em Taubaté-SP, 2014.



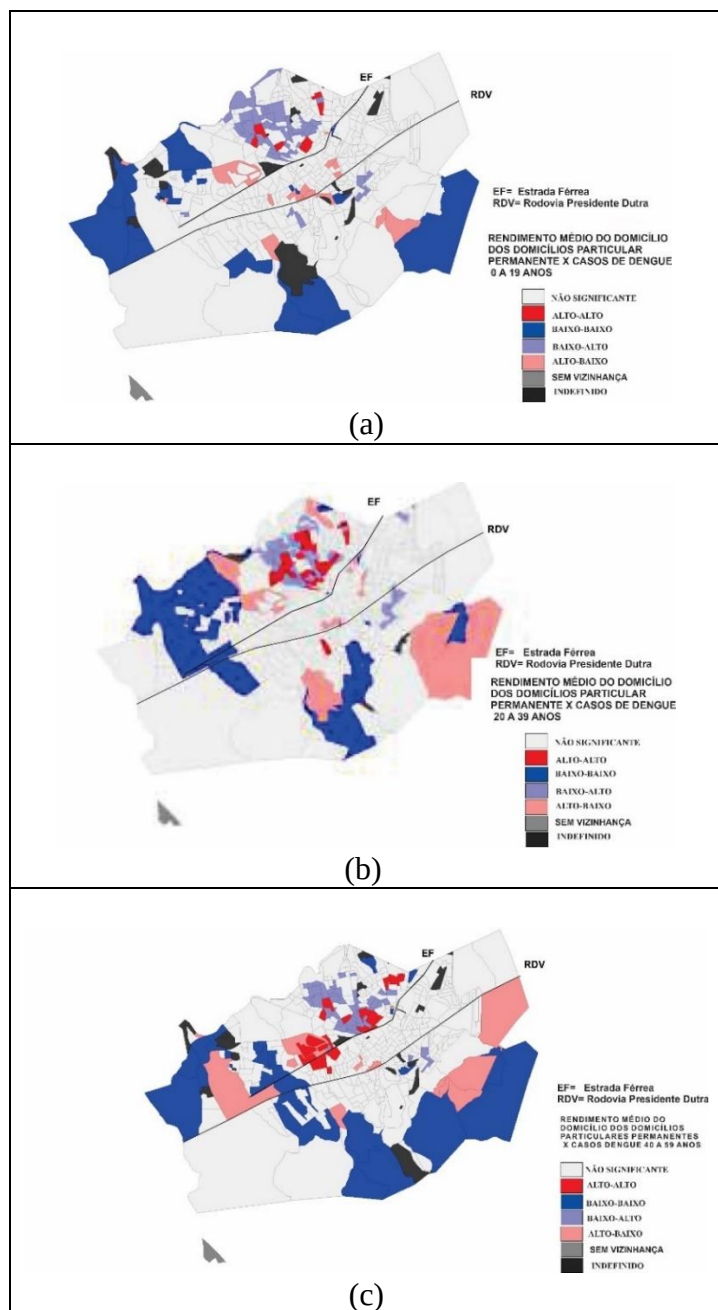
Fonte: próprio autor (2022).

Foi identificada a correlação de I_M positivo em todas as faixas etárias, com p-valor ($<0,01$) significativo para as faixas etárias de 0 a 19 anos e 20 a 39 anos nos setores acima da estrada férrea, com valores alto-alto para a variável média de moradores em domicílio particular permanente (v15) e alto - alto para casos de dengue nestas faixas etárias, que possivelmente podem ter uma relação de maior contágio aonde ocorre o maior número de habitantes por m^2 , geralmente em aglomerados urbanos promovidos pela falta de planejamento urbano enfatiza que a densidade populacional contribui para taxa de incidência da dengue conforme pesquisas de Honorato *et al.*, (2014), Teixeira *et al.*, (2002), bem como a transmissão facilitada nas áreas metropolitanas e de altas concentrações populacionais é também decorrência das formas de organizar a vida na sociedade em que o crescimento desordenado das cidades agravado pela sub moradias potencializam o aumento de resíduos sólidos e consequentemente crescimento de criadouros do mosquito (DONALISIO, 1999; FORRATINI e BRITO, 2003).

Segundo Kilzstajna *et al.*, (2009) a dificuldade de pessoas em adquirir imóvel próprio e a oferta de moradias para locação e as dificuldades de acesso ao crédito para famílias de baixo rendimento fazem com que essas famílias tenham que recorrer a domicílios improvisados, cortiços, ocupação ilegal de terrenos, autoconstrução, aquisição de posse de domicílios não regularizados etc.

O resultado dos mapas de associação de variáveis socioeconômicas de Rendimento médio do domicílio dos domicílios particular permanente x casos de dengue nas faixas etárias estudadas puderam reconhecer a espacialização da correlação entre as variáveis, conforme Figura 20;

Figura 20- Distribuição Espacial Moran bivariado -: (a) Rendimento médio do domicílio dos domicílios particular permanente (V18) x casos de dengue 0 a 19 anos, (b) Rendimento médio do domicílio dos domicílios particular permanente (V18) x 20 a 39 anos, (c) Rendimento médio do domicílio dos domicílios particular permanente (V18) x 40 a 59 anos em Taubaté-SP, 2014.



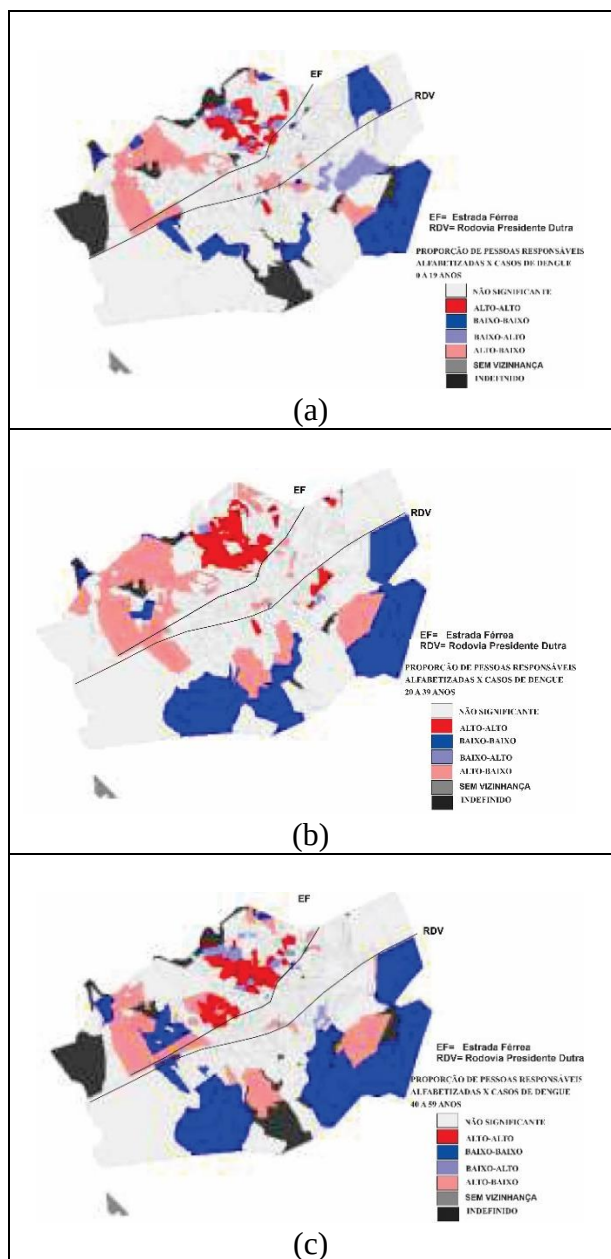
Fonte: próprio autor (2022).

A associação encontrada de casos de dengue por faixas etárias e rendimento médio do domicílio dos domicílios particulares permanentes identificou correlação positiva em p-valor ($<0,01$) para faixa etária de 40 a 59 anos, possivelmente podem concordar também com Druck (2004) em que o poder aquisitivo nesta faixa etária permite seu padrão de comportamento e possibilite um estilo de vida melhor, colaborando também com pesquisa realizada no estado do Maranhão de Costa *et al.*, (2018), em que as áreas de maior valor do índice de IDHM possuem altos coeficientes de dengue. Em pesquisa realizada em Niterói- RJ de Resende *et al.*, (2010), bairros com elevado incremento populacional, cujos residentes apresentavam valores de renda intermediários e as menores condições de infraestrutura de serviços de saneamento apresentaram maiores coeficientes de incidência de dengue.

A associação entre Rendimento médio do domicílio dos domicílios particulares permanentes e casos de dengue identificou correlação negativa em p-valor ($<0,01$) para a faixa etária de 0 a 19 anos, possivelmente concorde com pesquisa de Machado; Oliveira e Souza (2009) em que as condições de receptividade de determinados espaço intraurbano no qual fatores sócio-culturais e estruturais urbanos geram uma realidade única em cada local, podem favorecer ou não a disseminação da dengue do que a associação por vulnerabilidade de renda. Todavia, estudos reconhecem a importância de indicadores de habitação e renda como determinantes da intensidade de dengue, mas nem sempre suas conclusões coincidem. Essa situação pode ser reflexo da aferição da informação de dados coletados (ALMEIDA *et al.*, 2009).

Já a análise o resultado dos mapas de associação de variáveis socioeconômicas de Proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas x casos de dengue nas faixas etárias estudadas puderam reconhecer a espacialização da correlação entre as variáveis, conforme Figura 21;

Figura 21- Distribuição Espacial IM bivariado -: (a) Proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas (V29) x casos de dengue 0 a 19 anos, (b) Proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas (V29) x 20 a 39 anos, (c) Proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas (V29) x 40 a 59 anos em Taubaté-SP, 2014.



Fonte: próprio autor (2022).

A associação positiva entre proporção de pessoas responsáveis alfabetizadas e casos de dengue encontrou setores urbanos alto - alto para a variável e alto - alto para os casos de dengue em setores acima da linha férrea, identificando um p-valor ($<0,01$) para faixa etária de 40 a 59 anos, possivelmente concorde com estudos de Costa e Natal (2008), em que condições de vida correspondam o nível sócio econômico sendo um fator determinante para a eclosão da epidemia em população susceptível a sorotipo viral, que relacionado ao comportamento populacional e cultural podem influenciar o processo de transmissão.

Todavia não podemos deixar de observar que pela proximidade com São Jose dos Campos e seu polo tecnológico muitos moradores de Taubaté utilizam a cidade como dormitório, promovendo movimento pendular como o estudo identificado em Altamira por Johansen e Carmo (2012), que possivelmente a mobilidade de pessoas que se deslocam diariamente para estudar ou trabalhar em municípios vizinhos potencializaria a distribuição do vírus da dengue entre as cidades que tangenciam a rodovia de fluxo, contribuindo com a dispersão do sorotipo circulante que deve ser monitorado no programa de saúde (MONDINI *et al.*, 2005).

Estudos de Gubler *et al.*, (2001) apontam uma associação entre as condições socioeconômicas com dados climáticos, mudanças de organização da sociedade e crescimento populacional promovem o agravamento das condições socioeconômicas e das mudanças climáticas contribuir com a transmissão do vírus da dengue (MURRAY *et al.*, 2013).

5 CONCLUSÕES

Da epidemia da dengue ocorrida em Taubaté em 2014, foi possível identificar os casos de dengue na faixa etária de 0 a 59 anos e Ilha de calor ocorridos por setor censitário, identificando uma associação positiva nos setores na parte baixa à estrada férrea e parte alta a Rodovia Presidente Dutra.

Foi possível identificar o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social e associar com os casos de dengue por setor censitário, encontrando associação entre dois grupos de alta e média de vulnerabilidade social e casos de dengue.

Encontrou-se associação positiva entre casos de dengue por faixas etárias e as variáveis socioeconômicas, apontando para classes com altas e baixa condições socioeconômica mais favoráveis para os casos acometidos da doença.

Espera-se com este trabalho fornecer subsídios que viabilizem reconhecer as áreas carentes de atenção no controle do vetor e consequentemente viabilizar melhores estratégias de atendimento à população de Taubaté-SP.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. Econometria especial aplicada. Campinas- SP: ALINEA, 2012.

ALMEIDA, A. S. de; MEDRONHO, R. de A; VALENCIA, L. I. O. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. **Rev de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 666-73, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102009000400013> Acesso em: 14 ago. 2021.

ANDRADE, A. L. *et al.* Introdução a estatística espacial para saúde pública. Ministério da Saúde, Brasília: Fiocruz, 2007. p. 120. Disponível em: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/1199>. Acesso em: 03 ago. 2016.

ANSELIN, L. GeoDA Project. 2004. Disponível em: <http://sal.agecon.uiuc.edu/csiss/geoda.html>. Acesso em 01 de jan. 2019.

ANSELIN, L. Geographical analysis. v. 27. Ohio: Wiley online Library, 1995. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>. Acesso em: 25 set.2020.

ANJOS, M. W. B dos.; GANHO, N.; ARAÚJO H. M. de. The heat island and relative humidity in Aracaju-Sergipe (Brazil). **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, n. 33, p. 47-57, set. 2015. Disponível em: https://doi.org/10.14195/0871-1623_33_4. Acesso em: 24 set. 2019.

ARAÚJO, R. V. *et al.* São Paulo urban heat islands have a higher incidence of dengue than other urban areas. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, Sao Paulo, v.19, n. 2, p. 146–155, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2014.10.004> Acesso em: 13 jun. 2020.

BARSI, J. A.; BARKER L. J.; SCHOTT R. J.; Validation of a web-based atmospheric correction tool for single thermal band instruments. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR 50, 2005, San Diego. Proceedings... San Diego, 2005. p. 58820E-58820-E. Disponível em: http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/Barsi_IGARSS03.PDF. Acesso em: 28 ago. 2015.

BASTIAANSEN, W. G. M. *et al.*, A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). Part 1: Formulação. **Journal of Hydrology**, The Netherlands, v. 212 -213, p.198-212, dec. 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(98\)00253-4](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(98)00253-4). Acesso em: 28 ago. 2015.

BARBOSA, G. L.; LOURENÇO, R.W. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. **Rev. Soc. Bras. de Medicina Tropical**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 145-151, abr. 2010. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0037-86822010000200008>. Acesso em: 02 de mar. 2016.

BARCELLOS, C. *et al.* Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. **Epidemiol Serv Saúde**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 59-70, mar.

2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742008000100006>. Acesso em: 03 ago. 2016

BARCELLOS, C. *et al.* Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 18, n. 3, p.285-304, set. 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742009000300011>. Acesso em: 05 jun. 2020.

BESERRA, E. B.; CASTRO JUNIOR F. P. Biologia comparada de populações de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) da Paraíba. **Neotropical Entomology**, Annapolis, 37 (1) , p. 81-85, fev. 2008. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2008000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 28 ago. 2015.

BRANDÃO, Z. N.; BEZERRA M. C. V.; SILVA, B. B. Uso do ndvi para determinação da biomassa na chapada do Araripe. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais: INPE, 2007, p.75-81. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.../75-81.pdf>. Acesso em: 21 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. Situação epidemiológica/dados. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/situacao-epidemiologica-dados-dengue> Acesso em: 12 ago. 2016.

CARRINGTON, L. B. *et al.* Fluctuations at a low mean temperature accelerate dengue virus transmission by *aedes aegypti*. **PLoS Negl Trop Dis** , Califórnia, v. 25, n. 7 (4): e. 2129, abr. 2013 doi: 10.1371/journal.pntd.0002190. PMID: 23638208; PMCID: PMC3636080. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0002190>. Acesso em 02 de mar. 2016.

CARVALHO, M. S; SOUZA, S. R. Analysis of spatial data in public health: methods, problems, and perspectives. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 361-378, abr. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000200003>. Acesso em: 22 mai. 2020.

CARVALHO, M. S. *et al.* Introdução a Estatística Espacial para Saúde Pública. Ministério da Saúde, **FIOCRUZ**, Brasília, 2007, v. 2, n.3, p.120. Disponível em: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/1199>. Acesso em: 03 ago. 2016.

CARVALHO, R. M; NASCIMENTO, L. F. Space-Time description of dengue outbreaks in Cruzeiro, São Paulo, in 2006 and 2011. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 60, n. 6, p. 565-567, dec-nov. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.60.06.016>. Acesso em: 12 ago. 2015.

CHANDER, G.; MARKHAM, B. Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v.41, n.11, p. 2674-2677, 2006. Disponível em: doi: 10.1109/TGRS.2003.818464. Acesso em: 21 set. 2015.

CLINTON, N.; PENG, G. Modis detected surface urban heat islands and sinks: Global locations and controls. **Remote Sensing of Environment**, England, v. 134, p. 294-304, jul.2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425713000874>. Acesso em: 23 ago. 2015.

COELHO, A. L. N; CORREA, W. de S. C., Temperatura de superfície celsius do sensor tirs/landsat-8: metodologia e aplicações. **Revista geográfica Acadêmica**, Manaus, v. 7, n. 1, p. 31, jul. 2013. Disponível em: DOI: 10.18227/1678-7226rga.v7i1.2996. Acesso em: 23 mai. 2020.

CONSOLI, R.; OLIVEIRA, L. R. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio Janeiro: **Fiocruz**, 1994. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/2708>. Acesso em: 24 set. 2015.

COSTA, S. S. B. *et al.* Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and zika virus infections in Maranhão State, Brazil. **Rev do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, p. 60- e62, out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-9946201860062>. Acesso em: 23 mai. 2022

COSTA. A. I. P. ; NATAL, D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no sudeste do Brasil. **Rev Saude Publica**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 232-6, jun. 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101998000300005>. Acesso em: 20 fev.2022.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Consultas, plano estadual de recursos hídricos**. Disponível em: http://www.daee.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=914:daeerecupera-acervo-cartografico-&catid=48:noticias&Itemid=53. Acesso em: 12 dez. 2016.

DRUCK, S. *et al.* (eds) "Análise Espacial de Dados Geográficos". **EMBRAPA**, Brasília, (ISBN: 85-7383-260-6) 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>. Acesso em 20 mar. 2019.

DONALISIO, M. R. O dengue no espaço habitado. São Paulo: **HUCITEC**, 1999, v. 116, n. 2, p. 195. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mis-9594>. Acesso em: 29 mar. 2019.

ESRI'S GIS. **Geographic information systems**. Disponível em: <http://www.esri.com/software/arcgis/free-trial>. Acesso em 02 jan. 2016.

ESRI'S ArcGIS insight. Calculando a Densidade de Kernel. Disponível em <https://doc.arcgis.com/pt-br/insights/latest/analyze/calculate-density.htm>. Acesso em 25 jan. 2016.

FLAUZINO, R. F. *et al.* Heterogeneidade Espacial da Dengue em Estudos Locais. **Rev. Saúde Pública**, Niterói- RJ, v. 43, n. 6, p. 1035-1043, nov. 2009. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/854>. Acesso em: 02 jan. 2016.

FERNANDES, T.; HACON, S. de S.; NOVAIS, J. W. Z. Mudanças climáticas, poluição do ar e repercussões na saúde humana: Revisão sistemática. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 28, abr. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rbclima.v28i0.72297>. Acesso em: 01 set. 2022.

FERREIRA, M.J. Estudo do balanço de energia na superfície da cidade de São Paulo. 2010, 149 PP Tese (Tese de doutorado) Departamento de Ciências Atmosféricas. IAG. USP, São Paulo-SP, 2010. Disponível em: <http://www.iag.usp.br/meteo/labmicro/publicacoes/teses& dissertacoes/index.html>. Acesso em: 12 dez. 2019.

FERREIRA, A. C; CHIARAVALLOTI-NETO, F.; MONDINI. A. Dengue em Araraquara, SP: epidemiologia, clima e infestação por *Aedes aegypti*. **Rev Saude Pública**, São Paulo, , v. 52, p. 18, fev. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052000414>. Acesso em: 02 jun. 2020.

FOLHES, M.; FISCH, G. Caracterização climática e estudo de tendências das séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). **Ambiente e Água** An Interdisciplinary Journal of Applied Science, India, aug. 2006, v. 1. DOI: 10.4136/ambiente.6. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/26469920_Caracterizacao_climatica_e_estudo_de_tendencias_nas_series_temporais_de_temperatura_do_ar_e_precipitacao_em_Taubate_SP. Acesso em: 16 de jul. de 2022.

FORRATINI, O. P.; BRITO, M. Reservatórios domiciliares de água e controle do *Aedes aegypti*. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 5, p. 676-7, out. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102003000500021>. Acesso em: 20 mai. 2022.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS-SEADE. Banco de Dados de Informações dos Municípios Paulistas. São Paulo. Disponível em: <https://www.seade.gov.br/> Acesso em: 12 fev. 2019.

GOMES, B. S. M de.; BASTOS, S. S. M de.; NASCIMENTO, B. R. Uma avaliação espacial da incidência de dengue nos municípios de Minas Gerais, nos anos 2000 e 2010. **Ensaios FEE**. Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 35-74, mar. 2017. Disponível em: <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/ensaios/article/view/3505>. Acesso em: 23 ago. 2019.

GOLDBERG, D. W. A. geocoding best practices guide [Internet]. Springfield: North American Association of Central Cancer Registries; 2008, 287p. Disponível em: https://www.naaccr.org/wp-content/uploads/2016/11/Geocoding_Best_Practices.pdf. Acesso em: 20 set. 2019.

GRIEND, A. A. V; DEVE, M. On the relationship between thermal emissivity and the 5 normalized difference vegetation index for natural surfaces. **International Journal of Remote Sensing**, India, v. 14, n. 6, p. 1119-1131, out. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01431169308904400>. Acesso em: 07 out. 2019.

GUOLLO, D. S. O, *et al.*, Aspectos Epidemiológicos da Dengue em Cuiabá-MT entre 2007 e 2011. **Revista Estudos**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 503-516, dez. 2015. Disponível em

<https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/viewFile/4368/2503>. Acesso em 20 mai. 2020.

GUBLER, D. J.; CLARK, G. G. Dengue/Dengue Hemorrhagic fever: The Emergence of a Global Health Problem. **Emerging Infectious diseases**, Nova York, v. 1, n. 2, p. 55-57, abr. 1995. Disponível em: https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/1/2/95-0204_article. Acesso em 03 ago. 2016.

GUBLER, D. J. *et al.* Variabilidade e mudança climática nos Estados Unidos: impactos potenciais em doenças transmitidas por vetores e roedores. **Environmental Health Perspectives**, Duhram, v.109, n. 2, p. 223–233, mai. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1289/ehp.109-1240669>. Acesso em: 13 set. 2022.

HONORATO, T. *et al.* Spatial analysis of distribution of dengue cases in Espírito Santo, Brazil, in 2010: use of Bayesian model. **Rev Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 150-59, jun. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4503201400060013>. Acesso em: 05 fev. 2020.

INCROPERA, P. F. *et al.* Fundamentos de transferência de calor e de massa. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

INPE- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Introdução ao sensoriamento remoto**, 2000. Disponível em: http://www.inpe.br/crs/crectalc/pdf/ronald_ceos.pdf. Acesso em: 13 jul. 2015.

INPE-Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. **Introdução ao geoprocessamento 2006**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html> Acesso em: 10 ago. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Cidades e Estados – Taubaté**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/taubate.html>. Acesso em: 12 jul. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. **Normais Climatológicas** (1961/1990). Brasília - DF, 1992. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/> Acesso em: 10 jan. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA- IPEA. **Brasil em desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas**. Brasília-DF, 2010. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/> Acesso em: 23 fev. de 2020.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- IBGE. **Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo – 1:1000.000**. São Paulo: IPT, Publicação 1183, 1981. Disponível em: <http://aleph.ipt.br/F/J6A528M1K6BMBYD7F9SUUTQ34BMP3F2BR7SUDX6VP25LE57G1J-04167?func=short-jump&jump=000191>. Acesso em: 12 ago. 2015.

JUNIOR RISI, J. B. *et al.* Introdução a Estatística Espacial para Saúde Pública. Ministério da Saúde, FIOCRUZ, Brasília, 2007. p.120. Disponível em: http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS_CURSO_VIGILANCIA/capacitacao_e_atualizacao_em_geoprocessamento_em_saude_3.pdf. Acesso em: 03 ago. 2016.

JOHANSEN I. C; CARMO R. L. Dengue e falta de infraestrutura urbana na Amazônia brasileira: o caso de Altamira (PA). **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v.15, n. 1, p.179-208, jul. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/261666823>. Acesso em: 3 out. 2020.

KJELLSTROM, T; WEAVER, H. J. Climate change and health: impactacs, vulnerability, adaptacion and mitigation. **NMS Public Health Bull**, Bethesda, v. 20, n. 1-2, p. 5-9, jan. - fev., 2009. DOI 10.1071/nb08053. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19261209>. Acesso em: 03 ago. 2016.

KILSZTAJNA, S *et al.* Aluguel e rendimento domiciliar no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 113-134, abr. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-98482009000100005>. Acesso em: 11 abr. 2021.

KUANG, W. *et al.* Examining the impacts of urbanization on surface radiation using landsat imagery. **Theor Appl Climatol**, Alemanha, v. 53, n. 6, p. 462–484, ago. 2018. DOI: 10.1080/15481603.2018.1508931. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15481603.2018.1508931>. Acesso em: 20 set. 2022.

LANDSAT SCIENCE. **Dados de imagens dos satélites**. Disponível em: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/> Acesso em: 02 jan. 2016.

LIU, W. T. H. **Aplicações do Sensoriamento Remoto**. 2.ed. Campo Grande: UNIDERP, 2006.

LOMBARDO, M. A. Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo, Hucitec:1985, 224f. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000755316>. Acesso em: 20 mar.2017.

LOPES, F. T. *et al.* A avaliação do desenvolvimento do Aedes Aegypti em duas estações do ano: influência de diferentes locais e densidades. **Rev. Inst. Medicina tropical**, São Paulo, v. 56, n. 5, p. 369-374, out. 2014. DOI 46652014000500001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rimtsp/a/3N5J3DZ744L6kts4QZhQJ7w/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 28 set. 2016.

MACHADO, J. P.; OLIVEIRA, R. M de.; SOUZA-SANTOS R. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, p. 1025–34, mai. 2009. DOI 10.1590/S0102-311X2009000500009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/mx95V5dsBqJsbPVMmPFWx/?lang=pt#>. Acesso em 22 de jun. 2020.

MAGALHAES, M. R. *et al.* Distribuição espacial dos idosos segundo seus conceitos de qualidade de vida, **Rev. APS**, Juíz de Fora, v. 11, n. 4, p. 374-379, ago. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/aps/article/view/14227>. Acesso em: 29 de ago. 2021.

MARENGO, J.; VALVERDE, M. Caracterização do clima no século XX e cenário de mudança de clima para o Brasil século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. **Revista**

Multiciência, Campinas, v. 8, p. 5-28, mai. 2007. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/2007/05/09/caracterizacao-do-clima-no-seculo-xx-e-cenario-de-mudancas-de-clima-para-o-brasil-no-seculo-xxi-usando-os-modelos-do-ipcc-ar4-in-revista-multiciencia/>. Acesso em: 13 jul. 2015.

MARTEIS, L. S. *et al.* Identificação e distribuição espacial de imóveis-chave de *Aedes aegypti* no bairro porto Dantas, Aracaju, Sergipe, Brasil entre 2007 e 2008. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 2, p. 368-378, fev. 2013. Disponível em: <https://scielosp.org/article/csp/2013.v29n2/368-378/>. Acesso em: 12 out. 2015.

MASCARENHAS, M. S. *et al.* O efeito da temperatura do ar na mortalidade por doenças cerebrovasculares no Brasil entre 1996-2017. **Ciênc saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 8, p. 3295–306, ago. 2022. DOI 10.1590/1413-81232022278.05092022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/TJtYPmgwMnzqQVFVxXDtnP/?lang=pt>. Acesso em: 12 dez. 2022.

MARCHESI, S.; SAJANI, S. Z.; LAURIOLA, P. Impact of mitigation measures on the urban heat island phenomenon in the city of Modena. **Geographia Polonica**, Italy, v. 87, n. 4, p. 531-540, dez. 2014. DOI 10.7163/GPol.2014.X. Disponível em: [researchgate.net/publication/269632219_Impact_of_mitigation_measures_of_the_Urban_Heat_Island_phenomenon_within_the_city_of_Modena_Italy](https://www.researchgate.net/publication/269632219_Impact_of_mitigation_measures_of_the_Urban_Heat_Island_phenomenon_within_the_city_of_Modena_Italy). Acesso em 3 out. 2019.

MENDES, C. S. *et al.* Impacto das mudanças climáticas sobre a leishmaniose no Brasil. **Ciênc saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 263–72, jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015211.03992015>. Acesso em: 17 mar. 2022.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 1.ed. São José dos Campos- SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001.

MONDINI, A. *et al.* Análise espacial da transmissão de dengue em cidade de porte médio do interior paulista. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 444-451, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102005000300016>. Acesso em: 12 Jul. 2016.

MURRAY, N. E; QUAM, M. B; WILDER-SMITH A. Epidemiology of dengue: past, present and future prospects. **Clin Epidemiol.** London, v. 209, n. 5, p. 299-309, abr. 2013. [https://DOI 10.2147/CLEP.S34440](https://doi.org/10.2147/CLEP.S34440). Disponível em: <https://www.dovepress.com/epidemiology-of-dengue-past-present-and-future-prospects-peer-reviewed-fulltext-article-CLEP>. Acesso em: 20 jun. 2022.

NASCIMENTO, L. F. C.; COSTA, T. M; ZÖLNER, M. S. A. C. Distribuição espacial dos recém-nascidos com baixo peso em Taubaté, São Paulo. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 466-472, dez. 2013. DOI10.1590/S0103-05822013000400008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rpp/a/n7x89T3Vh6KqzPzPhz6JC9H/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 jul. 2016.

NASCIMENTO, P. S. R. Aspectos Geomorfológicos do município de São José dos Campos (SP): Ênfase na área urbana. **Geoambiente on-line**, Goiânia, v. 1, n. 4. p. 1-14, ago. 2005. DOI 10.5216/ver. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/25869/0>. Acesso em: 12 jul. 2016.

NEDEL, A. Sistemas Atmosféricos e Desastres Naturais. In: CEOS WGEDU WORKSHOP, Santa Maria, 2010. Anais... Santa Maria: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010. Disponível em: http://www.inpe.br/crs/crectalc/pdf/anderson_ceos.pdf Acesso em: 12 ago.2015.

OGASHAWARA I.; BASTOS, V. S. B. A Quantitative Approach for Analyzing the Relationship between Urban Heat Islands and Land Cover. **Remote Sensing**, Basel, v. 3, n. 11, p. 3596-3618, nov. 2012. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2072-4292/4/11/3596>. Acesso em: 12 de ago.2015.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, Mudança Climática e Saúde: um Perfil do Brasil/ Organização Pan-Americana da Saúde; Ministério da Saúde – Brasília, **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2009. Disponível em : https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/mudanca_climatica_saude.pdf Acesso em: 20 mai. 2019.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. New York: Methuen & Co., 1983.

PRADO, F. de A. et al. Aplicação e análise de modelos de regressão clássica e espacial para os distritos da cidade de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3, 2010, Recife. Anais... Recife, 2010, p. 001-008, Disponível em: <https://silos.tips/download/aplicacao-e-analise-de-modelos-de-regressao-classica-e-espacial-para-os-distritos>. Acesso em: 12 ago. 2015

PIRES, E. G; JUNIOR FERREIRA, L. G. Mapeamento da Temperatura de Superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-SBSR, 17, 2015, João Pessoa. Anais... João Pessoa: INPE, 2015, p.7421-7428. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1671.pdf> Acesso em: 12 ago. 2015.

PROGRAMA NACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS. **PNUD-Dados estatístico**. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/pnud-no-brasil?search=relat%C3%B3rio+desenvolvimento+humano>. Acesso em: 12 de jul. 2016.

PORTAL TAUBATÉ. (2015). Portal Taubaté. Vigilância epidemiológica. Disponível em: <http://www.taubate.sp.gov.br>>2015 Acesso em: 12 dez. 2019.

RAZZOLINI, M. T. P.; GUNTHER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. **Saúde soc.**, São Paulo,[online], v. 17, n. 1, p. 21-32, mar. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902008000100003>. Acesso em: 12 ago. 2016.

RESENDES, A. P da C. *et al.* Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da dengue. **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 274-82, abr. 2010. DOI 10.1590/S0034-89102010000200007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/F8RHbSFfH8cbrgJQ7fy4mBp/?lang=pt>. Acesso em: 12 out. 2019.

RIBEIRO, A. F. *et al.* Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 671-676, ago. 2006.

DOI 10.1590/S0034-89102006000500017. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v40n4/17.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2016

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2ª. Ed. São Paulo: Pro- Editores, 2000.

ROMERO, M. A. B. **A arquitetura bioclimática do espaço público**, 3. Ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2007.

ROSA, R. Spatial analysis in geography. **revista da ANPEGE**, Goiânia , v. 7, n. 1, p. 275-289, 2011.

doi.org/10.5418/RA2011.0701.0023. Disponível em:
<https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6571>. Acesso em: 12 dez. 2022.

SANTOS, S. M.; SOUZA, W. V. **Introdução à estatística espacial para a saúde pública** / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo 2007. Disponível em:
http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS_CURSO_VIGILANCIA/capacitacao_e_atualizacao_em_geoprocessamento_em_saude_3.pdf Acesso em: 12 dez. 2015.

SALLEH, S. I. *et al.* Factors contributing to the formation of an urban heat island in Putrajaya. **Procedia-Social and Bihavioral Sciences**, Malaysia, v.105, p 840-850, dez. 2013. DOI /10.1016/j.sbspro.2013.11.086. Disponível em:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813044613>. Acesso em:23 ago. 2015.

SANTAMOURIS M., **Heat-island effect**. London: James & James, 2001.

SEARS, F. ZEMANSKY, M. W. YOUNG, H. D. Física 2: Mecânica dos Fluidos, Calor, Movimento Ondulatório. 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc. 4v, p. 385-387,1984.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES E AGRAVOS DE NOTIFICAÇÕES- SINAN. **Normas e Rotinas**, Brasília. Disponível em:
<http://portalsinan.saude.gov.br/sinan-net>. Acesso em: 12 ago. 2016

SILVA, F. S; LIBÓRIO, M. P.; HADDAD P. B, Relação geográfica entre índice de vulnerabilidade social e transmissão da dengue: estudo de caso de Praia Grande, São Paulo. **Revista espinhaço**, Minas Gerais, v. 7, n. 2, p. 39–48, fev. 2019. Disponível em:
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3952835>. Acesso em: 23 set. 2022.

SILVA, N. G. G da. O Clima Urbano de Coimbra: estudo de climatologia local aplicada ao ordenamento urbano. 1998. 551f. Tese (Doutorado em Geografia Física) Instituto de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, 1998. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10316/618>. Acesso em 13 ago 2021.

SIEGEL, R.; HOWELL, J. R., **Thermal radiation heat transfer**, 4 ed. New York, Taylor & Francis, 2000.

SOLOMON, S., et al. Climate change 2007. In: CONTRIBUTION OF THE WORKING GROUP I TO THE FOURTH ASSESSMENT REPORT OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007, Cambridge. Anais...

Cambridge, 2007, p. 996. Disponível em: <https://archive.ipcc.ch/report/ar4/wg1/> Acesso em: 12 ago. 2019.

SUPERINTENDÊNCIA DE CONTROLE DE ENDEMIAS-SUCEN. **Vetores e ciclo de vida**, São Paulo. Disponível em: <https://www.saude.sp.gov.br/sucen-superintendencia-de-controle-de-endemias/> Acesso em: 12 ago. 2022.

TAUBATE (SP), Lei complementar nº 007, de 17 de maio de 1991: dispõe sobre o Código de Ordenação do Município de Taubaté, Taubaté, 1991. Prefeitura Municipal de Taubaté. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/sp/t/taubate/lei-complementar/1991/0/7/lei-complementar-n-7-1991-dispoe-sobre-o-codigo-de-ordenacao-espacial-do-municipio-de-taubate> Acesso em: 22 jan.2021.

TAUBATÉ (SP), Lei nº 1392 de 15 de dezembro de 1972: dispõe sobre o Plano Diretor Físico do Município de Taubaté. Taubaté, 1972. Prefeitura Municipal de Taubaté. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/legislacao-municipal/5340/leis-de-taubate?q=Lei+n%C2%BA+1392+de+15+de+Dezembro+de+1972> Acesso em: 22 jan.2022.

TAUBATÉ (SP), Lei nº 1456, de 18 de fevereiro de 1974: dispõe sobre o Plano Diretor Físico do Município de Taubaté, Taubaté, 1974. Prefeitura Municipal de Taubaté. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/legislacao-municipal/5340/leis-de-taubate?q=Lei+n%C2%BA+1392+de+15+de+Dezembro+de+1972> Acesso em: 22 jan. 2022.

TAUBATÉ (SP), Mapa de Declividade em porcentagem. Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica no Município de Taubaté-SP (PMMA). Taubaté: Prefeitura Municipal de Taubaté, 2018. Disponível em https://www.taubate.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Folha-A0-template-01-Mapa-de-Declividades_.pdf Acesso em: 22 jan. 2019.

TEIXEIRA, T. R. A de.; MEDRONHO, R. A de. Indicadores sócio-demográficos e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, [online], v. 24, n. 9, pp. 2160-2170, set. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000900022>. Acesso em: 24 jan. 2020.

TEIXEIRA, M da G. *et al.* Cairncross S. Dynamics of dengue virus circulation: a silent epidemic in a complex urban area. **Trop Med Int Health**, Lodon, v. 7, n. 9, pp. 757-62, set. 2002. DOI 10.1046/j.1365-3156.2002.00930.x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12225506/>. Acesso em: 22 jan. 2020.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY-USGC. **Catálogo Banco de dados de Imagens dos sensores do satélite Landsat 8 Orli/Tirs**. Virginia- EUA. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 06 jun. 2015.

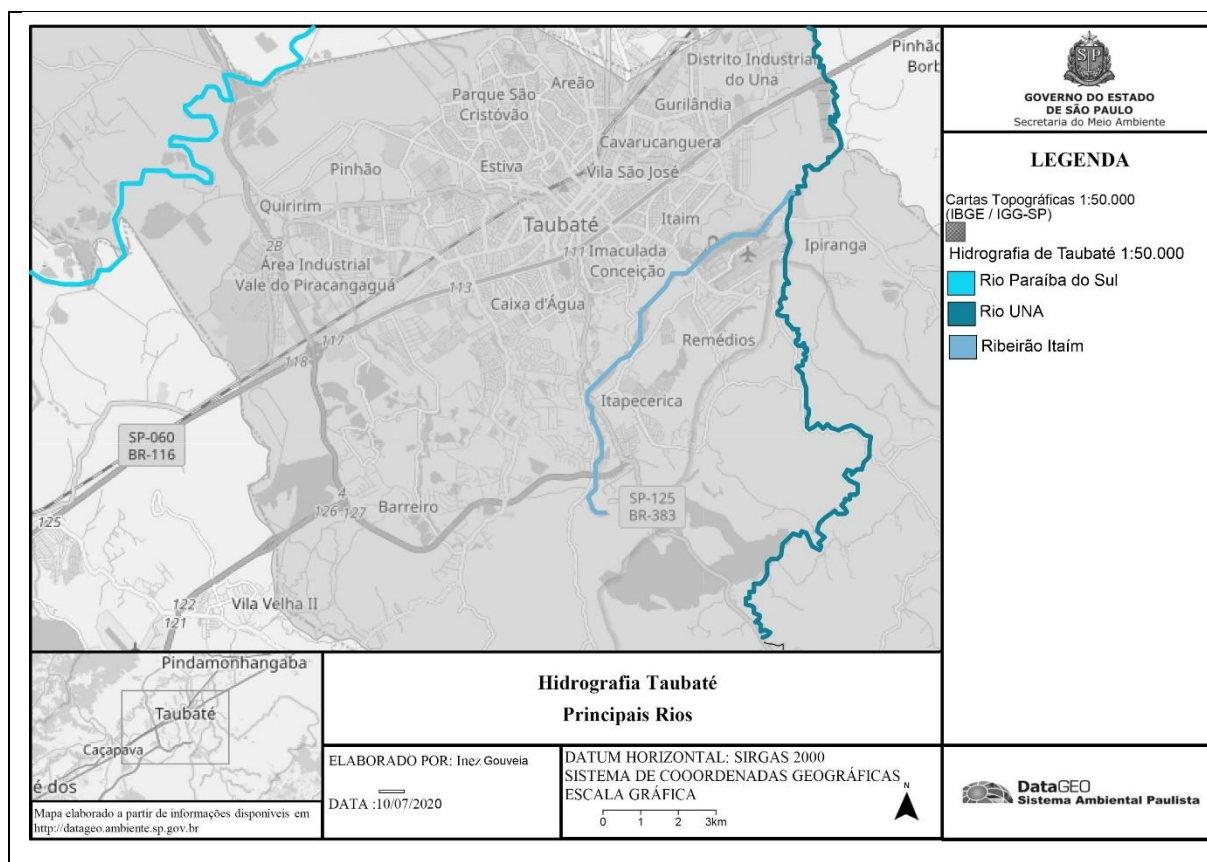
UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY- USGC . Landsat 8 (L8)Data Users Handbook, 2019. 114p. Disponível em: <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-data-users-handbook>. Acesso em: 06 jun. 2015.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY- USGC. Using the USGS Landsat Level-1 Data Product, 2019. Disponível em: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/using-usgs-landsat-level-1-data-product/>. Acesso em: 06 jun. 2015.

VAREJÃO-SILVA, M.A. Metereologia e climatologia, versão digital. 2, ed. Recife: **Instituto Nacional de Metereologia (INMET)**, 2006. Disponível em: https://icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf. Acesso em: 23 set. 2022.

VIANNA D.V.; IGNOTTI E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 240-256, jun. 2013. DOI 10.1590/S1415-790X2013000200002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/TcbcTTkMKgRTnQySbSnpsCh/?lang=pt>. Acesso em: 02 out. 2021.

ANEXO B: MAPA HIDROGRÁFICO DE TAUBATÉ-SP- PRINCIPAIS RIOS



Fonte: Próprio autor- Adaptação do mapa hidrográfico do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC-SP)

ANEXO C: IMAGEM SOBRE A ÁREA DE ESTUDO CAPTADA PELO SENSORES ORLI/TIRS LANDSAT8



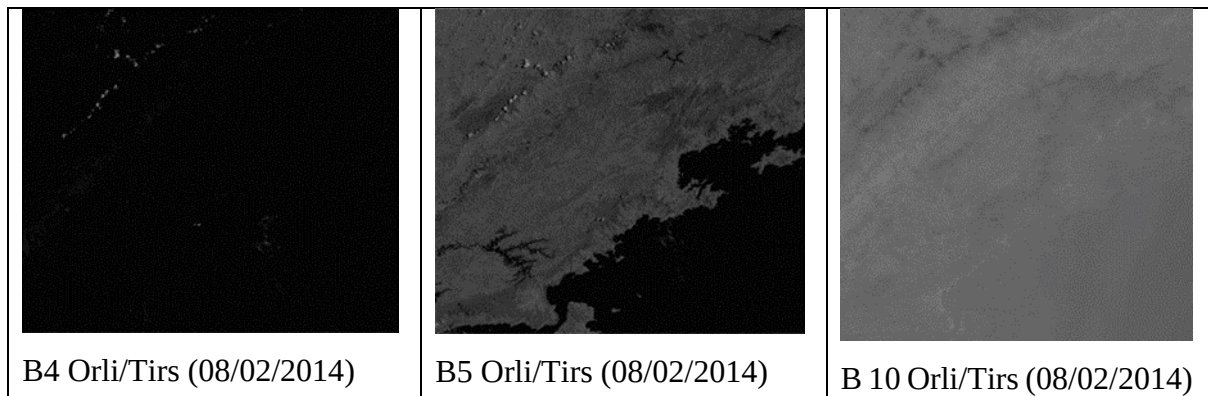
Fonte: USGS (2014)

ANEXO D: TABELA COM AS CARACTERÍSTICA ESPECTRAL E ESPACIAL DAS BANDAS DOS SENSORES ORLI/TIRS DO *LANDSAT 8*.

Sensor	Banda	Resolução espectral (μm)	Região do Espectro	Resolução espacial
OLI/TIRS	4	0,636 a 0,673 μm	Vermelho	30m
	5	0,851a 0,879 μm	Infravermelho próximo	30m
	10	10,6 a 11,19 μm	Infravermelho	100m

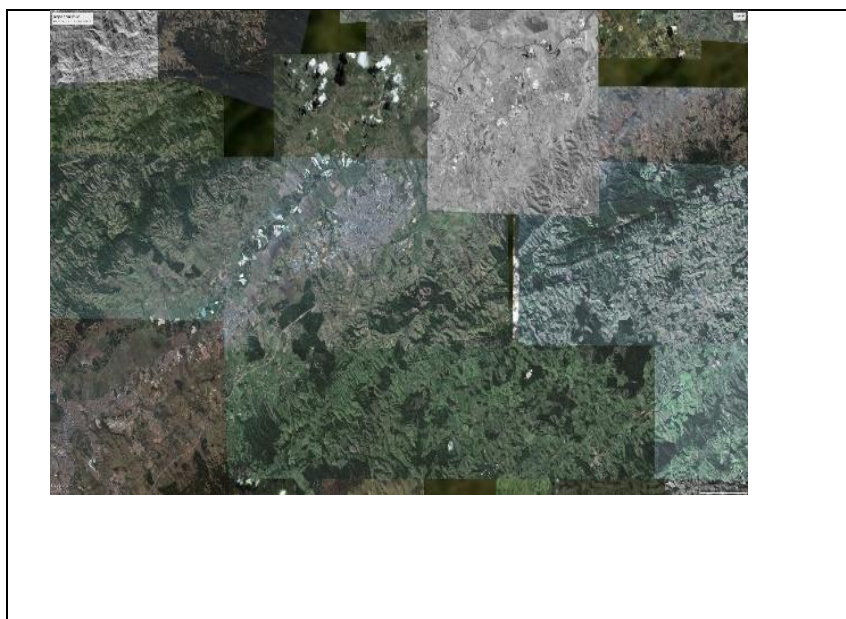
Fonte: INPE (2014).

**ANEXO E: IMAGENS DAS BANDAS 4,5,10 DOS SENSORES ORLI/TIRS
(08/02/2014)**

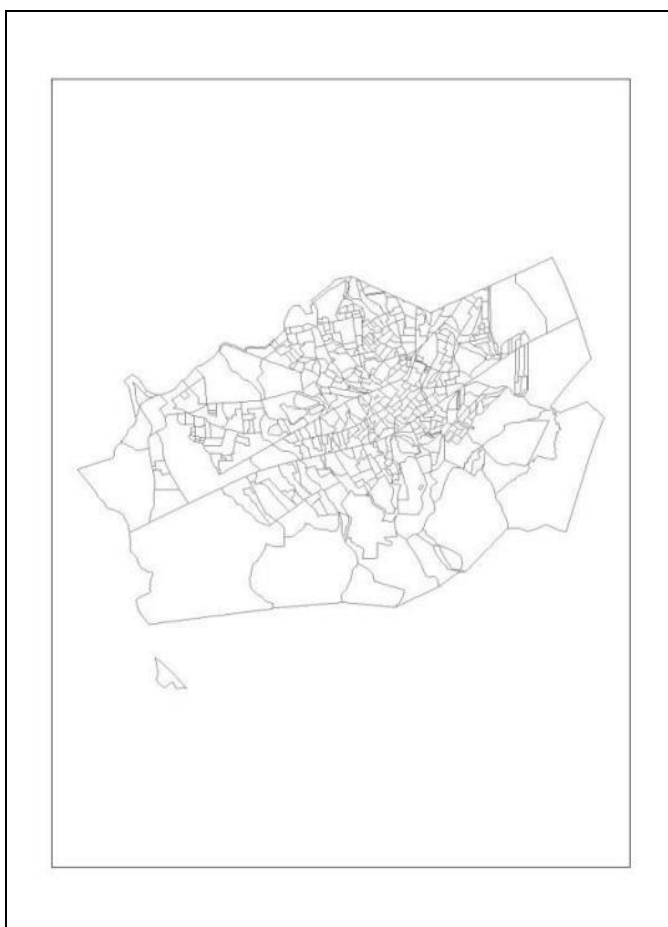


Fonte: USGS (2014).

**ANEXO F: IMAGENS HISTÓRICA DA ÁREA URBANA EM JULHO 2010,
TAUBATÉ-SP, ADQUIRIDA NO GOOGLE EARTH.**



Fonte: Google Earth (2010).

ANEXO G: MALHA SETOR CENSITÁRIO 2010 -IBGE.

Fonte: IBGE (2010).