

Universidade Camilo Castelo Branco

Campus de Fernandópolis

ISABEL CRISTINA VINHA BERGER ZAPAROLI

CORRELAÇÃO ENTRE FATORES SOCIOAMBIENTAIS EOS CASOS
DE DENGUE NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

CORRELATION AMONG SOCIAL AND ENVIRONMENTAL FACTORS AND THE
OF DENGUECASES IN THE MUNICIPALITIES OF SÃO PAULO STATE

Fernandópolis, SP

2016

ISABEL CRISTINA VINHA BERGER ZAPAROLI

CORRELAÇÃO ENTRE FATORES SOCIOAMBIENTAIS E OS CASOS
DE DENGUE NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Orientador: Professor Doutor Luiz Sérgio Vanzela

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade Camilo Castelo Branco, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Fernandópolis, SP

2016

FICHA CATALOGRÁFICA
(em construção)

ZAPAROLI, Isabel Cristina Vinha Berger

Z37C Correlação entre Fatores Socioambientais e os Casos de Dengue nos Municípios do Estado de São Paulo / Isabel Cristina Vinha Berger Zaparoli- São Paulo: SP / UNICASTELO, 2016.

56f. il.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sérgio Vanzela

Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, para complementação dos créditos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

1. *Aedes Aegypti*. 2. Epidemias. 3. Precipitação.

I. Título

CDD: 574

Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respetivo Programa da UNICASTELO e no Banco de Teses da CAPES

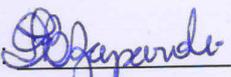
Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a UNICASTELO a disponibilizar através do site <http://www.unicastelo.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

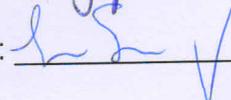
Título do Trabalho: **“CORRELAÇÃO ENTRE FATORES SOCIOAMBIENTAIS E OS CASOS DE DENGUE NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO”**

Autor(es):

Discente: Isabel Cristina Vinha Berger Zaparoli

Assinatura: 

Orientador: Luiz Sérgio Vanzela

Assinatura: 

Data: 29/agosto/2016

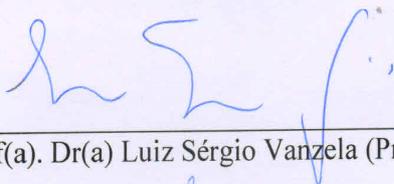
Universidade Camilo Castelo Branco • unicastelo.edu.br

TERMO DE APROVAÇÃO

ISABEL CRISTINA VINHA BERGER ZAPAROLI

**CORRELAÇÃO ENTRE FATORES SOCIOAMBIENTAIS E OS CASOS DE
DENGUE NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, pela seguinte banca examinadora:



Prof(a). Dr(a) Luiz Sérgio Vanzela (Presidente)



Prof(a). Dr(a). Dora Inés Kozusny-Andreani



Prof(a). Dr(a). Aline Mara de Oliveira Vassoler

Fernandópolis, 29 de agosto de 2016.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Luiz Sérgio Vanzela

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos amores da minha vida, meu marido Roney e meus filhos Eduardo e Tiago.

AGRADECIMENTOS

“Para realizar grandes conquistas, devemos não apenas agir, mas também sonhar; não apenas planejar, mas também acreditar”. (Anatole France)

Falar de sonho, falar da vida é falar de Deus, pois não há vida sem Ele. Primeiramente agradeço a Deus pelas graças e bênçãos que estou recebendo para concluir mais essa etapa de minha vida.

Este trabalho era um sonho, que com muita dedicação, planejamento e desafios, concretizou. Mas essa grande conquista só foi possível porque pessoas acreditaram em mim. Como disse um dia o Pe. Fábio de Melo: “Não permita que a vida passe sem que as pessoas saibam o significado que elas tem para você”.

Quero agradecer aos meus amores, meu amor Roney, companheiro, amigo em todos os momentos e aos meus queridos filhos Eduardo e Tiago, pela paciência que tiveram nos momentos de stress e cansaço. Sem vocês jamais teria conseguido.

Aos meus pais, Orlando e Luzia, meus irmãos Karina, Luciana e Agnaldo (*in memoriam*), meu sogro Rui e minha sogra Toninha, pelo apoio que sempre me deram e pelos cuidados com meus filhos durante o tempo que ficava ausente estudando.

Não seria possível também concluir este trabalho se não fosse o empenho e paciência do meu orientador Prof. Dr. Luiz Sérgio Vanzela, a quem admiro e agradeço de coração toda dedicação dispensada neste trabalho.

Agradeço ao corpo docente do curso de mestrado pelos ensinamentos e atenção dada aos alunos.

Aos meus colegas da turma e em especial as amigas Cris e Karina pelo companheirismo e amizade.

Por fim, gostaria de agradecer aos examinadores de minha banca, que dedicaram tempo e atenção na correção de meu trabalho.

EPÍGRAFE

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

(Albert Einstein)

CORRELAÇÃO ENTRE FATORES SOCIOAMBIENTAIS E OS CASOS DE DENGUE NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO

Neste estudo avaliou-se a resposta dos casos de dengue em função dos fatores socioambientais em 45 municípios do Estado de São Paulo. A avaliação ocorreu por análise de correlação cruzada e modelagem linear múltipla dos casos positivos de dengue (variável dependente) em função dos fatores socioambientais (variáveis independentes). A densidade demográfica urbana apresentou correlação positiva com a dengue nos municípios com 0 a 20.000 habitantes e negativa nos municípios entre 20.001 a 50.000 habitantes. O produto interno bruto per capita se correlacionou positivamente com a dengue nos municípios com 0 a 50.000 habitantes e no geral dos municípios. No produto interno bruto per capita médio esperam-se epidemias de dengue em densidades demográficas urbanas acima de 760 hab km⁻² nos municípios com até 20.000 habitantes e nos municípios entre 20.001 a 50.000 habitantes em densidades demográficas urbanas abaixo de 4.161 hab km⁻². Mantendo-se a média do produto interno bruto per capita para todos os municípios amostrados (R\$ 2.946,00 hab⁻¹ mês⁻¹), esperam-se epidemias de dengue variando de 293 a 1.221 casos por 100.000 habitantes. A precipitação média mensal correlacionou-se com a dengue após dois meses de anacronismo para o clima tropical úmido – (Af) e após três meses para clima de monção (Am), clima tropical com estação seca de inverno (Aw) e clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa). A frequência média mensal de precipitações correlacionou-se com a dengue após dois meses de anacronismo para o clima (Aw) e após três meses nos climas Af, Am e Cwa. A temperatura média mensal, nos climas avaliados, apresentou correlação positiva com a dengue após dois meses de anacronismo. O pico de casos de dengue em todos os climas do Estado de São Paulo ocorre em abril, variando de 75 a 640 casos por 100.000 habitantes.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*; epidemias; precipitação.

CORRELATION BETWEEN FACTORS ENVIRONMENTAL AND DENGUE CASES IN THE MUNICIPALITIES OF SÃO PAULO STATE

ABSTRACT

This study evaluated the response of dengue cases according environmental factors in 45 municipalities of São Paulo state (Brazil). The evaluation was performed by analysis of cross-correlation and multiple linear modeling of positive cases of dengue (dependent variable) and environmental factors (independent variables). The urban population density showed that positively correlated with the dengue in the municipalities with up to 20,000 inhabitants, and negative in the municipalities between 20,001 to 50,000 inhabitants. Gross domestic product per capita was positively correlated with dengue in the municipalities with up to 50,000 inhabitants and in general of the municipalities. On gross domestic product average per capita it is expected dengue epidemics in urban population densities above 760 inhabitants km² in municipalities with up to 20,000 inhabitants, and in the municipalities between 20,001 to 50,000 in urban population densities below 4,161 inhabitants km². Keeping the average of gross domestic product per capita for all sampled municipalities (R\$ 2,946,00 inhabitants⁻¹ per month⁻¹), it is expected dengue epidemics ranging from 293 to 1,221 cases per 100,000 inhabitants. The precipitation average monthly was correlated with the dengue after two months of anachronism for humid tropical climate (Af), and after three months for the monsoon climate (Am), tropical climate with winter dry season - Aw and humid temperate climate with dry winter and hot summer (Cwa). The average monthly rate was correlated with the dengue after two months of anachronism for climate (Aw), and after three months for Af, Am and Cwa climates. In these climates assessed, the monthly average temperature was positively correlated with the dengue after two months of anachronism. The peak of dengue cases in all climates of São Paulo state occurs in April, ranging from 75 to 640 cases per 100,000 inhabitants.

Keywords: *Aedes aegypti*; epidemics; rainfall.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Detalhe da distribuição dos municípios selecionados dentro de cada tipo climático.	36
Figura 2: Superfície de resposta dos casos positivos de dengue (cp) em função da densidade demográfica da área urbana (Ddu) e do produto interno bruto per capita (PIB) para o extrato populacional 01.	39
Figura 3: Superfície de resposta dos casos positivos de dengue (cp) em função da densidade demográfica da área urbana (Ddu) e do produto interno bruto per capita (PIB) para o extrato populacional 02.	40
Figura 4: Resposta dos casos positivos de dengue (cp) em função do produto interno bruto per capita (PIB) no geral dos municípios.	41
Figura 5: Variação das médias de 2012 a 2014 de precipitação total mensal - P, temperatura média mensal - T e frequência mensal de precipitação - FC (a) e variação da média de 2012 a 2014 dos casos positivos de dengue, nos municípios do clima Af.	43
Figura 6: Variação das médias de 2012 a 2014 de precipitação total mensal - P, temperatura média mensal - T e frequência mensal de precipitação - FC (a) e variação da média de 2012 a 2014 dos casos positivos de dengue, nos municípios do clima Am.	44
Figura 7: Variação das médias de 2012 a 2014 de precipitação total mensal - P, temperatura média mensal - T e frequência mensal de precipitação - FC (a) e variação da média de 2012 a 2014 dos casos positivos de dengue, nos municípios do clima Aw.	45
Figura 8: Variação das médias de 2012 a 2014 de precipitação total mensal - P, temperatura média mensal - T e frequência mensal de precipitação - FC (a) e variação da média de 2012 a 2014 dos casos positivos de dengue, nos municípios do clima Cwa.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Municípios do estado de São Paulo que constituem a amostra.	33
Tabela 2: Base de dados de origem e data das variáveis socioambientais avaliadas.	34
Tabela 3: Classificação das correlações de acordo com o coeficiente de correlação...	37
Tabela 4: Resultado da análise de correlação entre os casos de dengue e os fatores socioambientais.....	38
Tabela 5: Resultado da correlação cruzada com Lag's variando de 0 a 12 meses, nos 4 climas dos municípios avaliados no Estado de São Paulo.....	42
Tabela 6: Resposta dos casos positivos de dengue em função da temperatura média mensal, precipitação total mensal e frequência mensal de precipitação.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Af	Clima tropical úmido
Am	Clima de monção
Aw	Clima tropical com estação seca inverno
CIAGRO	Centro integrado de informações agrometeorológicas
CVE	Centro de vigilância epidemiológica
Cwa	Clima temperado úmido com inverno seco e verão quente
Dd	Densidade demográfica
Ddu	Densidade demográfica urbana
DENV 1	Sorotipo da dengue tipo 1
DENV 2	Sorotipo da dengue tipo 2
DENV 3	Sorotipo da dengue tipo 3
DENV 4	Sorotipo da dengue tipo 4
FC	Frequência mensal de precipitação
Hab	Habitantes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de desenvolvimento humano
IP	Índice de pobreza
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
P	Precipitação mensal
PIB	Produto interno bruto
PIBc	Produto interno bruto per capita
Pms	Precipitação total do mês mais seco
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SIG	Sistema de Informação Geográfica

SINAN	Sistema Nacional de Agravos de Notificação
SISFAD	Sistema de Informações sobre a Febre Amarela
SUS	Sistema Único de Saúde
T	Temperatura média mensal
T_{máx}	Temperatura média máxima do mês mais quente
T_{min}	Temperatura média mínima do mês mais frio
UVLS	Unidades de Vigilância Local

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1- Objetivo geral	17
1.2- Objetivos específicos	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1- Histórico da dengue	19
2.2- Características da dengue	21
2.3- Incidência	22
2.4- Etiologia da doença.....	22
2.5- Dengue no Brasil e seus prejuízos.....	23
2.6- Fatores climáticos e socioambientais que favorecem a dengue	25
2.7- O geoprocessamento no planejamento da saúde.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1- Localização	33
3.2- Amostragem.....	33
3.3- Variáveis socioambientais.....	34
3.4- Casos positivos de dengue	35
3.5- Análise de correlação e de regressão das variáveis	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1- Fatores socioambientais	38
4.2- Clima.....	41
5. CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

A dengue é uma doença viral transmitida pela picada do mosquito *Aedes* infectado. É considerada a mais rápida re-emergente no mundo, exigindo um encargo econômico da gestão de saúde muito grande aos países, às famílias e aos pacientes [1].

Existem quatro vírus de dengue sorologicamente distintos, mas intimamente ligados (DENV 1, DENV 2, DENV 3 e DENV 4) da família Flaviviridae [2].

A preocupação com a dengue é contínua, pois novos surtos acontecem a cada ano, estendendo-se em novas áreas geográficas, demonstrando que as estratégias dos gestores no controle da transmissão não são eficazes, tornando-se atualmente um dos maiores problemas de saúde pública mundial [3].

A transmissão da dengue ocorre na grande maioria em meios urbanos, locais de alta densidade populacional, ambiente específico e favorável aos fatores fundamentais para a sua ocorrência tais como: as condições socioambientais, climáticas, gestões políticas, econômicas e culturais [4].

Nas duas últimas décadas, a incidência da dengue aumentou significativamente. Estima-se que 3,6 bilhões de pessoas estão em risco de adquirir a doença. Atualmente há mais de 230 milhões de casos de dengue confirmados; desses, mais de 2 milhões de casos evoluíram com tipo grave da doença e aproximadamente 21.000 evoluíram a óbito. Esse quadro demonstra a gravidade da dengue no cenário mundial [5].

Foi disponibilizada recentemente no Brasil a vacina para ser comercializada. Dengvaxia® é uma vacina utilizada para ajudar a proteger contra a doença causada pelos sorotipos 1, 2, 3 e 4 do vírus da doença [6].

O uso de estratégias voltadas ao controle do vetor, visando à redução da transmissão do vírus, ainda é de extrema importância para minimizar o seu potencial de mortalidade nos seres humanos [7].

A participação da população é um determinante social vital para vigilância epidemiológica. Acredita-se ser um elemento-chave para a corrente de estratégias recomendadas no controle da dengue e de prevenção em todo o mundo [8].

A dengue ocorre aproximadamente em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta, sendo os países localizados nessas regiões os mais propensos em função

de diversos fatores que favorecem o desenvolvimento do vírus, como: mudanças globais, variabilidade do clima, alterações climáticas, uso da terra, crescimento da população humana e urbanização, armazenamento de água e irrigação [9].

O Brasil é considerado um país de clima tropical, estando mundialmente entre os países que apresenta mais casos de dengue. Das primeiras semanas até 06 de fevereiro de 2016, os casos de dengue no Brasil atingiram a marca de 170 mil casos. Isso representa um aumento de 46% em 2016, comparado com o mesmo período de 2015, ano recorde de incidência da doença [10].

Existe uma complexidade entre os vários fatores que influenciam a incidência da dengue e as variáveis climáticas. Quando associados, podem aumentar o potencial de transmissão da doença ou diminuir simultaneamente o potencial de transmissão. Essa complexidade pode, pelo menos, em parte, explicar a inconsistência nas associações estatísticas entre dengue e clima. Alguns estudos utilizados para explicar a dinâmica dessa relação, muitas vezes, podem omitir aspectos importantes da ecologia da doença, desenvolvimento do vírus e interações entre vetor e hospedeiros [11].

O ambiente interfere na proliferação do vetor da dengue, sendo as condições climáticas e fatores relacionados com o desenvolvimento socioeconômico (urbanização e crescimento populacional desenfreado) os principais fatores que influenciam a continuidade das pesquisas sobre essa doença [12].

Atualmente, técnicas de geoprocessamento vêm sendo aplicadas aos estudos de saúde coletiva, auxiliando na identificação, localização e condições de saúde e no acompanhamento da população. É possível também analisar a transmissão, disseminação e ações de controle das doenças e dos agravos à saúde de uma determinada região por meio de mapas que permitam observar a distribuição espacial e associação de vários fatores que envolve essa população [13]. O conhecimento das relações entre fatores ambientais que favorecem a proliferação da doença, bem como modelar essas relações, são imprescindíveis para a gestão de saúde pública no controle das condições ambientais favoráveis à doença.

1.1- Objetivo geral

Objetivou-se neste trabalho correlacionar fatores socioambientais e os casos positivos de dengue em municípios do estado de São Paulo.

1.2- Objetivos específicos

- a) Selecionar 45 municípios do Estado de São Paulo que possuem estação climatológica e dados dos anos de 2012 a 2014;
- b) dividir os municípios em extratos populacionais: 0 a 20.000, 20.001 a 50.000, 50.001 a 100.000, 100.001 a 500.000 e acima de 500.001 habitantes, sendo que dos quatro primeiros extratos participaram 10 cidades em cada extrato e, no último extrato, 5 cidades participaram;
- c) levantar os dados das variáveis socioambientais: densidade demográfica, densidade demográfica urbana, produto interno bruto per capita, índice de pobreza, índice de desenvolvimento humano, temperatura média mensal, precipitação mensal e frequência mensal de precipitação;
- d) levantar os dados de incidência dos casos de dengue dos anos de 2012, 2013 e 2014 dos municípios participantes;
- e) realizar análises de correlação e de regressão das variáveis dependentes em função das variáveis independentes;
- f) elaborar mapas das variáveis analisadas;
- g) obter modelos matemáticos dos casos positivos de dengue em função das variáveis socioambientais analisadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Histórico da dengue

Foi no meio do século XVI, que surgiu o mais preocupante vetor transmissor de doença urbana predominante em seres humanos, o mosquito *Aedes aegypti*, responsável pela propagação da dengue [14,15].

Aedes aegypti é um mosquito originário do Egito, na África, e desde o século XVI vem se espalhando pelas regiões tropicais e subtropicais do planeta, período das grandes navegações. Admite-se que o vetor foi introduzido no continente americano por meio de navios que traficavam escravos. Em 1762, ele foi descrito cientificamente pela primeira vez, quando foi denominado *Culex aegypti*. O nome definitivo – *Aedes aegypti* – foi estabelecido em 1818. Suas larvas são encontradas em diversos locais artificiais, como: pneus, latas, garrafas, vasos de flores, piscina, caixas de água, cisternas, entre outros, caracterizando a domesticação e adaptação ao ambiente humano, tornando-se um antropofílico. Desta forma, foi possível o aumento excessivo nas cidades e a facilidade de propagação da espécie em outras áreas [16].

Entre 1779 e 1916, ocorreram no mundo oito pandemias que persistiram de três a sete anos. Anteriormente à identificação da dengue, durante muito tempo, essa virose era considerada uma doença benigna. Foi depois da Segunda Guerra Mundial que aumentou a circulação de vários sorotipos em uma mesma região, deixando a população em alerta [17,18].

De 1943 a 1945, no Havaí e Nova Guiné, ocorreram casos isolados de infecção pelo vírus e foram detectados os sorotipos DENV-1 e DENV-2 do vírus da dengue. Em 1956, no Sudeste Asiático, ocorreu uma epidemia de dengue hemorrágica, sendo possível a confirmação de mais dois sorotipos do vírus DENV-3 e DENV-4, confirmando os quatro sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4 do vírus da dengue [17].

Em relação às Américas, há registros de que o vírus circula desde o século XIX, sendo que os primeiros casos surgiram em 1963 na Jamaica, relacionados ao DENV-3. Uma intensa circulação dos vírus ocorreu no início da década de oitenta, destacando-se Brasil, México e Colômbia. Foi em 1981, em Cuba que ocorreu a primeira epidemia de dengue hemorrágica e síndrome de choque da dengue

(DH/SCD) nas Américas, sendo notificados 344.203 casos. Cuba conseguiu erradicar o *Aedes aegypti* até o início da década de noventa, apresentando índices de contaminação próximos de zero [19,20].

No Brasil, indícios mostram que episódios de epidemias de dengue ocorreram em 1846 nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, e também em São Paulo em 1851 e 1853 [21]. Desde o século XIX, existem registros de epidemias de dengue associados a períodos de erradicação do *Aedes aegypti*, visto que a última vez que ocorreu a erradicação no país foi em 1973, ressurgindo três anos depois. A re-emergência da doença no país apresentou uma preocupante e desafiadora batalha no combate ao mosquito, particularmente devido ao registro dos quatro sorotipos da doença e a proliferação do estágio hemorrágico da dengue em todos os estados da nação [22].

De acordo com Osanai [23], em 1982, os primeiros sorotipos DENV-1 e DENV 4 foram isolados em uma epidemia de dengue ocorrida em Boa Vista, Estado de Roraima. Após um silêncio epidemiológico, o sorotipo DENV-1 invadiu o Sudeste (Rio de Janeiro) e Nordeste (Alagoas, Ceará, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais) em 1986-1987, disseminando-se pelo país desde então. Com as entradas dos sorotipos DENV-2 em 1990-1991, em 1995 foram registrados mais de 100 mil casos e, a partir de 1997, já eram computadas mais de 200 mil ocorrências de dengue por ano. O DENV-3 surgiu em 2001 e um novo recorde consolidou-se, registrando mais de 700 mil casos notificados [24].

Mundialmente a dengue é uma doença endêmica em mais de 100 países, sendo encontrada em climas tropicais e subtropicais, principalmente em áreas urbanas e semi-urbanas. Pesquisas globais recentes demonstram que 390 milhões de pessoas apresentam infecções com o vírus da dengue com confirmação de 96 milhões de casos por ano. Nota-se que o número de casos positivos da doença na realidade é maior do que os reais confirmados, a falta de identificação, confirmação da doença e notificação dos casos podem ocorrer por falta do diagnóstico correto. Contudo estima-se que 2,5 bilhões de pessoas estão em risco de contrair o vírus da dengue [7, 25, 26].

2.2- Características da dengue

A dengue é uma doença febril aguda e transmitida por mosquitos portadores do vírus da dengue (DENV). É um arbovírus da família *Flaviviridae* e possuem quatro sorotipos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, sendo que todos podem causar tanto a forma clássica da doença quanto formas mais graves. Atualmente, é a mais importante arbovirose que afeta o ser humano e constitui sério problema de saúde pública no mundo [27].

O mosquito vetor primário na transmissão dos quatro sorotipos do vírus da dengue é do gênero *Aedes* e apresenta algumas espécies diferentes, como: *Aedes Stegomyia*, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* e *Aedes Polynesiensis*. O *Aedes aegypti*, no Brasil, é o responsável pela transmissão do vírus nos humanos e é o hospedeiro primário na história natural da doença [28].

A transmissão do vírus da dengue ocorre pela picada do mosquito e só acontece se o vetor estiver infectado, sendo assim, não são todos mosquitos que transmitem a doença. Somente as fêmeas picam, porque necessitam de sangue para amadurecer seus ovos. Quando uma pessoa está doente, inúmeras partículas do vírus permanecem circulando no sangue. No momento que o mosquito suga o sangue da pessoa, o vírus multiplica-se no intestino médio do vetor e, depois de 10 a 12 dias, as partículas do vírus propagam-se pelo organismo do *Aedes*, multiplicam-se e alastram-se para as suas glândulas salivares. Nesse momento, a fêmea se torna infectiva, podendo transmitir o vírus de sua saliva para a corrente sanguínea da vítima. O vírus fica incubado no organismo do hospedeiro de 2 a 15 dias, podendo com 7 dias surgirem os sintomas da doença [29].

Todos os sorotipos do vírus da dengue podem apresentar formas assintomáticas, brandas e graves, sendo comum, nos casos de infecção pelo DENV apresentarem sintomas variáveis, podendo ocorrer febre alta (39° a 40°), de início abrupto, seguida de cefaleia, vômito, mialgia e prostração, que são alguns dos sinais clássicos da doença. A duração dos sintomas da doença é, em média, de 5 a 7 dias. Normalmente, com o desaparecimento da febre, há também regressão dos sinais e sintomas, podendo ainda persistir a fadiga. A doença pode evoluir de três formas: dengue clássica (cujos sintomas são os característicos da doença), febre hemorrágica da dengue e a síndrome de choque da dengue. Nesses dois últimos, os sintomas

podem desenvolver complicações potencialmente letais, incluindo a perda de plasma, hemorragias graves e falência de órgãos [30, 31].

O diagnóstico da dengue muitas vezes pode ser confundido com outras doenças infecciosas agudas por apresentarem causas de síndrome febril aguda, tais como gripe diferencial, doenças diarreicas, sarampo, febre tifoide e leptospirose. A confirmação laboratorial das infecções pelo vírus da dengue pode ser realizados de duas formas: método por isolamento do vírus, utilizado na fase inicial da doença, ou pelo emprego de métodos sorológicos, vai depender muito do estado imunológico da pessoa; resposta de anticorpo primária e secundária é mais utilizado no final da fase aguda [32].

2.3- Incidência

A dengue acomete indivíduos de ambos os sexos e indivíduos de todas as idades são vulneráveis a adquiri-lo. No entanto, em áreas endêmicas há uma maior incidência em mulheres e idosos. Sua incidência também oscila com as alterações climáticas, sendo prevalente com temperaturas elevadas, baixa umidade do ar e pluviosidade, propiciando o aumento de criadouros e o desenvolvimento do vetor [33, 34].

2.4- Etiologia da doença

O mosquito *Aedes aegypti* é encontrado normalmente entre as latitudes 45° N e 35° S e, principalmente, abaixo de altitudes de 1.000 metros, devido às temperaturas baixas nestes locais. De acordo com o ciclo de vida do *Aedes aegypti*, um dos principais fatores que favorece sua sobrevivência e desenvolvimento é a temperatura [35]. As temperaturas entre 21°C e 29°C foram favoráveis para sua sobrevivência e temperaturas baixas abaixo de 16°C ou acima de 36°C podendo ser consideradas limitantes ao crescimento da população [36].

Os centros urbanos representam grande influência na constituição de ambientes favoráveis à proliferação do vetor e disseminação do vírus da dengue. O aumento populacional desorganizado, associado ao estimulante consumo de produtos industrializados e descartáveis que hoje são comercializados, somada à deficiência disponibilidade de serviços de saneamento ambiental em quantidade e qualidade (quanto ao acesso e frequência no abastecimento de água e coleta de

resíduos sólidos) tornam-se propícios à dinâmica de proliferação do vetor e transmissão da doença. A precariedade na oferta desses serviços, principalmente quanto ao abastecimento de água, pode levar à adoção de práticas de estocagem em recipientes, que, por sua vez, podem favorecer potenciais locais de reprodução do vetor [37].

A proliferação e distribuição do *Aedes aegypti* esta inteiramente associada às atividades humanas. Os recipientes artificiais, como: pneus, garrafas, tampas, caixas de água, entre outros, descartados de forma indiscriminada, a céu aberto pela população, são locais de armazenamento da água da chuva e normalmente servem para reprodução do mosquito. Outros fatores que contribuem para a transmissão do vírus da dengue, são: inconstância no abastecimento de água, falta de saneamento básico, moradias sem estruturas, fatores culturais. [38, 39].

2.5- Denguêno Brasil e seus prejuízos

A dengue é uma doença que pode ser evitada, com a cooperação de toda a sociedade. É alto o número de pessoas que morrem de uma causa evitável. A mortalidade causada pela dengue pode ser reduzida em 99%, adotando medidas mais eficazes e tendo gestores políticos, profissionais de saúde e população responsáveis em busca do mesmo objetivo [40, 41].

Morrem, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), aproximadamente, 24.000 pessoas em decorrência da doença da dengue anualmente [2].

O crescimento populacional que ocorreu previamente de forma desordenado, a globalização, a urbanização descontrolada, as alterações climáticas, insuficiência na infraestrutura de saúde pública e os programas de controle de vetores favoreceram o aumento dos casos positivos de dengue bem como o desenvolvimento do vetor transmissor da doença. Esses fatores incidiram no aumento dos casos de dengue em 30 vezes nos últimos 50 anos [27].

Os países tropicais são os mais atingidos em função de suas características ambientais principalmente a temperatura e a precipitação, além da umidade relativa, velocidade do vento, cobertura vegetal e a presença de criadouros, que favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes aegypti* [42].

O Brasil, que compreende uma área de 8,5 milhões de km², é um país tropical por estar situado em zonas de latitudes baixas, onde os climas predominantes são quentes e úmidos, com temperaturas médias aproximadas de 20°C. É constituído por cinco regiões geográficas: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul e sofre influência de cinco climas principais: clima Equatorial, Tropical Brasil Central, Temperado, Tropical Zona Equatorial e Tropical Nordeste Oriental. É um país onde a dengue é sazonal, com maior incidência de casos da doença nos primeiros meses do ano, os quais apresentam a predominância típica do clima tropical (quente e úmido) [43]. Anualmente ocorrem epidemias principalmente no verão, estação do ano altamente propícia à proliferação do *Aedes* devido às condições climáticas para a vida e reprodução do mosquito [44].

O Brasil apresenta uma instabilidade climática devido à extensão do seu território e da faixa litorânea, variação de altitude e, sobretudo, a presença de diferentes massas de ar que alteram as condições de temperatura e umidade das cinco regiões, o que explica a dificuldade em erradicar o vetor [45].

Atualmente a dengue é objeto da maior campanha de saúde pública do Brasil, gestores públicos, desde 1996, quando foi desenvolvido o Plano de Erradicação do *Aedes aegypti*, têm realizado grandes esforços na tentativa de erradicar novamente o vetor no país, houve uma diminuição dos casos entre os anos de 2002 e 2004, seguido de um aumento gradativo da incidência [46].

No Brasil, está sendo comercializada a vacina Dengvaxia[®], que realiza a proteção contra os sorotipos da dengue, DENV1, DENV 2, DENV 3 e DENV4. Foi desenvolvida pela multinacional francesa Sanofi Pasteur, além de ser destinada ao público entre 9 e 45 anos de idade, ainda tem como limitações: baixa porcentagem de proteção (66%), idade limitada para indicação da vacina e preço elevado. Existem outras vacinas contra os sorotipos da dengue que estão em fase de teste [6].

A vigilância epidemiológica da dengue no Brasil é realizada pelo Sistema de Informações sobre a Febre Amarela e dengue (SISFAD), que registra as atividades de vigilância entomológica e o Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN), que registram os casos positivos confirmados e suspeitos da doença [47].

No Brasil, em 2013, ocorreu o maior surto de dengue, com aproximadamente 2 milhões de casos notificados. De acordo com o Ministério da Saúde (MS), o Brasil apresentou uma redução nos números de casos registrados de dengue de 61% entre janeiro e outubro de 2014, em comparação com o mesmo período de 2013, passando

de 1,4 milhão de casos para 556,3 mil neste ano de 2016. Em 2015, das 23.976 amostras que foram enviadas para realização do exame de isolamento viral, 9.429 apresentaram resultados positivos (39,3%) e prevalência do sorotipo viral DENV1 (94,1%), seguido de DENV4 (4,8%), DENV2 (0,7%) e DENV3 (0,4%). Esses resultados confirmam que o Brasil já apresenta todos os sorotipos do vírus, porém a predominância continua sendo o DENV1. Já em 2016, foram registrados 170.103 casos prováveis de dengue no país no período 3/1/2015 a 6/2/2016, sendo que a região Sudeste registrou o maior número de casos prováveis (96.664 casos), seguida das regiões Nordeste (25.636 casos), Centro-Oeste (25.246 casos); Sul (13.522 casos) e Norte (9.035 casos) [48].

2.6- Fatores climáticos e socioambientais que favorecem a dengue

As mudanças climáticas e mudanças ambientais são os maiores desafios que a população enfrentará nas próximas décadas. Entender como essas alterações podem afetar a saúde humana e a complexidade de muitas doenças, requer estudos que compreendam quanto o clima presente pode influenciar nas formas de transmissão de certas doenças, como a dengue [49].

Diversos fatores, dentre eles o rápido crescimento demográfico associado à desordenada urbanização, a inadequada infraestrutura urbana, o aumento da produção de resíduos não orgânicos, os modos de vida na cidade, a debilidade dos serviços e campanhas de saúde pública, bem como o despreparo dos agentes de saúde e da população para o controle da doença, influenciaram a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, possibilitando a recorrente formação de epidemias de dengue nos países tropicais e subtropicais. [50].

Como a dengue é uma doença transmitida por vetores, está diretamente ligada aos padrões climáticos e aos ciclos climáticos que influenciam nas epidemias. Geralmente o pico de casos positivos de dengue é durante a estação chuvosa, diminuindo os casos de dengue nos períodos de seca [51].

A disseminação da dengue depende de condições ecológicas e socioambientais que facilitam a dispersão do vetor. Contudo para controlar a dengue, é necessário o esforço conjunto de toda a sociedade no combate ao vetor [52].

As alterações climáticas impactam no aumento do número de pessoas expostas à dengue em mais de 2 bilhões de pessoas; essas projeções sugerem que,

para o ano de 2.085, cerca de 5 a 6 bilhões de pessoas (50 a 60 % da população global) estarão em áreas de risco de transmissão da doença [53].

Os fatores meteorológicos são capazes de influenciar muitos componentes da ecologia do mosquito vetor *Aedes*. A temperatura e precipitação são importantes impulsionadores da dinâmica populacional, mortalidade e comportamento reprodutivo do mosquito [19].

As variáveis climáticas favorecem os estágios do ciclo de vida dos vetores, sendo a temperatura ambiente e precipitação as mais relevantes [54]. Segundo Donalísio e Glasser [55], a umidade relativa e a precipitação podem influenciar a longevidade do *Aedes aegypti*, podendo favorecer a fêmea infectada completar mais de um ciclo de replicação do vírus.

Alterações climáticas em níveis extremos podem aumentar a taxa de mortalidade dos mosquitos e diminuir o risco de dengue como nos casos de temperaturas muito elevadas e chuvas muito fortes, que podem lavar os ovos, larvas e pupas de contentores no curto prazo. Entretanto, locais com acúmulo de água parada favorecem a criação de habitats de reprodução do mosquito a longo prazo, aumentando o risco de transmissão da dengue [56]. Mesmo em períodos de clima seco, o homem pode estocar água em recipientes, podendo também proporcionar locais adequados de reprodução para o *Aedes aegypti* [57].

Para Baruah e Dhariwal [58], os fatores climáticos isoladamente não podem ditar taxa de incidência de dengue, pois também é necessário o conhecimento de outros fatores que envolvem a biologia do vetor, como presença de locais de reprodução, padrão de chuvas, o número de dias de chuva e umidade relativa, água parada, ralos entupidos, etc, para que ocorra o favorecimento da incidência de dengue.

Os dois principais mosquitos transmissores da dengue, *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, têm se adaptado bem aos habitats humanos, no que se refere à oviposição e ao desenvolvimento de larvas em meios naturais (por exemplo, piscinas naturais, buracos de árvores) e artificiais (por exemplo, tanques de água, plantas em vasos e recipientes de alimentos e bebidas). Tais mosquitos em ambientes favoráveis podem ser infectados por qualquer um dos quatro vírus da dengue [59].

Existem estudos que demonstram que locais onde as casas são mal construídas e muito próximas uma das outras, presença de edifícios nas cidades, uso de ventilação natural em vez de ar condicionado, baixo acesso aos serviços de saúde

e baixa interação educação e saúde são situações favoráveis na transmissão da dengue [60].

A densidade das famílias e o número de pessoas que usam o mesmo quarto foram variáveis que apresentaram significância estatística com a soro-prevalência na população de estudo, onde residências com densidade maior que três pessoas por quarto são ambientes mais propensos a serem infectados por dengue em comparação com aqueles que vivem em acomodações menos lotadas. Além disso, a pequena dimensão da casa familiar também aumenta a densidade populacional, permitindo o aumento da exposição de pessoas ao vetor da dengue em domicílios superlotados [61].

Em estudo realizado no Brasil, em favelas em áreas urbanas, foi identificado um número elevado de casos positivos de dengue nas pessoas que residem nessas áreas. Associou-se menor nível socioeconômico com o aumento do risco de dengue. Outro problema importante encontrado foi o acesso geográfico dos mais pobres aos serviços de saúde, o que pode ser uma barreira para a identificação de casos de dengue [62]. No Brasil houve um aumento do número de pessoas vivendo em favelas urbanas empobrecidas durante o século XX [63].

De acordo com as previsões feitas pelas Nações Unidas, cerca de 2 bilhões de pessoas residirão em favelas urbanas até o ano de 2030 [64].

Até o momento, desconhecem-se os fatores de risco em grupos em escalas geográficas menores, associados à dengue, como entre uma vizinhança em um bairro. Diante disso, um estudo foi realizado em uma favela em Salvador, Brasil, entre janeiro de 2009 a dezembro de 2010, com o apoio da vigilância na identificação dos casos. Foram identificados 2.962 pacientes, sendo que 651 com evidência laboratorial de infecção pelo vírus da dengue, sendo detectados os quatro sorotipos de dengue com prevalência do DENV2. Foi possível confirmar que bairros pobres de favelas urbanas no Brasil apresentam alta incidência de dengue e quando o centro de saúde se encontra nas proximidades dos bairros, favorece a detecção da doença [62].

A participação da população é um determinante social vital para vigilância epidemiológica. Acredita-se ser um elemento-chave para a corrente de estratégias recomendadas no controle da dengue e de prevenção em todo o mundo [8].

Um estudo foi realizado por Arunachalam et al. [65], em seis cidades asiáticas, visando avaliar os padrões de reprodução dos vetores da dengue em espaços públicos e privados. Uma equipe realizou inquéritos padronizados às famílias,

vizinhanças e realizou levantamento entomológico. Eles reuniram diversas informações sobre a reprodução do vetor nos locais, o nível de esclarecimento das pessoas sobre a dengue, atitudes e práticas em torno da dengue e as características das áreas de estudo. Foram também avaliadas as instalações quanto à presença de larvas, sendo utilizadas para quantificar locais de reprodução de vetor, e contagens de pupa, utilizadas para identificar água produtiva. Os pesquisadores conseguiram identificar sítios mais produtivos de criadouros do vetor e mosquito *Aedes aegypti* na fase adulta em recipientes de água ao ar livre. Áreas peridomiciliares e intradomiciliares eram muito mais importantes para a produção de pupa do que as zonas comerciais, as escolas, igrejas e espaços públicos. Locais com falta de serviços de eliminação de resíduos (lixo) foi associada, com maior abundância do vetor. Pessoas com maior conhecimento sobre a transmissão da dengue foi associada a uma menor reprodução do mosquito pois as mesmas adotam medidas no controle de vetores. Foi constatado durante o estudo que a aplicação de larvicidas reduziu significativamente as contagens de larvas e pupa.

Realizou-se uma avaliação para detectar impactos socioeconômico e ambiental sobre os casos de dengue no município de Campinas-SP. Os impactos detectados foram: armazenamento de água, a frequência de coleta de resíduos sólidos e o tipo de disposição de esgoto. Os resultados sugerem que as precárias condições de moradia e falta de acesso a serviços públicos, maior densidade de estradas e baixos índice de PIB per capita são considerados os fatores de risco relevantes [66].

É necessário uma mudança de paradigma dos gestores em relação ao vetor. O controle do vetor realizados muitas vezes pelos serviços públicos com inseticidas ou nebulização não é o suficiente. Para o controle da dengue ter sucesso é necessária a participação efetiva da comunidade e maior conhecimento das medidas de controle, bem como articulação da política de gestão e líderes religiosos, para, unidos, desenvolver meios efetivos de combate à dengue [65].

2.7- O geoprocessamento no planejamento da saúde

Em tempos modernos, faz-se necessário cada vez mais o uso do geoprocessamento nas pesquisas. O geoprocessamento é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que pode ser utilizado em municípios para conseguir informações globais de

infraestrutura, saúde, educação, saneamento e criminalidade, propiciando a construção e o planejamento de políticas públicas mais efetivas [67]. A utilização dos SIG's nas pesquisas, principalmente nas pesquisas em saúde, possibilita que os pesquisadores adotem novos métodos para o acesso de sua informação espacial. Porém torna-se indispensável a avaliação do pesquisador, visto que não há mecanismo automático para a interpretação dos resultados construídos. As associações entre variáveis epidemiológicas e ambientais dependem do desenho do sistema de geoprocessamento, da escolha da escala e objeto de análise de que derivaram os possíveis resultados estatísticos e visuais [68].

Antes da era da informática, os dados geográficos eram armazenados em mapas e outros documentos impressos em papel, porém foram apresentando algumas limitações, como a impossibilidade de realizar uma análise combinada de mapas originados de diferentes fontes e, para atualização de dados, era necessária uma nova reimpressão. Foi a partir da metade do século XX que os dados geográficos passaram a ser vistos como um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais denominado geoprocessamento, o que permitiu análises mais complexas e variadas dos dados armazenados tanto do território quanto da população [50].

O geoprocessamento tem como base a situação ambiental e como objetivo a geração de informações por meio da inter-relação dos dados ambientais, ou seja, de um conjunto de conceitos, de métodos e de técnicas que possibilitam a geração de análises e de sínteses de dados identificados desenvolvendo informação que auxilia nas decisões quanto aos recursos ambientais [69].

Chiesa et al. [70] afirmam que o geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta de dados que gera informação demográfica e auxilia a identificar as condições de risco no território, sendo utilizado como um instrumento válido que contribui na construção de mapas e auxilia no planejamento, acompanhamento e na avaliação das ações em saúde.

No Brasil, o uso do geoprocessamento na área da saúde teve suas primeiras aplicações por volta da década de 50, objetivando a organização do planejamento urbano e, posteriormente, para avaliação ambiental com o uso de computadores para digitação sistemática de dados. Houve uma expansão geral do uso do geoprocessamento e, na área da saúde, teve como resultado a ampliação do número de usuários desses sistemas no mapeamento digital, também na organização de dados espaciais e produção de mapas específicos [71].

No que se refere à saúde coletiva, é muito importante a observação e avaliação de riscos dos eventos da saúde, sendo indispensável realizar o georreferenciamento, especialmente os eventos associados ao meio ambiente e com o perfil socioeconômico da população. Os dados obtidos são armazenados no Sistema de Informação Geográfica (SIG) e são utilizados para análise das informações dos riscos socioambientais, mapeamento das doenças existentes no território correspondente, constituindo-se em uma importante ferramenta para a identificação, localização, acompanhamento e monitoramento de populações [13].

Por meio de levantamentos de dados de algum assunto relevante ou localização, entre outros, é possível a criação de mapas digitais que são eficazes e pode mostrar a realidade do evento de saúde, auxiliar em pesquisas, no planejamento e controle de áreas legalizadas e clandestinas. Na área da saúde, tem sido utilizado na descrição de endemias, na detecção de pontos de transmissão de doenças, análise da vulnerabilidade social da gravidez em adolescentes, auxiliando na assistência de saúde dentro de um município. Daí o crescente interesse das secretarias de saúde no uso do geoprocessamento, principalmente da área urbana, pois, além do monitoramento de indivíduos doentes, estabelece uma direção para intervenções seletivas, de acordo com as diretrizes propostas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) [72].

A unidade utilizada nos SIG's normalmente é um elemento geométrico associado a uma base de dados proporcionando um resultado correspondente. Muitos trabalhos utilizam como fonte de dados os registros dos vários Sistemas de Informação em Saúde, onde alguns apresentam registros de até vinte anos. O Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) é um sistema que armazena os registros de notificações de doenças, como os casos suspeitos de dengue que são confirmados posteriormente, de todo território nacional [73].

Houve várias tentativas fracassadas de erradicação da dengue no país, devido à complexidade da biologia do vetor *Aedes aegypti* e sua capacidade de adaptação ao ambiente humano dificulta o seu controle, segue persistente causando epidemias de dengue em todo o território nacional [74].

Os métodos utilizados no combate ao mosquito têm apresentado dificuldades técnicas e operacionais para execução de suas atividades, demonstrando resultados insatisfatórios. É indispensável maiores investimentos em metodologias adequadas,

buscando sensibilizar a população sobre a necessidade de mudanças de comportamento que objetivem o controle do vetor [75].

De acordo com Donalísio e Glasser [55], é primordial a realização periódica de atividades de vigilância entomológica, objetivando análise da proporção do impacto das medidas de controle, direcionar as ações prescritas pelos programas de controle de vetores e epidemias, porém esses programas não identificam quais áreas ou bairros da cidade apresentam maior números de casos de dengue.

No Brasil, a maioria dos estudos sobre a distribuição espacial de *Aedes aegypti* compreendem as distribuições dos agravos de saúde, sendo que poucos demonstram a distribuição espacial. Diante desse contexto, podem crescer as pesquisas direcionadas no uso de técnicas de análise espacial, podendo tornar-se um instrumento importante no planejamento de ações voltadas à diminuição da densidade do vetor *Aedes aegypti* [47].

Segundo Souza-Santos e Carvalho [76], os estudos com ênfase em localizações espaciais e uso de SIG, apesar de serem novos na área da saúde, estão se tornando indispensáveis para análise da determinação das doenças. Também possibilitam resgatar o papel da atmosfera socioambiental na produção e reprodução da doença e treinar os serviços de saúde para o controle e a vigilância da doença por meio de análise de produtos, mapas e imagens gerados dos dados georreferenciados e das tecnologias atuais.

Atualmente, uma das maneiras de conhecer com maior precisão as condições de saúde da população é por auxílio de mapas que possibilitam analisar a distribuição espacial de situações de risco e de problemas de saúde; por meio das técnicas de geoprocessamento, é possível a integração de dados demográficos, socioeconômicos e ambientais, promovendo o inter-relacionamento de informações advindas de diversos bancos de dados que resultaram em informações que contribuiriam para a melhoria das gestões públicas [77].

Segundo Flauzino et al. [78], a dengue é uma doença muito complexa, pois está intimamente relacionada aos fatores ambientais, bem como às características do indivíduo. Os estudos que utilizam variáveis espaciais associadas a variáveis ambientais locais permitem uma análise mais completa da doença, resultando em ferramentas para tomadas de decisões dos gestores no combate à doença.

Utilizaram-se modelos matemáticos na correlação de fatores ambientais com a incidência de dengue no município de Fernandópolis-SP. De acordo com os

resultados obtidos, a incidência de dengue acima de 100 casos por 100.000 habitantes no município deve ocorrer se, no penúltimo mês ao período de ocorrência, apresentar 19 dias de frequência de chuvas e, também, os bairros com densidades demográficas abaixo de 1.000 habitantes por quilômetro quadrado com um máximo de 42% de área livre de construção são locais com maior suscetibilidade de incidência de dengue, sendo estimados aproximadamente 50 casos por 1.000 habitantes. Recomenda-se, para este município, que os bairros sejam construídos com mínimo de 58% de área livre e com densidades demográficas de 3.500 habitantes por quilômetro quadrado [79].

Os estudos de incidência de dengue com uso do geoprocessamento auxiliam nos métodos de planejamento e prevenção da doença nas áreas que foram analisadas, sendo ferramenta indispensável para os gestores de saúde pública, no controle da dengue [78].

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Localização

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Camilo Castelo Branco, Campus de Fernandópolis - SP, entre outubro de 2015 a abril de 2016.

3.2- Amostragem

Para realizar a correlação entre fatores socioambientais e os casos de dengue, inicialmente foi selecionada uma amostra de 7% do total de municípios do estado de São Paulo (45 municípios) com estação climatológica, divididos nos extratos populacionais: 0 a 20.000, 20.001 a 50.000, 50.001 a 100.000, 100.001 a 500.000 e acima de 500.001 habitantes, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Municípios do estado de São Paulo que constituem a amostra.

Extrato (em habitantes)	Municípios amostrados
0 - 20.000	1. Paulo de Faria, 2. Auriflama, 3. Tupi Paulista, 4. Santa Salete, 5. Estrela D' Oeste, 6. Pardinho, 7. Ipaussu, 8. São Lourenço da Serra, 9. Paranapanema, 10. Borborema
20.001 - 50.000	1. Ilha Solteira, 2. Ilha Bela, 3. Jales, 4. Santa Fé do Sul, 5. Cândido Mota, 6. Mirandópolis, 7. Adamantina, 8. Guaira, 9. Monte Aprazível, 10. Dracena
50.001 - 100.000	1. Mirassol, 2. Itatiba, 3. Fernandópolis, 4. Nova Odessa, 5. Ubatuba, 6. Amparo, 7. Registro, 8. São Sebastião, 9. São José do Rio Pardo, 10. Votuporanga
100.001 - 500.000	1. Sumaré, 2. Jundiaí, 3. Limeira, 4. São Carlos, 5. Araçatuba, 6. São José do Rio Preto, 7. Catanduva, 8. Marília, 9. Santos, 10. Assis
> 500.000	1. São Paulo, 2. Guarulhos, 3. Campinas, 4. Ribeirão Preto, 5. Sorocaba

O critério de inclusão da pesquisa foi que todos os municípios possuíssem estação climatológica para o levantamento de dados das variáveis climáticas com dados dos anos de 2012 a 2014, sendo excluídos aqueles municípios que não possuíam estação climatológica ou aqueles que tinham estação climatológica, mas ausência de dados do período desejado. Além disso, os municípios deveriam apresentar o número de habitantes compatível com o extrato populacional adotado para a pesquisa.

3.3- Variáveis socioambientais

A avaliação da correlação foi realizada por meio de análise de correlação cruzada entre os casos positivos de dengue (variável dependente) em função dos fatores socioambientais (variáveis independentes).

Os fatores socioambientais foram avaliados pelas seguintes variáveis: densidade demográfica - Dd (hab km^{-2}), densidade demográfica urbana - Ddu (hab km^{-2}), produto interno bruto per capita - PIBc ($\text{R\$ hab}^{-1} \text{mês}^{-1}$), índice de pobreza - IP, índice de desenvolvimento humano - IDH, temperatura média mensal - T ($^{\circ}\text{C}$), precipitação mensal - P (mm) e frequência mensal de precipitação - FC (precipitações m^{-1}), como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2: Base de dados de origem e data das variáveis socioambientais avaliadas.

Variável	Ano do dado	Base de dados
Densidade demográfica, densidade demográfica urbana, índice de pobreza e índice de desenvolvimento humano	2010	IBGE (2016) e IBGE (2010)
Produto interno bruto per capita	2011	SEADE (2016)
Temperatura média mensal, precipitação mensal e frequência mensal de chuvas	2012, 2013 e 2014	CIIAGRO (2016)

Os valores dos índices de pobreza e de desenvolvimento humano foram retirados diretamente do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016) [80]. A densidade demográfica foi determinada pelo quociente entre a população total do município e o respectivo perímetro municipal, enquanto a densidade demográfica urbana foi calculada pelo quociente entre a população urbana e a respectiva área urbanizada. As populações totais e urbanas foram obtidas do banco de dados do IBGE (2010) [81], enquanto os perímetros totais e urbanizados foram obtidos do mapa estatístico do IBGE (2010) [81]. O produto interno bruto per capita foi obtido pelo quociente entre o produto interno bruto municipal e a população total, sendo que o dado do produto interno bruto municipal foi obtido do banco de dados do Fundação Sistema Estadual de Análise de dados - SEADE (2016) [82]. Os dados climáticos mensais dos anos de 2012 a 2014 foram obtidos do banco de dados do Centro Integrado de Informação Agrometeorológicas - CIIAGRO (2016) [83].

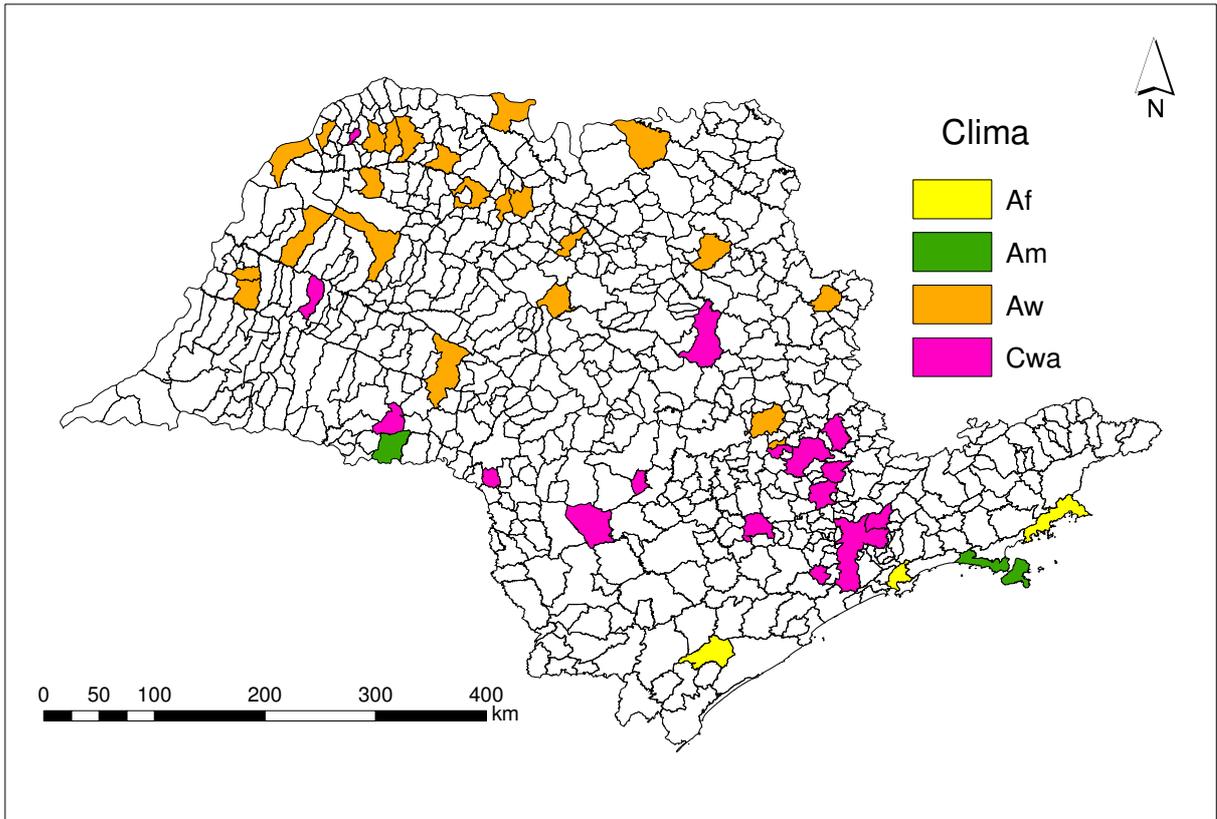
3.4- Casos positivos de dengue

Os dados dos casos positivos de dengue foram obtidos de duas formas: casos positivos médios mensais e anuais. Inicialmente realizaram-se os cálculos das médias mensais com dados de 2012, 2013 e 2014, para todos os meses do ano para cada município avaliado. Em seguida, realizou-se a soma das médias mensais para a obtenção da média anual, para cada município avaliado. Em seguida, os dados médios mensais e anuais foram divididos pela população urbana, afim de obter os casos positivos médios de dengue expressos em casos por 100.000 habitantes, ou seja, em casos $(10^5 \text{ hab})^{-1}$. Os casos brutos de dengue, dos anos de 2012 a 2014, foram obtidos do banco de dados do Centro de Vigilância Epidemiológica - CVE (2016) [84].

3.5- Análise de correlação e de regressão das variáveis

A correlação entre os casos médios anuais de dengue e variáveis socioeconômicas (densidade demográfica, densidade demográfica urbana, produto interno bruto per capita, índice de pobreza, índice de desenvolvimento humano) foi avaliada pela correlação de Pearson. Para as correlações significativas ($p < 0,05$), a análise prosseguiu com a análise de regressão linear múltipla entre variável dependente e independentes.

Com as variáveis climáticas (temperatura média mensal, precipitação média mensal e frequência média mensal de precipitação), foi realizada uma correlação cruzada com os casos médios mensais, em Lag's (anacronismos) variando de 1 a 12 meses. Para essa avaliação, foram calculadas as médias das variáveis climáticas, separadas por tipo de clima, segundo a classificação de Koppen [85], demonstrado na Figura 1.



Clima	Características	Municípios
Clima tropical húmido (Af)	Tmín $\geq 18^{\circ}\text{C}$ Tmáx $\geq 22^{\circ}\text{C}$ Pms ≥ 60 mm Sem estação seca	1. Ubatuba, 2.Registro, 3. Santos
Clima de monção (Am)	Tmín $\geq 18^{\circ}\text{C}$ Tmáx $\geq 22^{\circ}\text{C}$ Pms < 60 mm $P \geq 2500 - 27,27$ Pms Inverno seco	1. Ilha Bela, 2. Candido Mota, 3. São Sebastião
Clima tropical com estação seca inverno (Aw)	Tmín $\geq 18^{\circ}\text{C}$ Tmáx $\geq 22^{\circ}\text{C}$ Pms < 60 mm $P < 2500 - 27,27$ Pms Inverno seco	1. Paulo de Faria, 2. Auriflama, 3. Tupi Paulista, 4. Estrela d' Oeste, 5. Borborema, 6. Ilha Solteira, 7. Jales, 8. Santa Fé do Sul, 9. Mirandópolis, 10. Guaíra, 11. Monte Aprazível, 12. Dracena, 13. Mirassol, 14. Fernandópolis, 15. Nova Odessa, 16. São José do Rio Pardo, 17. Votuporanga, 18. Limeira, 19. Araçatuba, 20. São José do Rio Preto, 21. Catanduva, 22. Marília, 23. Ribeirão Preto
Clima temperado húmido com inverno seco e verão quente (Cwa)	Tmín $< 18^{\circ}\text{C}$ Tmáx $\geq 22^{\circ}\text{C}$ Pms < 30 mm Inverno seco	1. Santa Salete, 2. Pardinho, 3. Ipaussu, 4. São Lourenço da Serra, 5. Paranapanema, 6. Adamantina, 7. Itatiba, 8. Amparo, 9. Sumaré, 10. Jundiaí, 11. São Carlos, 12. Assis, 13. São Paulo, 14. Guarulhos, 15. Campinas, 16. Sorocaba

OBS: Tmín (temperatura média mínima do mês mais frio); Tmáx (temperatura média máxima do mês mais quente); Pms (precipitação total do mês mais seco)

Figura 1: Detalhe da distribuição dos municípios selecionados dentro de cada tipo climático.

Fonte: <http://www.cpa.unicamp.br/index.html>

Em seguida, para os casos em que a correlação foi significativa ($p < 0,05$) a análise prosseguiu com a análise de regressão linear múltipla entre variável dependente e independentes. A intensidade das correlações entre variáveis foi avaliada, utilizando a classificação de Hopkins (2000) [86], demonstrada na Tabela 3.

Tabela 3: Classificação das correlações de acordo com o coeficiente de correlação.

Coeficiente de Correlação (r^2)	Correlação
0,0-0,1	Muito baixa
0,1-0,3	Baixa
0,3-0,5	Moderada
0,5-0,7	Alta
0,7-0,9	Muito alta
0,9-1,0	Quase perfeita

Fonte: <http://www.sportsci.org/resource/stats/>. 2000

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Fatores socioambientais

De acordo com os fatores socioambientais, a análise de correlação cruzada (Tabela 4), os casos positivos de dengue apresentaram correlação significativa com a densidade demográfica urbana para os extratos populacionais 01 e 02, e com o produto interno bruto per capita para os extratos populacionais 01, 02 e no geral dos municípios.

Tabela 4: Resultado da análise de correlação entre os casos de dengue e os fatores socioambientais.

Extratos	Dd	Ddu	PIBc	IP	IDH
01	-0.174	0.809**	0.725*	-0.271	0.262
02	0.018	-0.748*	0.872**	0.193	-0.148
03	-0.263	0.067	-0.272	0.533	-0.243
04	0.489	0.610	-0.350	-0.203	0.018
05	-0.504	-0.506	-0.021	-0.576	0.343
Geral	-0.025	-0.127	0.422**	-0.089	0.048

**Significativo a 1%; * Significativo a 5%; Dd (densidade demográfica); Ddu (densidade demográfica da área urbana); PIBc (produto interno bruto per capita mensal); IP (índice de pobreza); IDH (índice de desenvolvimento humano).

Com a variável densidade demográfica urbana, a correlação foi positiva para o extrato 01, indicando que o aumento nos casos positivos é proporcional à densidade demográfica urbana, e negativa para o extrato 02, mostrando decréscimo dos casos positivos com o aumento da densidade demográfica urbana. Como demonstraram os resultados obtidos por Teixeira e Medronho [87], existe maior incidência da dengue em áreas caracterizadas pela crescente urbanização. Entretanto Santos [68], não acredita que a urbanização foi a causa das muitas dificuldades que os países subdesenvolvidos tiveram para enfrentar as questões de saúde. Gubler [5], afirma que o crescimento urbano exagerado nos últimos 40 anos favoreceu as condições ecológicas ideais para *Aedes aegypti* aumentar, que associado com uma maior concentração populacional em áreas tropicais, propiciou ambiente favorável à transmissão de dengue.

A outra variável significativa foi o PIBc (produto interno bruto per capita mensal), em que a correlação foi positiva para os extratos 01 e 02 e no geral, indicando que o aumento nos casos positivos é proporcional ao PIBc. Diferindo dos resultados obtidos por Araujo et al. [88], que observaram que a relação entre incidência e rendimento per capita foi diferente entre os bairros com médias acima e abaixo de três salários, registrando variadas taxas de incidência de dengue nos bairros acima de três salários. Ainda de acordo com os autores, os bairros de rendas menores não demonstraram relação com aumento da incidência de casos de dengue e a variável renda per capita, demonstrando a heterogeneidade na transmissão da doença em Manaus.

O modelo de resposta múltipla dos casos de dengue em função da densidade demográfica urbana e do PIB per capita no extrato populacional 01 foi significativo ($P < 0,01$), demonstrando um aumento nos casos positivos com essas variáveis (Figura 2).

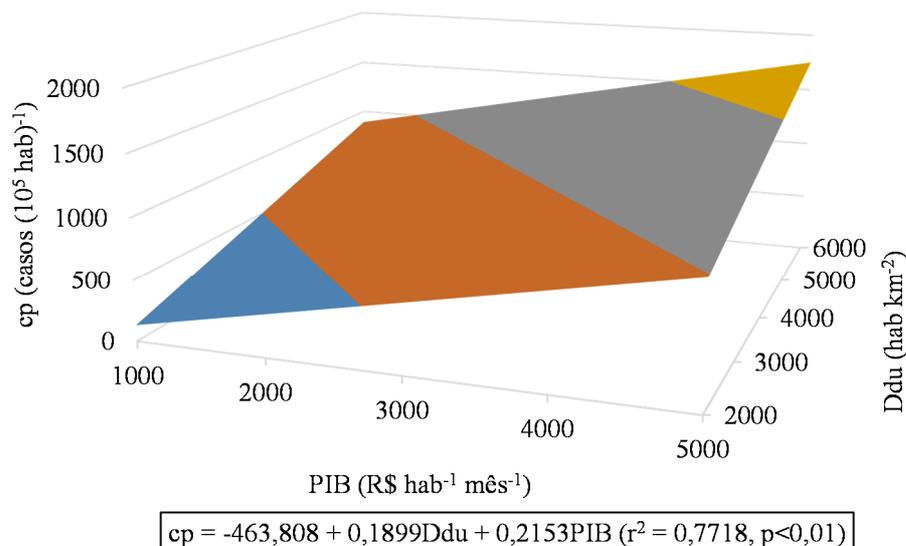


Figura 2: Superfície de resposta dos casos positivos de dengue (cp) em função da densidade demográfica da área urbana (Ddu) e do produto interno bruto per capita (PIB) para o extrato populacional 01.

Considerando o modelo obtido e mantendo-se a média do PIB per capita para este extrato populacional (R\$ 1.949,08 $\text{hab}^{-1} \text{ mês}^{-1}$), o limiar de densidade demográfica urbana para manter os casos positivos abaixo do limite de epidemia, é de 760 hab km^{-2} . Considerando a densidade demográfica média atual de 1.904 hab km^{-2} , observou-se que o valor ainda está bem acima do considerado ideal. Os dados de Barbosa et al. [74], corroboram com os resultados desta pesquisa, os autores observaram que no estado de São Paulo em 2007, os municípios com população

maior que 50.000 habitantes tiveram maiores chances de ocorrência de dengue (de 1.9 a 7.9 vezes maior) quando comparadas às dos municípios menores. Também nos resultados obtidos por Vargas et al. [89], utilizando a análise de estimativa da densidade Kernel, foi observado que as regiões que estavam em maior risco de dengue foram aquelas que se localizavam nas Unidades de Vigilância Local (UVLS), próximas às grandes rodovias, onde densidades populacionais eram maiores.

O modelo de resposta múltipla dos casos de dengue em função da densidade demográfica urbana e do PIB per capita no extrato populacional 02 foi significativo ($P < 0,01$), demonstrando um aumento nos casos positivos com essas variáveis (Figura 3).

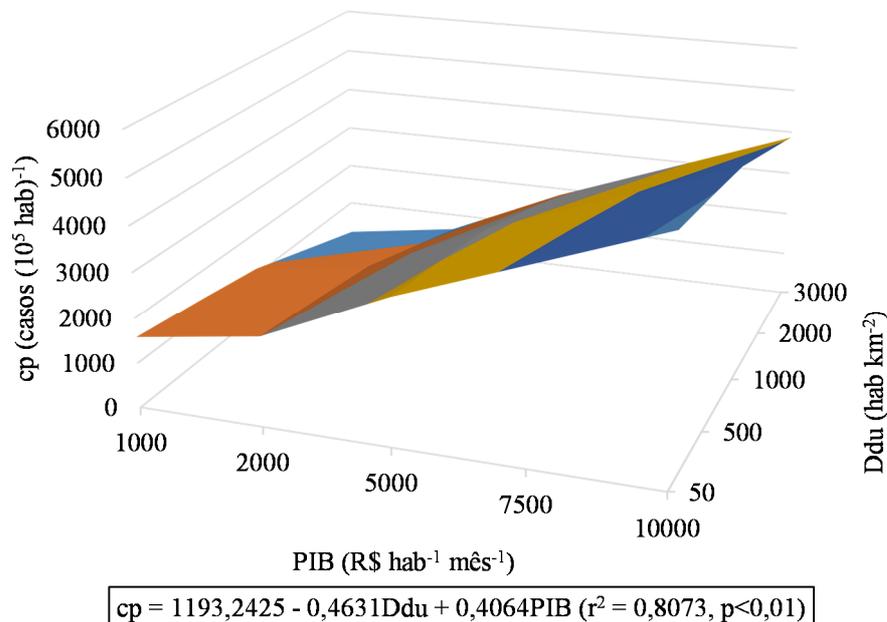


Figura 3: Superfície de resposta dos casos positivos de dengue (cp) em função da densidade demográfica da área urbana (Ddu) e do produto interno bruto per capita (PIB) para o extrato populacional 02.

Considerando o modelo obtido e mantendo-se a média do PIB per capita para este extrato populacional ($R\$ 2.811,17 \text{ hab}^{-1} \text{ mês}^{-1}$), o limiar de densidade demográfica é de $4.161 \text{ hab km}^{-2}$. Considerando a densidade demográfica média atual de $2.053 \text{ hab km}^{-2}$, observa-se que ainda é baixo em relação ao limiar para a não ocorrência de epidemias. De acordo com as pesquisas de Johansen [90], o aumento de 1% da proporção de domicílios com renda per capita até 3 salários mínimos pode proporcionar incrementos de até 71 vezes a taxa de incidência de dengue.

O modelo de resposta dos casos positivos de dengue (cp) em função do produto interno bruto per capita (PIB) no geral dos municípios (Figura 4).

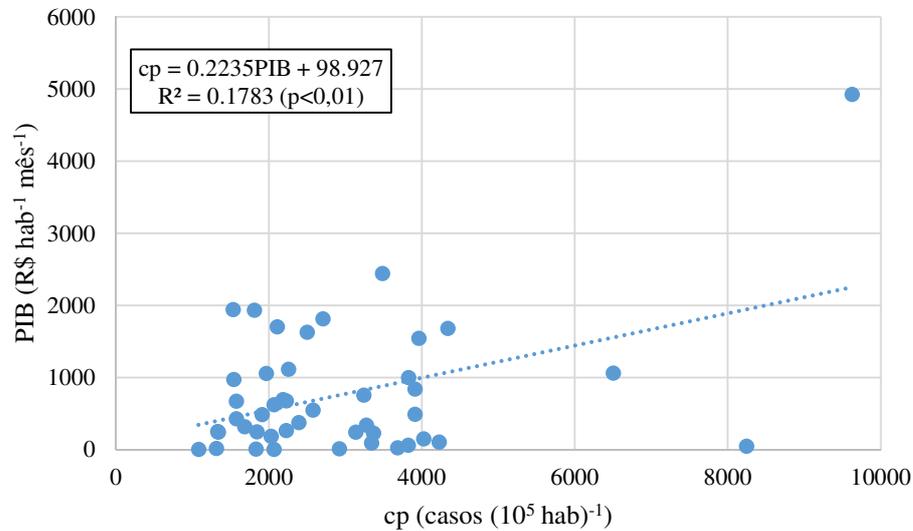


Figura 4: Resposta dos casos positivos de dengue (cp) em função do produto interno bruto per capita (PIB) no geral dos municípios.

Considerando o modelo obtido acompanhado dos erros padrões das constantes “ $cp=(0,2235\pm 0,0732) PIBc+98,927\pm 248,423$ ” e mantendo-se a média do PIB per capita para todos os municípios amostrados (R\$ 2.946,00 $hab^{-1} mês^{-1}$), esperam-se epidemias de dengue variando de 293 a 1.221 casos ($10^5 hab^{-1}$). A associação entre os aspectos ambientais e a urbanização corporativa que impera nos países não desenvolvidos, demanda um novo enfoque sobre os problemas de saúde-doença da população urbana[91].

4.2- Clima

Na Tabela 5, verifica-se que os casos positivos de dengue para todos os climas avaliados tiveram correlações, variando de alta a muito alta com a temperatura média mensal de 2 meses anteriores, com a precipitação total mensal de 2 meses anteriores para o clima Af e 3 meses anteriores para os climas Am, Aw e Cwa. Com a frequência de precipitações mensais, as correlações variaram de moderada a muito alta para 3 meses anteriores nos climas Af, Am e Cwa e 2 meses anteriores no clima Aw. Com relação à temperatura, esses resultados discordam de Moore [92], as análises de *Aedes aegypti* em relação a dados climáticos demonstraram que a variável temperatura não influenciou na abundância larval. Entretanto, para as variáveis

relacionadas com a precipitação, os resultados corroboraram com o autor, que observou que volume e o número de dias com chuva podem levar ao aumento larval.

Em estudo realizado no Rio de Janeiro, Brasil, em 2006, com o objetivo de analisar a distribuição espacial da incidência da dengue e as associações entre a incidência por 100.000 habitantes e variáveis socioambientais, verificou-se que o modelo linear identificou uma associação direta entre incidência de dengue e precipitação durante os quatro primeiros meses do ano [87]. De acordo com Gonçalves Neto e Rebêlo [33], as chuvas influenciam o período de ocorrência da doença, aumentando consideravelmente a quantidade de criadouros disponíveis e condições ambientais mais apropriadas para o desenvolvimento do vetor, fato este, que pode explicar os resultados obtidos neste trabalho.

Tabela 5: Resultado da correlação cruzada com Lag's variando de 0 a 12 meses, nos 4 climas dos municípios avaliados no Estado de São Paulo.

Clima	T		P		FC	
	Lag	R	Lag	R	Lag	R
Af	2	0,736	2	0,689	3	0,446
Am	2	0,625	3	0,614	3	0,563
Aw	2	0,630	3	0,706	2	0,755
Cwa	2	0,670	3	0,727	3	0,716

OBS: T (temperatura média mensal); P (precipitação total mensal); FC (frequência de precipitações mensais).

A Tabela 6 está apresentado os modelos de reposta dos casos positivos de dengue em função da temperatura média mensal, precipitação total mensal e frequência mensal de precipitação.

Tabela 6: Resposta dos casos positivos de dengue em função da temperatura média mensal, precipitação total mensal e frequência mensal de precipitação.

Clima	Equação
Af	$cp = -908,3242 + 21,596T_2 + 1,2641P_2 + 23,0333FC_3$ ($r^2=0,6567$, $p = 0,029$)
Am	$cp = -1442,8784 + 51,5344T_2 + 1,8153P_3 + 14,4703FC_3$ ($r^2=0,5735$, $p = 0,066$)
Aw	$cp = -250,1477 + 8,7484T_2 + 1,1505P_3 + 2,4036FC_2$ ($r^2=0,8002$, $p < 0,01$)
Cwa	$cp = -118,8523 + 4,5649T_2 + 0,6366P_3 + -1,1647FC_3$ ($r^2=0,7541$, $p < 0,01$)

OBS: T_2 (temperatura média mensal com Lag 2, em °C); P_2 (precipitação total mensal com Lag 2, em mm); P_3 (precipitação total mensal com Lag 3, em mm); FC_2 (frequência mensal de precipitação com Lag 2, em precipitações mês⁻¹); FC_3 (frequência mensal de precipitação com Lag 3, em precipitações mês⁻¹).

Observa-se que o modelo de resposta obtido para o clima Af foi significativo ($p < 0,05$), o pico de casos positivos de dengue é esperado para o mês de abril (Figura 5a).

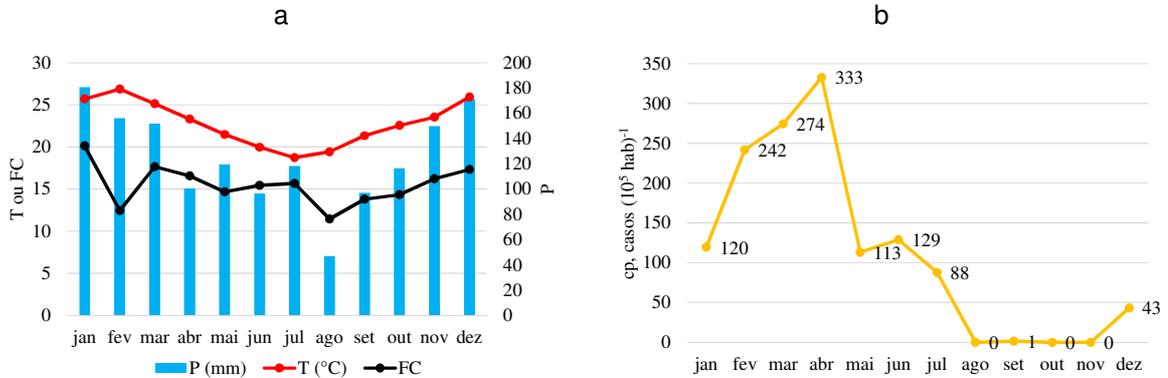


Figura 5: Variação das médias de 2012 a 2014 de precipitação total mensal - P, temperatura média mensal - T e frequência mensal de precipitação - FC (a) e variação da média de 2012 a 2014 dos casos positivos de dengue, nos municípios do clima Af.

Considerando as médias das variáveis climáticas e dos casos positivos de dengue de 2012 a 2014 (Figura 5b), espera-se para abril 333 casos (10^5 hab^{-1}), em resposta à temperatura média mensal de 26,9°C e precipitação total mensal de 156 mm de 2 meses anteriores (fevereiro) e uma frequência mensal de precipitação de 20,1 precipitações mês^{-1} de 3 meses anteriores (janeiro). Os resultados de Patz et al. [93] corroboram com os resultados, em que o aumento da temperatura pode favorecer o crescimento de casos de dengue devido ao aumento da taxa de desenvolvimento do mosquito e diminuição do tempo de incubação do vírus, contribuindo para a potencialização da transmissão da doença. Honório et al. [4] preconizam que a temperatura média mensal acima de 22-24°C está intimamente associada com o crescente número do *Aedes aegyptie*, por consequência, maior risco de transmissão da doença. Os resultados apresentados por Farnesi et al. [36], sobre o desenvolvimento embrionário do *Aedes aegypti* sob a influência de variação da temperatura, demonstrou que a viabilidade dos ovos entre 16-31°C foi superior a 80% e entre 22-28°C foi superior a 90%.

No clima Am, observou-se que o modelo de resposta foi significativo ao nível de 7% ($p=0,066$), o pico de casos positivos de dengue é também esperado para o mês de abril (Figura 6a).

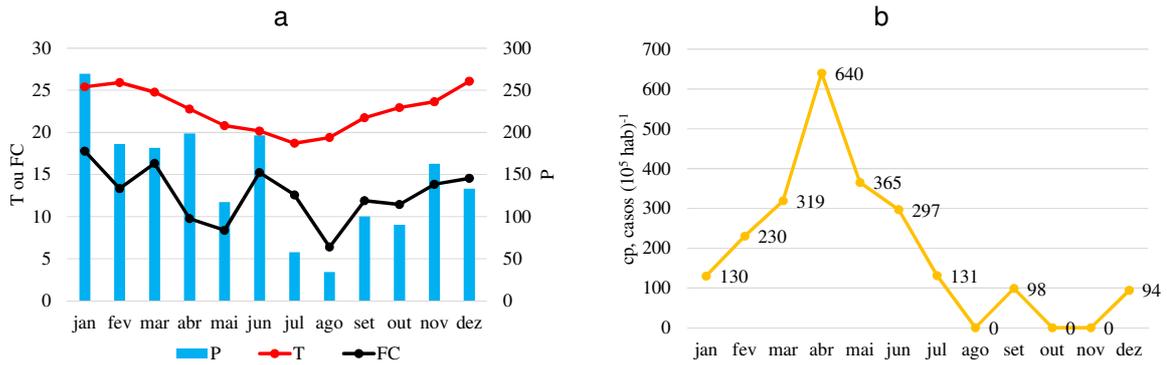


Figura 6: Variação das médias de 2012 a 2014 de precipitação total mensal - P, temperatura média mensal - T e frequência mensal de precipitação - FC (a) e variação da média de 2012 a 2014 dos casos positivos de dengue, nos municípios do clima Am.

Levando em consideração as médias das variáveis climáticas e dos casos positivos de dengue de 2012 a 2014 (Figura 6b), espera-se para abril 640 casos (10⁵ hab)⁻¹, em resposta à temperatura média mensal de 25,9°C de 2 meses anteriores (fevereiro) e a precipitação total mensal de 269,7 mm e frequência mensal de precipitação de 17,8 precipitações mês⁻¹ de 3 meses anteriores (janeiro). Em São Luiz a variação na casuística foi maior no período chuvoso, registrando-se 3,20% dos casos em janeiro e 24,40%, em março. Diminuindo na estação de estiagem, variando de 0,70% (dezembro) para 7,00% (julho) [33]. Monteiro et al. [94], em Terezina-Piauí também observaram maior incidência de casos no primeiro semestre de cada ano, coincidindo com o período chuvoso, apresentando maior incidência nos meses de março a maio, para os anos de 2002 e 2003 e entre junho e agosto nos anos de 2005 e 2006.

Observa-se que o modelo de resposta obtido para o clima Aw foi significativo ($p < 0,01$), e o pico de casos positivos de dengue é esperado para o mês de abril (Figura 7a).

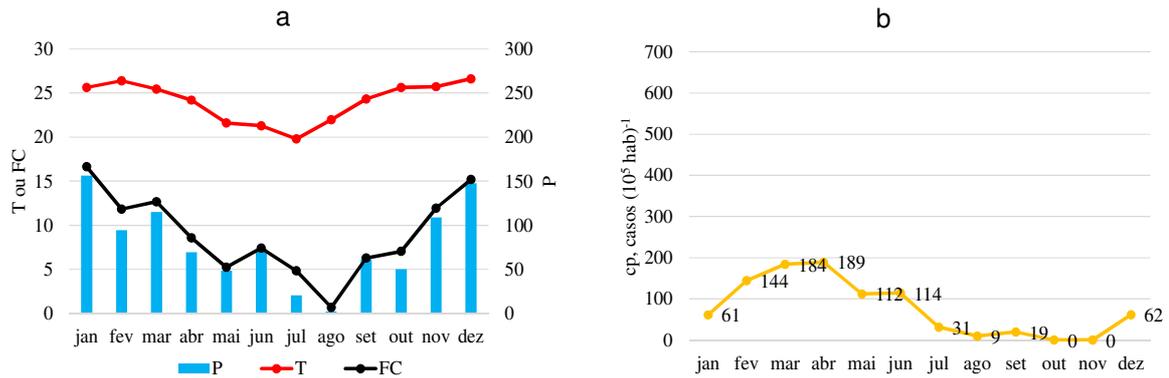


Figura 7: Variação das médias de 2012 a 2014 de precipitação total mensal - P, temperatura média mensal - T e frequência mensal de precipitação - FC (a) e variação da média de 2012 a 2014 dos casos positivos de dengue, nos municípios do clima Aw.

Analisando as médias das variáveis climáticas e dos casos positivos de dengue de 2012 a 2014 (Figura 7b), espera-se para abril 189 casos (10^5 hab^{-1}), em resposta a temperatura média mensal de $26,4^\circ\text{C}$ e uma frequência mensal de precipitação de $11,8$ precipitações mês^{-1} de 2 meses anteriores (fevereiro), e precipitação total mensal de $156,4$ mm de 3 meses anteriores (janeiro). No estado de Goiás a doença foi maior nos quatro primeiros meses de cada ano estudado, período intenso de precipitação, diminuindo, nos meses de junho a setembro, época de poucas chuvas. Os casos de dengue mostraram-se contínuos e crescentes nos meses de janeiro a março de cada ano, declinando nos meses de abril e maio, quando ocorreu a interrupção na maioria dos municípios [76].

Observa-se que o modelo de resposta obtido para o clima Cwa foi significativo ($p < 0,01$), o pico de casos positivos de dengue é esperado para o mês de abril (Figura 8a).

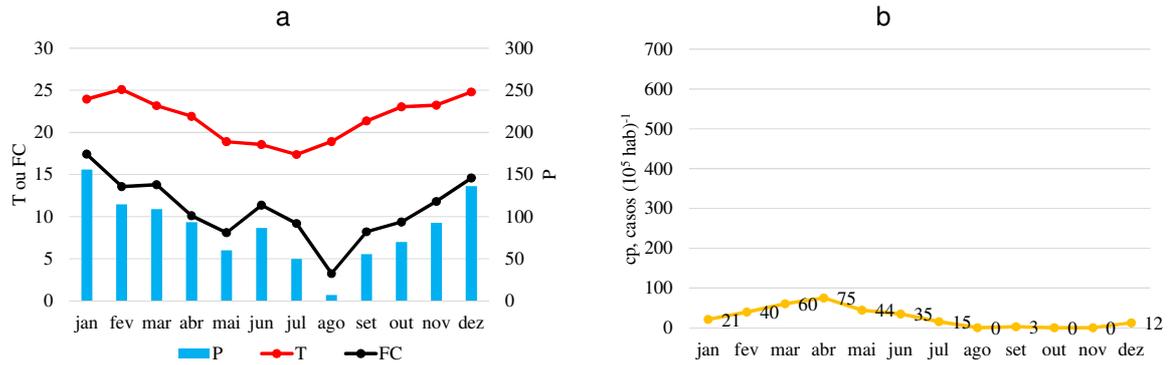


Figura 8: Variação das médias de 2012 a 2014 de precipitação total mensal - P, temperatura média mensal - T e frequência mensal de precipitação - FC (a) e variação da média de 2012 a 2014 dos casos positivos de dengue, nos municípios do clima Cwa.

Analisando as médias das variáveis climáticas e dos casos positivos de dengue de 2012 a 2014 (Figura 8b), espera-se para abril 75 casos $(10^5 \text{ hab})^{-1}$, em resposta à temperatura média mensal de $25,1^\circ\text{C}$ de 2 meses anteriores (fevereiro), e precipitação total mensal de 155,9 mm e frequência mensal de precipitação de 17,4 precipitações mês^{-1} de 3 meses anteriores (janeiro). Viana e Ignotti [95], ressaltam que o agravamento dos casos de dengue está associado à elevação dos índices de precipitação e as variações de temperatura que ocorrem no primeiro semestre do ano no Brasil, o que contribuiu para o aumento dos casos da dengue.

Nardi et al. [13] corroboram com este estudo reforçando a ideia de que o geoprocessamento possibilita realizar análise da distribuição espacial dos casos de alguma doença estabelecida em determinado município, favorecendo os estudos sobre a transmissão nas regiões e nas áreas de envolvimento, proporcionando acesso rápido às informações para realizar o controle dos casos, facilitando o trabalho dos profissionais da saúde no tratamento direcionado, distribuição de medicamentos e ações de educação permanente e continuada.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados deste trabalho e a metodologia utilizada, pôde-se concluir que os casos positivos de dengue se correlacionaram com os seguintes fatores socioambientais:

A densidade demográfica urbana apresentou correlação positiva com os casos de dengue nos municípios com população entre 0 e 20.000 habitantes e negativa nos municípios com população entre 20.0001 e 50.000 habitantes.

O produto interno bruto per capita apresentou correlação positiva com os casos de dengue nos municípios com população entre 0 e 50.000 habitantes e no geral dos municípios do Estado de São Paulo.

No produto interno bruto per capita médio, esperam-se epidemias de dengue em densidades demográficas urbanas acima de 760 hab km⁻² nos municípios com população de até 20.000 habitantes e as epidemias são esperadas em densidades demográficas urbanas abaixo de 4.161 hab km⁻² nos municípios com população entre 20.0001 e 50.000 habitantes. Mantendo-se a média do produto interno bruto per capita para todos os municípios amostrados de (R\$ 2.946,00 hab⁻¹ mês⁻¹), esperam-se epidemias de dengue variando de 293 a 1.221 casos por 100.000 habitantes.

A temperatura média mensal, em todos os climas avaliados, apresentou correlação positiva com os casos de dengue após 2 meses de anacronismo.

A precipitação média mensal se correlacionou com os casos de dengue após 2 meses de anacronismo para o clima Af e após 3 meses de anacronismo para os climas Am, Aw e Cwa.

A frequência média mensal de precipitações se correlacionou com os casos de dengue após 2 meses de anacronismo para o clima Aw e após 3 meses de anacronismo para os climas Af, Am e Cwa.

De acordo com os modelos matemáticos obtidos e as médias das variáveis climáticas nos climas avaliados, o pico de casos de dengue em todos os climas ocorre em abril, variando de 75 a 640 casos por 100.000 habitantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Suaya JA, Shepard DS, Siqueira JB, Martelli CT, Lum LC, Tan LH, Kongsin S, Jiamton S, Garrido F, Montoya R, Armien B, Huy R, Castillo L, Caram M, Sah BK, Sughayyar R, Tyo KR, Halstead SB. Cost of dengue cases in eight countries in the Americas and Asia: a prospective study. *Am J Trop Med Hyg.* 2009; 80(5):846-55. PMID:19407136.
2. World Health Organization. Dengue in Africa: emergence of DENV-3. *Wkly Epidemiol Rec.* 2008; 84: 85–88.
3. Nathan MB, Dayal-Drager R. Recent epidemiological trends, the global strategy and public health advances in dengue. Report of the Scientific Working Group meeting on Dengue. 2006; 30-34.
4. Honório NA, Codeço CT, Alves FC, Magalhães MA, Oliveira RL. Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two type of traps. *J Med Entomol.* 2009; 46(5):1001-14.
5. Gubler DJ. The economic burden of dengue. *Am J Trop Med Hyg.* 2012; 86(5):743–744.
6. Brasil. Portal Brasil. Saiba mais informações sobre a vacina contra a dengue. Portal Brasil com informações da Anvisa. Brasília: Ministério da Saúde; 2016. <http://www.brasil.gov.br/saude/2016/01/saiba-mais-informacoes-sobre-a-vacina-da-dengue-1> (Acesso em 10 set 2016).
7. World Health Organization. Dengue and dengue hemorrhagic fever. Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control [Internet]. Geneva: World Health Organization; 1997. Disponível em: <http://www.who.int/inf-fs/en/fact117.html> (Acesso em: 24 maio 2016).
8. Naing C, Ren W, Man Cy, Fern KP, Qiqi Cn, Ning C, Ee Cw. Awareness of dengue and practice of dengue control among the semi-urban community: a cross sectional survey. *J Community Health.* 2011;36 (6):1044–9.
9. Sutherst RW. Global change and human vulnerability to vector-borne diseases. *Clin Microbiol Ver.*2004; 17(1): 136-73.
10. Brasil. Boletim Epidemiológico. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 5, 2016. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2016. <http://www.combateaedes.saude.gov.br/images/sala-de-situacao/2016-008-Dengue-SE8.pdf>(Acesso em 24 maio 2016).

11. Morin CW, Comrie AC, Ernst K. Climate and Dengue Transmission: Evidence and Implications. *Environ. Health Perspect.* 2013; 121(11-12):1264-72. doi: 10.1289/ehp.1306556.
12. Earnest A, Tan SB, Wilder-Smith A. Meteorological factors and El Nino Southern Oscillation are independently associated with dengue infections. *Epidemiol infect.* 2012;140(7):1244-51. doi: 10.1017/S095026881100183X.
13. Nardi SMT, Paschoal JAA, Pedro HSP, Paschoal VD, Sichieri EP. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. *Rev Inst Adolfo Lutz.* 2013; 72 (3):185-91.
14. Farrar J, Focks D, Gubler D, Barrera R, Guzman MG, Simmons C, Kalayanarooj S, Lum L, McCall PJ, Lloyd L, Horstick O, Dayal-Drager R, Nathan MB, Kroeger A. Towards global dengue research agenda. *Trop Med Int Health.* 2007;12(6):695-9.
15. Horstick O, Runge-Ranzinger S, Nathan MB, Kroeger A. Dengue vector control services: how do they work? A systematic literature review and country case studies. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2010; 104(6):379-86. doi: 10.1016/j.trstmh.2009.07.027.
16. Dye C. The analysis of parasite transmission by blood sucking insects. *Annu. Rev. Entomol.*1992; 37:1-19.
17. Martinez-Torres ME. Dengue hemorrágico em crianças: editorial. Havana: José Martí. 1990; 180.
18. Rodhain F, Rosen L. Mosquito vectors and dengue virus-vector relationships. In: Gubler, DJ, Kuno, G. (eds.) *Dengue and dengue hemorrhagic fever.* New York: CAB International; 1997. 45-60.
19. Donalisio MR de C. O enfrentamento de epidemias: as estratégias e perspectivas do controle do dengue [Tese de Doutorado]. Campinas: UNICAMP; 1995.
20. Kouri GP, Guzmán MG, Valdés L, Rosário D, Vazquez S, Laferté J, Delgado J, Cabrera M. Remergence of dengue in Cuba: a 1997 epidemic in Santiago de Cuba. *Emerg Infect Dis.* 1998; 4 (1): 89-92.
21. Meira R. ‘Urucubaca’ Gripe ou dengue? *Dengue. In: Clínica Médica. Gráfica. O Estado de São Paulo.* 1916; 273-85.
22. Silva Junior JB, Siqueira Jr JB, Coelho GE, Simplício ACR, Pimenta Jr FG, Bezerra HSS. Dengue no Brasil: histórico, situação atual e perspectivas. *Ciência e Ambiente.* 2002; 25(25):107 115.
23. Osanai CH, Travassos da Rosa AP, Tang AT, do Amaral RS, Passos AD, Tauil PL. Surto de dengue em Boa Vista, Roraima Nota previa. *Rev Inst Med Trop.*1983; 25(1): 53-4.

24. Nogueira RMR, Miagostovich MP, Filipis AMP, Pereira MAS, Schatzmayr HG. Dengue virus type 2 in Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 2001; 96: 925-926.
25. Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, Drake JM, Brownstein JS, Hoen AG, Sankoh O, MF Myers, George DB, Jaenisch T, Wint WGR, Simmons CP, Scott TW, Farrar JJ, Hay SI. The global distribution and burden of dengue. *Nature*. 2013; 496(7446):504-7. doi: 10.1038/nature12060.
26. Brady OJ, Gething PW, Bhatt S, Messina JP, Brownstein JS, Hoen AG, Moyes CL, Farlow AW, Scott TW, Hay SI. Refining the Global Spatial Limits of Dengue Virus Transmission by Evidence-Based Consensus. *Plos NTDs*. 2012;doi.org/10.1371.
27. Murray NEA, Quam MB, Wilder-Smith A. Epidemiology of dengue: past, present and future prospects. *Clin Epidemiol*. 2013;5:299.
28. McBride WJH, Bielefeldt-Ohmann H. Dengue viral infections; pathogenesis and epidemiology. *Microbes and infection*. 2000; 2(9):1041-50.
29. Instituto Oswaldo Cruz. Dengue Vírus e vetor. [internet] Serviço de Jornalismo e Comunicação Instituto Oswaldo Cruz. Manguinhos: Instituto Oswaldo Cruz. Disponível em:<http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/oportunista.html> (Acesso 20 mai 2016).
30. Simmons CP, Farrar JJ, Vinh Chau N. van, Wills B. “Dengue”. *NEJM*. 2012; . 366(15):1423–1432.
31. Huy NT, Van Giang T, Thuy DH, Kikuchi M, Hien TT, Zamora J, Hirayama K. Factors associated with dengue shock syndrome: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Negl Trop Dis*. 2013; 7(9) e2412. doi: 10.1371/journal.pntd.0002412.
32. Shu PY, Huang JH. Current advances in dengue diagnosis. *Clinical and Vaccine Immunology*. 2004;11(4):642 - 50.
33. Gonçalves Neto VS, Rebêlo JMM. Aspectos Epidemiológicos do dengue. *Cad. Saúde Pública*. 2004; 20(5):1424-1431.
34. Depradine CA, Lovell EH. Climatological variables and the incidence of dengue fever in Barbados. *Int J Environ Health Res*. 2004; 14:429-41.
35. Fernandes RS, Neves SMAS, Souza CKJ, Galvanin EAS, Neves RJ. Clima e casos de dengue em Tangará da Serra/MT. *Hygeia*. 2012; 8 (15):78 - 88.
36. Farnesi LC, Martins AJ, Valle D, Rezende GL. Embryonic development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): influence of different constant temperatures. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2009; 104:124-6.
37. Sílvia AA, Miranda CF, Ferreira JR, Araújo EJA. Fatores sociais e ambientais que podem ter contribuído para a proliferação da dengue em Umuarama, Estado do Paraná. *Acta Sci Health Sci*. 2003; 25:81-5.

38. Tauil PL. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2002;18:867-71.
39. Lutinski JA, Zanchet B, Guarda C, Constanci C, Friedrich DV, Cechin FTC, Bones IA, Frigeri de Souza M, Balsan ST, Zarychta SM, Busato MA. Infestação pelo mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) na cidade de Chapecó, SC. *Biotemas*. 2013;26(2):143-51. DOI:10.5007/2175-925.2013v26n2p143
40. Gibbons R, Vaughn D. Dengue: an escalating problem. *BMJ*. 2002; 324(7353):1563.
41. Guzman MG, Halstead SB, Artsob H, Buchy P, Farrar J, Gubler DJ, Hunsperger E, Kroeger A, Margolis HS, Martinez E, Nathan MB, Pelegrino JL, Simmons SC, Yoksan S, Peeling RW. Dengue: a continuing global threat. *Nat Rev Microbiol*. 2010; 8:S7–16.
42. Ereno, D. Guerra à dengue: novas tecnologias contra o mosquito *Aedes aegypti*. *Estud. av.* 2007;131:100.
43. Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Evolução temporal das doenças de notificação compulsória no Brasil 1980-1998. Boletim Eletrônico Epidemiológico Edição Especial. Brasília: Funasa; 1999. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/periodicos/boletim_epi_edicao_especial.pdf. (Acesso em 28 maio 2016).
44. Pan American Health Organization. Number of reported cases of Dengue and Severe Dengue (SD) in the Americas, by Country [Internet]. Figures for 2013. Disponível em: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=article&id=1&Itemid=40734 (Acesso em 20 jul 2016).
45. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; 2005. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/clima/viewer.htm> (Acesso em 28 abr 2016).
46. Barreto ML, Teixeira ML. Dengue no Brasil. Conselho Nacional de Secretários de Saúde. Dengue: situação atual, desafios e estratégias para enfrentamento; Brasília (DF). *Estud Av.* 2011; 22(64):53-72.
47. Barcellos C, Pustai AK, Weber MA, Brito MRV. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2005; 38:246-250.
48. Brasil. Boletim Epidemiológico. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 16, 2016. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde. 2016; 47:20 <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/maio/17/2016-016---Dengue-SE16-publica---o.pdf> (Acesso em 24 maio 2016).

49. Epstein PR. Climate change and human health. *New Engl J Med*. 2005; 353: 1433-1436.
50. Francisco CN, Guimarães LM, da Silva LP. Estudo Dirigido em SIG, Sistemas de Informações Geográficas. Universidade Federal Fluminense-UFF. Niterói, 2014; v.2.
51. Eisen L, Lozano-Fuentes S: Use of mapping and spatial and space-time modeling approaches in operational control of *Aedes aegypti* and dengue. *PLoS Negl Trop Dis*.2009; 3:411.
52. Chiaravalloti Neto F, Fiorin AM, Conversani DT, Cesarino MB, Barbosa AAC, Dibo MR, Moraes MS, Baglini V, Ferraz AA, Rosa RS, Battigaglia M, Cardoso Jr RP. Controle do vetor do dengue e participação da comunidade, São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2003; 19:1739-49.
53. Braga C, Luna CF, Martelli CM, de Souza WV, Cordeiro MT, Alexander N, de Albuquerque MF, Júnior JC, Marques ET. Soroprevalence and risk factors for dengue infection in socio-economically distinct areas of Recife, Brazil. *Acta Trop*. 2010; 113(3):234–240.
54. Wilder-Smith A, Schwartz E. Dengue in travelers. *N Engl J Med*. 2005; 353(9):924-32.
55. Donalísio MR, Glasser CM. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. *Rev Bras Epidemiol*. 2002; 5:259–272.
56. Hii YL, Rocklöv J, Ng N, Tang CS, Pang FY, Sauerborn R. Climate variability and increase in intensity and magnitude of dengue incidence in Singapore. *Glob Health Action*. 2009; 11:2. doi: 10.3402/gha.v2i0.2036.
57. Satho T, Salmah MRC, Ahmad H, Zuharah WF, Ramli AS, Miake F. Household survey of container-breeding mosquitoes and climatic factors influencing the prevalence of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Makkah City, Saudi Arabia. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2012; 2:849–857.
58. Baruah K, Dhariwal AC. Epidemiology of dengue, its prevention and control in India. *J Indian Med Assoc*. 2011; 109:82-6.
59. Chevillon C, Failloux A-B. Questions on viral population biology to complete dengue puzzle. *Trends Microbiol*. 2003; 11:415-421.
60. Reiter P. Climate change and mosquito-borne disease. *Environ Health Perspect*. 2001; 109 (Suppl 1):141 – 161.
61. Gómez-Dantés H, Willoquet JR. Dengue in the Americas: challenges for prevention and control. *Cad Saude Publica*. 2009; 25:S19–31.
62. Kikuti M., Cunha G.M. Spatial Distribution of Dengue in a Brazilian Urban Slum Setting: Role of Socioeconomic Gradient in Disease Risk. *Plos Negl. Trop. Dis*. 2015; 9(7):e0003937.

63. Brasil. Brasil em Desenvolvimento 2013. Estado, Planejamento e Políticas Públicas. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); 2013. Disponível em: http://desafios2.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=20730&Itemid=1 (Acesso em 28 mai 2016).
64. Brasil. Departamento de Informação Pública das Nações Unidas. Fatos sobre as cidades. Rio de Janeiro; 2012. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/cidades.pdf> (Acesso em 05 mar 2016).
65. Arunachalam N, Tana S, Espino F, Kittayapong P, Abeyewickreme W, Wai KT, Tyagi BK, Kroeger A, Sommerfeldg J, Petzold M. Eco-bio-social determinants of dengue vector breeding: a multicountry study in urban and periurban Asia. *Bull World Health Organ.* 2010; 88:173–184. | doi:10.2471/BLT.09.067892.
66. Cordeiro R, Donalisio MR, Andrade VR, Mafra AC, Nucci LB, Brown JC, Stephan C. Spatial distribution of the risk of dengue fever in southeast Brazil, 2006–2007. *BMC Public Health.* 2011; 11:355. doi: 10.1186/1471-2458-11-355 PMID: 21599980.
67. Stassun CCS, Prado Filho K. Geoprocessamento como prática biopolítica no governo municipal. *Rev. Adm. Pública.* 2012; 46(6):1649-69.
68. Santos, M. Saúde e ambiente no processo de desenvolvimento. *Ciênc. e Saúde Coletiva.* 2003; 8(1):309-314.
69. Silva JX. O que é Geoprocessamento? Conceito não pode ser confundido com todo o conjunto das geotecnologias, como o Sensoriamento Remoto, a Cartografia e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS) [Internet]. Rio de Janeiro: Revista do CREA- RJ; 2009. Disponível em: <https://lagepro.wordpress.com/2010/06/26/revista-crea-rj-destaca-em-artigo-do-prof-xavier-da-silva-ufrj-o-que-e-o-geoprocessamento/> (Acesso em: 30 mai 2016).
70. Chiesa AM, Westphal MF, Kashiwagi NM. Geoprocessamento e a promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais de São Paulo. *Rev Saúde Pública.* 2002;36(5):559-67.
71. Brasil. Ramalho WM. Abordagens espaciais na saúde pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/serie_geoproc_vol_1.pdf (Acesso em 01 jun 2016).
72. Cury MRCO, Paschoal VDA, Nardi SMT, Chierotti AP, Rodrigues Junior AL, Chiaravalloti Neto F. Spatial analysis of leprosy incidence and associated socioeconomic factors. *Rev Saúde Pública.* 2012; 46(1):110-8.
73. Carvalho MS, Cruz OG. Análise espacial por microáreas: métodos e experiências. In: Veras RP, Barreto ML, Almeida Filho N, organizadores. *Epidemiologia: contextos e pluralidade.* Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 1998. 79-89.

74. Barbosa GL, Lourenço RW. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. *Rev. Soc. Bras. Med.Trop.* 2010; 43(2):145-151.
75. Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde.* 2007; 16:113-118.
76. Souza-Santos R, Carvalho MS. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2000;16(1):31-42.
77. Lagrotta MTF. Geoprocessamento de indicadores entomológicos na identificação de áreas imóveis e recipientes chaves no controle do *Aedes aegypti* [dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz; 2006.
78. Flauzino RF, Souza-Santos R, Oliveira RM. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. *Rev Panam Salud Publica.* 2009; 25(5):456-61.
79. Lima CL, Correlação entre fatores ambientais e a incidência de dengue no município de Fernandópolis – SP, Dissertação (Mestrado). Fernandópolis: Unicastelo; 2013. 64 p.
80. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. São Paulo, mapa de pobreza e desigualdade dos municípios de São Paulo, 2003. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?codmun=355030&idtema=19> (Acesso em 22 fev 2016).
81. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. População residente, total, urbana total e urbana na sede municipal, em números absolutos e relativos, com indicação da área total e densidade demográfica, segundo as Unidades da Federação e os Municípios – 2010. Brasília-DF, 2016. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=35&> (Acesso em 25 fev 2016).
82. Brasil. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE. São Paulo: Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/index.php?men=sob&tipo=e> (Acesso em 05 mar 2016).
83. Centro integrado de informações agrometeorológicas - Ciiagro [Internet]. Instituto Agrônomo de Campinas (IAC): 2012. Disponível em: www.ciiagro.org.br/ema (Acesso em 19 nov 2015).
84. Brasil. Ministério da Saúde. Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo (São Paulo). Distribuição dos casos de dengue autóctones segundo o município provável de infecção e casos importados de outros estados segundo o município de residência no Estado de São Paulo nos anos 2012, 2013 e 2014. São

- Paulo, 2015. Disponível: <http://www.saude.sp.gov.br/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica-prof.-alexandre-vranjac/> (Acesso em 25 out 2005).
85. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura-CEPAGRI. A classificação climática de Koppen para o Estado de São Paulo. Campinas: CEPAGRI; 2016. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/index.html> (Acesso em 16 mai 2016).
86. Hopkins WG. A new view of statistics: internet society for sport science [Internet] 2000. Disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats/> (Acesso em 01 mai 2016).
87. Teixeira TRA, Medronho RA. Indicadores sócio-demográficos e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Cad. Saúde Pública. 2008; 24(9):2160-2170.
88. Araujo MR, Desmouliere SJM, Levino A. Padrão espacial da distribuição da incidência de dengue e sua relação com a variável renda na Cidade de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. Rev Pan-Amaz Saude. 2014; 5(2):11-20.
89. Vargas WP, Kawa H, Sabroza PC, Soares VB, Honório NA, Almeida AS. Association among house infestation index, dengue incidence, and sociodemographic indicators: surveillance using geographic information system. BMC Public Health. 2015; 15:746. DOI 10.1186/s12889-015-2097-3.
90. Johansen IC. Urbanização e saúde da população: o caso de dengue em Caraguatatuba (SP). Dissertação (Mestrado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2014. 122 p.
91. Mendonça FA, Veiga e Souza A, Dutra DA. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. Soc. nat. 2009; 21(3):257-269.
92. Moore CG. Predicting *Aedes aegypti* abundance from climatological data. In: Lounibos LP, Rey JR, Frank JH, editors. Ecology of mosquitoes. Vero Beach (FL): Florida Medical Entomology Laboratory. 1985; 223-33.
93. Patz JA, Epstein PR, Burke TA, Balbus JM. Global climate change and emerging infectious diseases. JAMA. 1996; 275:217-223.
94. Monteiro ESC, Coelho ME, Cunha IS, Cavalcante MAS, Carvalho FAA. Aspectos epidemiológicos e vetoriais da dengue na cidade de Teresina, Piauí – Brasil, 2002 a 2006. Epidemiol. Serv. Saúde. 2009; 18(4).
95. Viana DV, Ignotti E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. Rev Bras Epidemiol. 2013; 16(2): 240-56.