



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS SOCIOAMBIENTAIS

Bárbara Marques Costa

**A DENGUE NO BRASIL E AS INFLUÊNCIAS GERADAS POR
FATORES CLIMÁTICOS E DE VULNERABILIDADE
SOCIOAMBIENTAL: UM ESTUDO PARA O ANO DE 2010**

Belo Horizonte

2018

Nome	Título	UFMG ANO		
-------------	---------------	---------------------	--	--

Bárbara Marques Costa

A dengue no Brasil e as influências geradas por fatores climáticos e de vulnerabilidade socioambiental: um estudo para o ano de 2010

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito à obtenção do título de Bacharel em Ciências Socioambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Gilvan Ramalho Guedes

Coorientadora: Kenya Valéria Micaela de Souza Noronha

Belo Horizonte

2018

Bárbara Marques Costa

A dengue no Brasil e as influências geradas por fatores climáticos e de vulnerabilidade socioambiental: um estudo para o ano de 2010

Esta monografia foi julgada e aprovada para obtenção do título de Bacharel no curso de Ciências Socioambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 05 de Dezembro de 2018.

Professor Doutor Ely Bergo de Carvalho

Coordenador do curso de Ciências Socioambientais

Banca examinadora:

Gilvan Ramalho Guedes

Kenya Valéria Micaela de Souza Noronha

Júlia Almeida Calazans

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos os alunos, professores e idealizadores do curso de Ciências Socioambientais da Universidade Federal de Minas Gerais que sempre se empenharam e acreditaram na construção de um mundo melhor, com equidade socioambiental e justiça para todos. Sabemos que foram muitas as dificuldades para chegar até aqui e que muitas ainda virão, porém seguimos com a certeza de que estamos no caminho certo e que ainda comemoraremos muitas vitórias e conquistas.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por mais essa conquista e pela saúde e sabedoria para chegar até aqui.

À minha família por todo apoio e confiança e por sempre me incentivar a acreditar e perseguir meus sonhos.

Ao meu namorado que sempre me animava e me dava forças nos momentos de angústia e incerteza e que também, por tantas vezes, me ajudou com minhas dúvidas ao elaborar esse trabalho. Muito obrigado, amo você!

Aos meus orientadores, primeiramente por terem aceitado me orientar e por toda ajuda e apoio. Sem eles não teria chegado até aqui. Agradeço também por todo o conhecimento que adquiri com seus ensinamentos, tendo a certeza de que eles serão muito úteis durante toda minha vida acadêmica e profissional.

A todos os meus amigos que, longe ou perto, sempre estiveram presentes na minha vida, principalmente meus amigos das CSA's e tangirus, que sempre buscaram me ajudar (e nos ajudar mutuamente). E por todos os momentos alegres e descontraídos. Vocês foram o melhor presente que ganhei nesta graduação. Obrigado, amo de coração!

Por fim, obrigado a todos que, de alguma forma participaram e contribuíram para a realização desse trabalho!

Resumo

O presente trabalho propõe uma avaliação dos fatores climáticos e de vulnerabilidade socioambiental e urbana relacionados à ocorrência da dengue nos municípios brasileiros, para o ano de 2010. Para isso, os dados utilizados foram divididos em três principais grupos de variáveis a serem trabalhadas, sendo elas as dimensões epidemiológica, climática, demográfica e socioeconômica. Através das variáveis demográficas e socioeconômicas construiu-se um Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA), de acordo com o método de Alkire e Foster, que visa dimensionar a amplitude, profundidade ou severidade da vulnerabilidade multidimensional estudada. Esse índice foi construído com base em dados do Censo Demográfico do IBGE de 2010 relativos à faixa etária, renda, educação e características relativas ao saneamento básico e condições dos domicílios. Os dados climáticos utilizados abrangeram variáveis de temperatura e precipitação para o ano de 2010, por município, segundo dados do INPE/CPTEC. O grau de urbanização dos municípios foi determinado segundo tercis de urbanização com base no Censo Demográfico de 2010. Os dados epidemiológicos de notificação da dengue foram combinados e analisados espacial e estatisticamente com as variáveis climáticas de temperatura e precipitação, com o IVSA e com o grau de urbanização dos municípios brasileiros. As análises e preparação dos dados foram realizadas através dos *softwares* Excel, ArcGis e STATA segundo os métodos de representação espacial de Quebras Naturais – Jenks e LISA univariado e correlações espaciais segundo os métodos de Correlação de Pearson e Moran Global. Os resultados indicaram correlações positivas entre as taxas de notificação de dengue, o IVSA e as demais variáveis avaliadas, demonstrando que tanto o clima como altos níveis de vulnerabilidade socioambiental e urbana colaboram para a ocorrência da dengue no Brasil. Porém, algumas dessas correlações bivariadas apresentaram valores fracos ou praticamente insignificantes, demonstrando a importância de novos estudos e formas de análise e/ou recortes diferenciados, visando eliminar possíveis fatores que possam camuflar ou encobrir realidades e influências mais expressivas a nível local.

Palavras chave: Dengue, clima, mudança climática, vulnerabilidade socioambiental, urbanização, método Alkire e Foster, análise espacial.

Abstract

The present work proposes an evaluation of climatic, socioenvironmental and urban vulnerability factors related to the occurrence of dengue in Brazilian municipalities, for the year of 2010. For this, the data used were divided into three main groups of variables to be worked, being the epidemiological, climatic, demographic and socioeconomic dimensions. Through the demographic and socioeconomic variables, a Socio-Environmental Vulnerability Index (IVSA) was constructed according to the Alkire and Foster method, which aims to measure the amplitude, depth or severity of the multidimensional vulnerability studied. This index was constructed based on data from the 2010 IBGE Demographic Census relative to the age, income, education and characteristics related to basic sanitation and housing conditions. The climatic data used included temperature and precipitation variables for the year 2010, by municipality, according to INPE/CPTEC data. The degree of urbanization of the municipalities was determined according to urbanization terizures based on the Demographic Census of 2010. Epidemiological data on dengue notification were combined and analyzed spatially and statistically with the climatic variables of temperature and precipitation, IVSA and degree urbanization of the Brazilian municipalities. Data analysis and preparation were performed using the software Excel, ArcGIS and STATA according to the spatial representation methods of Natural Breaks - Jenks and univariate LISA and spatial correlations according to the methods of Pearson and Moran Global Correlation. The results indicated positive correlations between dengue notification rates, IVSA and the other variables evaluated, demonstrating that both the climate and high levels of socioenvironmental and urban vulnerability contribute to the occurrence of dengue in Brazil. However, some of these bivariate correlations presented weak or practically insignificant values, demonstrating the importance of new studies and forms of analysis and/or differentiated cuts, aiming at eliminating possible factors that may camouflage or cover up more expressive realities and influences at the local level.

Key words: Dengue, climate, climate change, socioenvironmental vulnerability, urbanization, Alkire and Foster method, spatial analysis.

Sumário

1.	Introdução	13
2.	Objetivo geral	14
2.1.	Objetivos específicos	14
3.	Revisão da Literatura	15
3.1	Histórico da dengue no mundo	15
3.2	Histórico da dengue no Brasil	20
3.2.1	Principais epidemias no Brasil – 2002 a 2010.....	25
3.2.2	Medidas de controle	28
3.3	Fatores de influência climática	29
3.3.1	Mudança climática e dengue	31
3.3.2	Cenários futuros	33
3.4	Fatores de vulnerabilidade socioambiental: Conceito de Risco, Vulnerabilidade Socioambiental e Justiça Ambiental.....	35
3.5	Vulnerabilidade socioambiental relacionada à dengue no Brasil	39
3.5.1	Urbanização e desigualdades socioambientais e econômicas.....	40
3.5.2	Saneamento básico e dengue	43
4.	Metodologia.....	46
4.1	Banco de dados	46
4.2	Índice de Vulnerabilidade Socioambiental - IVSA	48
4.3	Análise dos dados.....	51
5.	Resultados	52
5.1	Taxa de notificação	52
5.2	Índice de Vulnerabilidade Socioambiental - IVSA	54
5.3	Grau de Urbanização	56
5.4	Temperatura e Precipitação	58

5.5	Correlação entre Taxas de Notificação e as demais variáveis.....	61
6.	Conclusão	66
7.	Referências bibliográficas	68

Lista de Abreviaturas e Siglas

AC – Acre

AF – Alkire e Foster

AL – Alagoas

AM – Amazonas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AP – Amapá

BA – Bahia

CE – Ceará

CO₂ – Dióxido de carbono

CSA – Ciências Socioambientais ou Cientista Socioambiental

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DCC – Dengue com complicações

DENV – Dengue vírus

DTN's – Doenças Tropicais Negligenciadas (*Neglected Tropical Diseases*)

ES – Espírito Santo

FD – Febre da Dengue

FHD – Febre Hemorrágica da Dengue

FINEP/Rede Clima – Financiadora de Estudos e Projetos/Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais

GIDEON – *Global Infectious Diseases and Epidemiology Online Network*

GO – Goiás

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

IVSA – Índice de Vulnerabilidade Socioambiental

Km – Quilômetro

LIRAA – Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti*

LISA – *Local Indicators of Spatial Association* (Indicadores Locais de Associação Espacial)

MG – Minas Gerais

mm – Milímetros

MS/DATASUS – Ministério da Saúde/Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

MT – Mato Grosso

NTDs – *Neglected Tropical Diseases* (Doenças Tropicais Negligenciadas)

OMS – Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization*)

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde

PA – Pará

PB – Paraíba

PE – Pernambuco

PI – Piauí

PNCD – Programa Nacional de Controle da Dengue

PNI – Programa Nacional de Imunizações

PR – Paraná

RJ – Rio de Janeiro

RN – Rio Grande do Norte

RR – Roraima

RS – Rio Grande do Sul

SC – Santa Catarina

SE – Sergipe

SES/SINAN – Secretarias Estaduais de Saúde/Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática

SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SIRGAS2000 – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SP – São Paulo

STATA 14.0 MP – *Statistic Data Analysis* versão 14.0 MP

WHO – *World Health Organization* (Organização Mundial da Saúde)

Lista de Figuras

Figura 1: Distribuição do risco global de dengue. Determinação do status de risco com base em relatórios combinados da OMS, Centros de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos, Gideon on-line, ProMED, DengueMap, Eurosurveillance e literatura publicada.....	18
Figura 2: Incidência de dengue de acordo com o município de residência nos anos de 2002, 2008 e 2010, para cada 100mil habitantes.....	27
Figura 3: Distribuição da dengue entre 1975 e 1996. As áreas amarelas representam áreas onde houve pelo menos um surto entre 1975 e 1996	34
Figura 4: População em risco estimada para os anos de 1990 e 2085 (A e B, respectivamente), com probabilidade de transmissão variando entre zero e um.....	34
Figura 5: Imagem descritiva do método Alkire e Foster	49
Figura 6: Representações da taxa de notificação de dengue no Brasil para o ano de 2010, segundo dados do DATASUS*	53
Figura 7: Representações do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – IVSA por municípios, segundo dados do SIDRA e DATASUS	55
Figura 8: Representações do grau de urbanização dos municípios brasileiros segundo tercis, para o ano de 2010	57
Figura 9: Representações das variáveis climáticas utilizadas para o Brasil, no ano de 2010, segundo dados do INPE/CPTEC	59
Figura 10: Representações da taxa de notificação de dengue e do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – IVSA, para o ano de 2010, segundo dados do SIDRA e DATASUS	64
Figura 11: Representações da taxa de notificação de dengue e grau de urbanização, para o ano de 2010, segundo dados do SIDRA e DATASUS	64
Figura 12: Representações das variáveis climáticas e da taxa de notificação de dengue para o Brasil, no ano de 2010.	65

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Número médio de casos de dengue e casos graves de dengue no mundo relatados à OMS – 1955 a 2010.....	19
Gráfico 2: Número de casos de dengue registrados no Brasil entre os anos de 1990 e 2016, segundo dados do SES/SINAN.....	24
Gráfico 3: Número de casos de dengue registrados no Brasil entre os anos de 1990 e 2016 por regiões, segundo dados do SES/SINAN	24

Lista de Tabelas

Tabela 1: Dados da dengue no Brasil entre os anos de 2002 e 2010, de acordo com casos notificados de dengue segundo classificação final, critério de confirmação laboratorial e porte populacional do município de residência	25
Tabela 2: Dados da dengue no Brasil entre os anos de 2002 e 2010, de acordo com número de internações, casos de DCC, FHD e óbitos por DCC e FHD.....	26
Tabela 3: Características das epidemias de dengue registradas no Brasil nos anos de 2002, 2008 e 2010	26
Tabela 4: Descrição dos principais criadouros do <i>Aedes aegypti</i> nas capitais brasileiras segundo regiões e locais predominantes de foco em 2007-2008	45
Tabela 5: Indicadores e fontes utilizados no estudo, para o ano de 2010.....	47
Tabela 6: Indicadores utilizados para a construção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental - IVSA, segundo método de Alkire e Foster, por municípios brasileiros, para o ano de 2010	50
Tabela 7: Representação dos municípios com as menores e maiores taxas de notificação de dengue registradas em 2010, segundo dados do DATASUS e corrigidas segundo método de correlação de Bayes.....	54
Tabela 8: Panorama do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental no Brasil. Representação da divisão dos municípios com valores abaixo da linha de corte e dos valores máximos e mínimos considerados como vulneráveis	56
Tabela 9: Representação dos municípios com as menores e maiores taxas de urbanização registradas em 2010, segundo dados do SIDRA	58

Tabela 10: Representação dos municípios com as menores e maiores temperaturas médias registradas entre os meses de 2010, segundo dados do INPE/CPTEC.....	60
Tabela 11: Representação dos municípios com as menores e maiores precipitações totais registradas entre os meses de 2010, segundo dados do INPE/CPTEC.....	61
Tabela 12: Correlação de Pearson entre taxa de notificação de dengue com os demais indicadores por tercís de urbanização e urbanização geral, para os municípios brasileiros em 2010	62
Tabela 13: Correlação de Pearson e Moran Global das variáveis climáticas e de notificação de dengue, segundo graus de urbanização e IVSA, para os municípios brasileiros em 2010.....	67

1. Introdução

A dengue no Brasil e no mundo se configura como uma das doenças virais transmitidas por vetores mais importantes da atualidade, tendo se tornado um grave e crescente problema de saúde pública. A dengue é considerada uma das 17 doenças tropicais negligenciadas no mundo segundo o “*World Health Organization’s Roadmap on NTDs*” e foi considerada em 2009 como prioritária devido ao elevado número de óbitos (WHO, 2012).

Estima-se que nos últimos 35 anos houve um aumento das epidemias da doença em todo o mundo, principalmente após a década de 1950 (OPAS, 2007). Estima-se ainda que mais da metade da população mundial corre o risco de ser infectada pela dengue atualmente por residir em áreas onde o vírus pode ser transmitido. Cerca de 50 a 100 milhões de casos da doença são registrados por ano em todo o mundo, incluindo casos de Febre Hemorrágica da Dengue – FHD (TAUIL, 2008 *apud* ABE; MARQUES; COSTA, 2012).

O Brasil se encontra entre os países mais afetados pela dengue, com históricos alarmantes e crescentes de graves epidemias registradas, principalmente, na primeira década do século XXI. Outros países das Américas também vêm sendo gravemente afetados, como México, Colômbia e Venezuela, refletindo a tendência dos aumentos sucessivos no número de casos reportados, principalmente em países em desenvolvimento ao redor do mundo.

O cenário da dengue descrito acima pode ser alterado ou intensificado por diversos fatores que, correlacionados, podem influenciar a ocorrência e aumento dos casos de dengue no mundo. Dentre eles podemos citar fatores climáticos, socioeconômicos, demográficos e de saneamento das cidades. Desta forma, as populações se encontram mais vulneráveis em situações onde esses fatores são favoráveis ao desenvolvimento e ação do vetor da dengue, podendo ocasionar surtos e epidemias da doença. Como esses fatores podem se sobrepor, as vulnerabilidades socioambientais e suas concentrações espaciais tornam-se fatores chaves para se entender, diagnosticar e direcionar intervenções para combate ou atenuação dos focos populacionais mais vulneráveis à doença. Nesse sentido o

conhecimento da dengue em todas as suas dimensões é essencial, principalmente visando uma melhor análise e controle da doença.

Este trabalho visa identificar e analisar as relações existentes entre a ocorrência de dengue no Brasil e fatores climáticos, de vulnerabilidade socioambiental e urbana. A proposição do tema justifica-se por sua extrema importância em termos não somente de discussões atuais sobre crescimento demográfico e urbanização, como também enquanto temática ambiental, social e de saúde pública. Com um clima favorável à proliferação do vetor, com uma urbanização rápida e não planejada, e com elevada disparidade regional das características sanitárias, econômicas e demográficas definidoras de vulnerabilidade socioambiental, o Brasil é um país chave no estudo e no mapeamento dos bolsões de vulnerabilidade socioambiental e climática da dengue. Este trabalho se propõe a contribuir com a literatura sobre a epidemiologia social do clima ao analisar esses condicionantes socioepidemiológicos do ponto de vista espacial, com ênfase em uma das principais doenças tropicais que afetam a população brasileira.

2. Objetivo geral

Identificar as relações existentes entre a ocorrência de dengue no Brasil e fatores climáticos, de vulnerabilidade socioambiental e urbana, para o ano de 2010.

2.1. Objetivos específicos

- Identificar o panorama atual de notificação da dengue no Brasil e no mundo frente à eminência dos impactos das mudanças climáticas globais na saúde humana.
- Identificar os principais fatores ou conjuntos de fatores de vulnerabilidade socioambiental e urbana relacionados à dispersão do número de casos de dengue no Brasil, para o ano de 2010.
- Analisar a distribuição dos casos notificados de dengue no Brasil para o ano de 2010 e avaliar se tais ocorrências foram aleatórias ou estavam associadas espacialmente.
- Verificar em que medida as variáveis climáticas e de vulnerabilidade socioambiental estão associadas à ocorrência da dengue no Brasil, para o ano de 2010.

3. Revisão da Literatura

3.1 Histórico da dengue no mundo

A dengue é uma doença viral considerada sistêmica e autolimitada, ou seja, afeta o organismo humano como um todo e tem distribuição sazonal de ocorrência geralmente nos meses mais quentes do ano. Os vetores mais importantes da dengue são os mosquitos das espécies *Aedes (Stegomyia) aegypti* (*Ae. aegypti*) e *Aedes (Stegomyia) albopictus* (*Ae. albopictus*) (TEIXEIRA; BARRETO, 2009; WHO, 2011).

O vírus da dengue possivelmente se originou na península da Malásia através de outro vírus que infectava primatas. Estima-se que os quatro sorotipos de dengue, conhecidos atualmente, surgiram a cerca de 2 mil anos. Acredita-se, porém, que o rápido crescimento e diversificação genética ocorreram nos últimos 200 anos, coincidindo com os históricos de epidemias registradas. Possivelmente o vírus era inicialmente silvestre, disseminando-se entre macacos, e só por volta do final do século XVIII é que começou a circular entre humanos nas áreas urbanas (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

Os primeiros registros de ocorrência de uma doença com sintomas semelhantes à dengue datam de 1779, na cidade de Jacarta, próximo à Indonésia, sendo que no mesmo ano houve também indícios dessa mesma doença no Cairo, Egito (PIEROTE, 2009; TORRES FILHO, 2002 *apud* PIEROTE, 2009). Nas Américas o primeiro caso provável relatado de dengue ocorreu no ano de 1780 na Filadélfia, Estados Unidos (PINHEIRO; CORBER, 1997). Há indícios, porém da possibilidade de ocorrência de casos de dengue anteriores a esse período no oeste da Índia Francesa em 1635 e no Panamá em 1699 (PIEROTE, 2009; GUBLER, 1997 *apud* TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999).

Embora existam relatos de doenças com sintomas semelhantes à dengue desde o final do século XVIII (AQUINO JUNIOR, 2010), não se pode afirmar com exatidão que se tratavam do vírus da dengue. Essas comprovações só foram possíveis a partir da disponibilização de técnicas de isolamento viral desenvolvidas posteriormente, por volta de 1945 (TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999; TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

No continente Americano a dengue vem sendo relatada há cerca de 200 anos, porém as epidemias começaram a tomar maiores proporções apenas a partir da década de 1960 (FIOCRUZ, 2004 *apud* PIEROTE, 2009). A doença por algum tempo foi erradicada em alguns países, porém mais tarde houve reincidência de novos casos (PIEROTE, 2009). Epidemias foram notificadas no Caribe e em países próximos, também no início do Século XX (PINHEIRO; CORBER, 1997). Nas Américas até a década de 1950 o sorotipo circulante era o DENV-2 e muitos casos registrados de dengue ainda não eram considerados como epidemias. No Brasil as primeiras epidemias ocorreram entre 1846 e 1851 e houve registro de dois surtos nos anos 1916 e 1923. Entre as primeiras décadas do século XX até 1960 a dengue foi considerada erradicada no Brasil, devido à drástica redução do número de casos em vários países das Américas (PIEROTE, 2009).

Porém, após o término da Segunda Guerra Mundial intensificou-se a circulação, em uma mesma região, dos vários sorotipos existentes do vírus da dengue, favorecendo a ocorrência de casos mais agressivos da doença, chamada atualmente de febre hemorrágica da dengue – FHD. O primeiro surto de FHD foi notificado nas Filipinas em 1953 e chegou a ser confundido com a febre amarela e outras febres hemorrágicas comuns na época. Foi somente em 1958, durante a epidemia que ocorreu em Bangkok, na Tailândia, que houve confirmação de que o vírus em questão era o vírus da dengue (Martinez-Torres, 1990 *apud* BARRETO; TEIXEIRA, 2008a).

Com a expansão geográfica do vírus e a circulação de vários sorotipos, o Sudeste Asiático também começou a relatar diversas epidemias de FHD desde a década de 1960. Podem-se citar, por exemplo, as epidemias do Vietnã do Sul (1960), Cingapura (1962), Malásia (1963), Indonésia (1969) e Birmânia (atual Mianmar) (1970). Nas décadas de 1980 e 1990 houve um agravamento ainda maior dos casos de dengue na Ásia, provocando milhares de óbitos por FHD, principalmente em crianças (Gubler, 1997 *apud* BARRETO; TEIXEIRA, 2008a).

Venezuela e Caribe também foram afetados por duas severas epidemias de dengue no início da década de 1960, sendo que o Caribe estava há quase 20 anos sem notificações da doença. Outros países como Jamaica, Porto Rico e Antilhas também começaram a registrar novos casos, desencadeando o ressurgimento da

dengue na região, que viria a se intensificar em 1977 com a introdução do sorotipo DENV-1, trazido da África. Esse fato ocasionou uma pandemia que durou até 1980, iniciada na Jamaica e que se estendeu por Honduras, El Salvador, Guatemala e Belize até atingir o México, alastrando-se também pela América do Sul. Durante a década de 1980 diversos países da América do Sul voltaram a notificar epidemias de dengue, entre eles o Brasil, que acreditava ter erradicado a doença (AQUINO UNIOR, 2010).

Os primeiros casos de FHD no continente americano foram registrados em Cuba no ano de 1981, onde ocorreram mais de 34 mil casos de dengue, sendo 10.312 notificados como FHD. Nessa epidemia ocorreram também 158 óbitos, sendo que 101 foram de crianças (WHO, 1997). No Brasil as internações por FHD começaram a crescer após 1988. Segundo dados do Sistema de Vigilância Epidemiológica 8.885 casos de FHD foram registrados entre 1990 e 2008, sendo que apenas 10,7% dos casos (995) ocorreram até o ano 2000 e os demais 7.980 casos ocorreram entre 2001 e 2008, após a introdução do DENV-3 (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

A Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS, estima que entre os anos de 1995 e 2001 foram registrados 2.471.505 casos de dengue distribuídos entre 44 países Americanos. Destes, 48.154 são de formas hemorrágicas da dengue, tendo ocorrido 563 óbitos. Os países que apresentaram os maiores valores de registros são: Brasil, México, Colômbia, Venezuela, Nicarágua e Honduras (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

O Sudeste Asiático, que até meados da década de 1990 era a região mais afetada pela dengue, deu lugar para os países da América Central e do Sul, que foram responsáveis por mais da metade dos casos registrados no mundo. Dados apontam que somente o Brasil, no ano de 1998, registrou 700 mil casos (BARRETO; TEIXEIRA, 2008a). No entanto, deve-se considerar algumas diferenças entre essas epidemias ocorridas na Ásia e nas Américas. Dentre elas podemos citar que nas Américas houve menor proporção de casos de febre hemorrágica da dengue (FDH) e que as faixas etárias mais afetadas no Brasil, até 2006, foram de adultos enquanto que no Sudeste asiático os maiores afetados eram predominantemente crianças (HALSTEAD, 2006). Porém, na epidemia ocorrida no

Rio de Janeiro em 2008 houve uma elevação dos casos de febre da dengue (FD) e FHD em jovens menores de 15 anos. Esse cenário de aumento da incidência de novos casos em jovens já vinha lentamente se consolidando em todo o território nacional durante a epidemia de 2007 (BARRETO; TEIXEIRA, 2008b; TEIXEIRA et al., 2008).

Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde, a incidência e as epidemias de dengue aumentaram em todo o mundo nos últimos 35 anos. Até 1950, por exemplo, apenas nove países haviam notificado casos de dengue (OPAS, 2007). Esse número subiu para 26 países na década de 1980 e para 102 nos anos 1990, configurando-se como um problema de saúde pública crescente, sendo considerada como uma das doenças virais transmitidas por vetores mais importantes da atualidade (GUHA-SAPIR; SCHIMMER, 2005). A Figura 1 mostra a distribuição das áreas com maiores e menores riscos de ocorrência de dengue no mundo atualmente (gradação de vermelho à azul, respectivamente) e regiões que são inadequadas ou não endêmicas (áreas em cinza), estendendo-se por uma faixa de aproximadamente 35° abaixo e acima da linha do Equador (Simmons CP et al, 2012 apud WHO, 2012; BARRETO; TEIXEIRA, 2008).

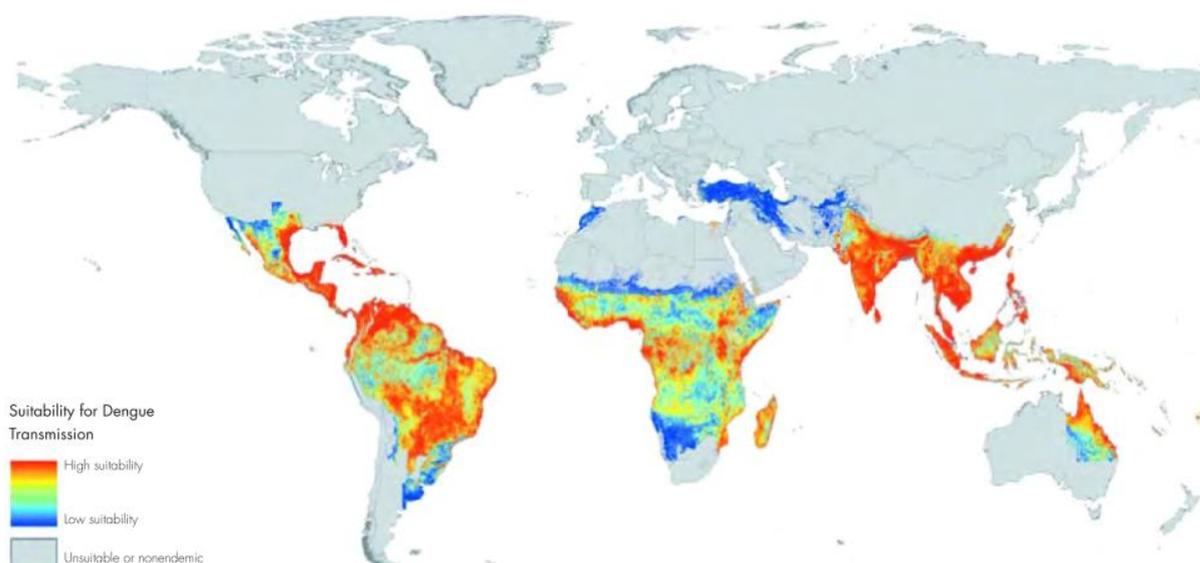


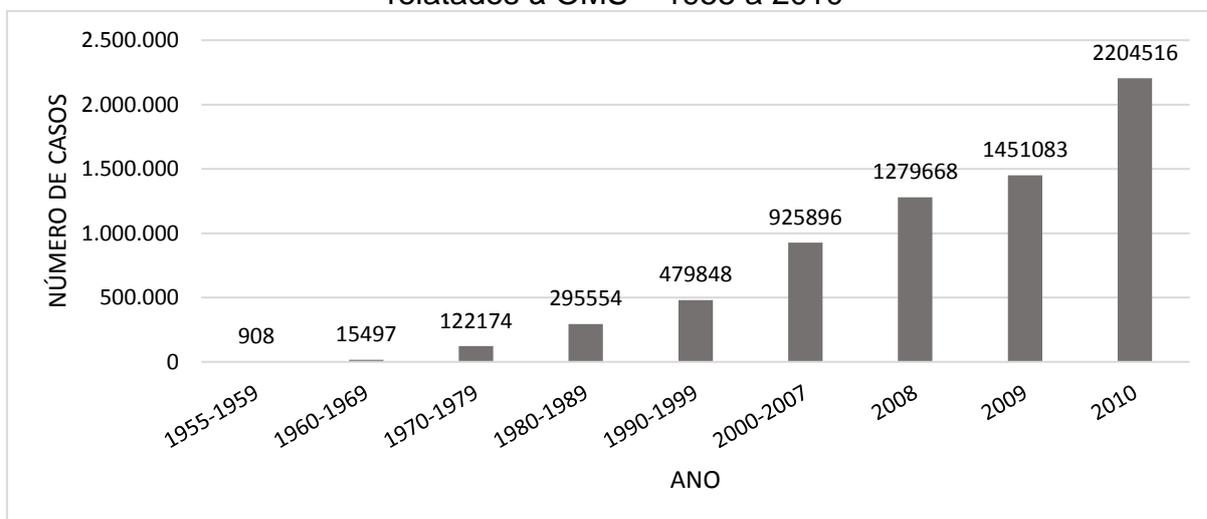
Figura 1: Distribuição do risco global de dengue. Determinação do status de risco com base em relatórios combinados da OMS, Centros de Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos, Gideon on-line, ProMED, DengueMap, Eurosurveillance e literatura publicada
Fonte: Simmons CP et al, 2012 apud WHO, 2012

A dengue está também entre as 17 doenças tropicais negligenciadas no mundo segundo o “*World Health Organization’s Roadmap on NTDs*” (Roteiro da

Organização Mundial da Saúde sobre DTNs) e foi considerada em 2009 como prioritária devido ao elevado número de óbitos. A doença vem apresentando aumentos sucessivos no número de casos reportados, principalmente em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (WHO, 2012). Estima-se ainda que o número real de ocorrências de dengue é provavelmente muito maior, devido aos casos de subnotificação e erros no diagnóstico da doença (SUAYA; SHEPARD; BEATTY, 2007). Dados do número médio de casos de dengue relatados à OMS (Gráfico 1), indicam ainda crescimento da incidência em 30 vezes nas últimas cinco décadas (WHO, 2012).

Há também o reaparecimento global de epidemias tanto da dengue quanto da FHD, devido à dispersão do vírus e do vetor ao redor do mundo. De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) cerca de 50 a 100 milhões de casos são registrados anualmente em mais de 100 países. Destes aproximadamente 500 mil pacientes necessitam de hospitalizações, principalmente em crianças, em decorrência da FHD e cerca de 20 mil pacientes chegam à óbito (AQUINO JUNIOR, 2010; TAUIL, 2008 *apud* ABE; MARQUES; COSTA, 2012). Estima-se que cerca de 55% da população mundial corre o risco de ser infectada pela dengue atualmente, por residir em áreas onde o vírus pode ser transmitido e que a letalidade da doença, entre os acometidos, gira em torno de 2,5% porém, no Brasil pode atingir até 10% (TAUIL, 2008 *apud* ABE; MARQUES; COSTA, 2012).

Gráfico 1: Número médio de casos de dengue e casos graves de dengue no mundo relatados à OMS – 1955 a 2010



Fonte: Adaptado de WHO, 2012

As epidemias de dengue geram um significativo impacto sobre as populações, sistemas de saúde e economias na maioria dos países tropicais do mundo. O aparecimento e a dispersão dos quatro sorotipos da doença, assim como seu vetor, principalmente nas Américas Central e do Sul nas últimas décadas vêm causando preocupações e ameaças de uma pandemia global (HALSTEAD, 2007; WHO, 2012). Além disso, a dengue pode causar danos severos de igual ou maior impacto comparativamente à outras doenças transmissíveis. Meltzer et al. (1998), por exemplo, estimaram que a dengue causou impacto semelhante a doenças como meningite, hepatite, malária, poliomielite, sarampo, coqueluche, difteria, tétano e tuberculose durante a década de 1990 na América Latina e Caribe (MELTZER et al., 1998).

Estima-se também que o custo total anual agregado da dengue para as Américas entre os anos de 2000 a 2007 foi de 2,1 bilhão de dólares, assumindo uma margem de incerteza que variou de 1 a 4 bilhões de dólares. Neste mesmo período o Brasil respondeu sozinho por cerca de 40,9% dos gastos totais de todo o continente Americano, seguido pela região andina com 25,1%, América Central e México com 17,7% e Caribe com 15,0%. Tais valores chegam a superar os gastos com outras doenças virais registradas nas Américas, isso sem contar o impacto na qualidade de vida e saúde da população afetada (SHEPARD et al., 2011).

3.2 Histórico da dengue no Brasil

Os primeiros casos suspeitos de dengue foram relatados no Brasil em 1846 atingindo o Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco e algumas cidades da região Norte. Em 1890 foram apontados registros também no Paraná e suspeitas da doença em São Paulo em 1916, Santa Catarina e Rio Grande do Sul em 1917 e no Rio de Janeiro em 1923 (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

Evidências apontam ainda a circulação do vírus da dengue no Brasil em 1970. Porém, as primeiras confirmações ocorreram apenas nos anos de 1981 e 1982, na cidade de Boa Vista, Roraima, onde cerca de 11 a 12 mil pessoas foram infectadas pelos sorotipos DENV-1 e DENV-4 (BARRETO; TEIXEIRA, 2008; TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012). Esses sorotipos foram trazidos por imigrantes venezuelanos e caribenhos para o Brasil causando o surto. Como o vetor ainda não estava disperso

pelo território nacional, a epidemia logo conseguiu ser controlada (BARRETO; TEIXEIRA, 2008).

Após esse surto, o sorotipo DENV-1 foi novamente introduzido no país em 1986 em Nova Iguaçu e disseminando por cidades vizinhas, como Niterói e Rio de Janeiro (BARRETO; TEIXEIRA, 2008; TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012), possivelmente devido à maior facilidade de reintrodução e dispersão do vírus, por se tratarem de cidades portuárias. Já em 1986 foram registrados mais de 33 mil casos da doença e cerca de 60 mil em 1987, com taxas de incidência chegando a aproximadamente 276 e 490 por 100 mil habitantes, respectivamente (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

O DENV-1 chegou também ao Ceará e Alagoas em 1986 e em Pernambuco em 1987, gerando surtos de FD com taxas de 411,2, 138,1 e 31,2, respectivamente, a cada 100 mil habitantes (BARRETO; TEIXEIRA, 2008; TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012). Já os estados de São Paulo, Bahia e Minas Gerais nesse mesmo período sofreram com surtos apenas em algumas cidades pequenas (TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999). Após a circulação do DENV-1 e dos surtos de dengue clássica em 1986 e 1987 observou-se um período de baixa epidêmica nos dois anos seguintes, voltando a apresentar surtos apenas em 1990.

As notificações de 1990 foram causadas novamente pelo sorotipo DENV-1 e pela introdução do sorotipo DENV-2, registradas no Rio de Janeiro e posteriormente em Tocantins, Alagoas e Ceará (BARRETO; TEIXEIRA, 2008; TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012). No Rio de Janeiro as taxas de notificação em 1990 e 1991 atingiram 165,7 e 613,8 a cada 100 mil habitantes, respectivamente, sendo que com a chegada do sorotipo DENV-2 foram registrados os primeiros 462 casos de FHD e 8 óbitos (SIQUEIRA et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2005). Nesse período as maiores notificações de dengue ficaram restritas às cidades dos estados do Rio de Janeiro, Ceará, Alagoas e Pernambuco, com apenas alguns casos registrados no Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul (TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999).

Nos anos seguintes tanto os sorotipos DENV-1 e DENV-2 quanto o vetor da dengue foram disseminados para outras regiões, atingindo 20 dos 27 estados brasileiros. Na última década do século XX foram registradas várias epidemias, principalmente em grandes centros urbanos das regiões Sudeste e Nordeste, sendo

que as regiões Centro-Oeste e Norte foram mais afetadas após 1995 (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

Tendo em vista a ineficiência dos métodos de erradicação do mosquito adotados nessa época pelo Ministério da Saúde, devido à grande capacidade de adaptação que o vetor já apresentava aos ambientes urbanizados, foi adotada uma estratégia de controle de população. Possivelmente essa ação foi modificada diante da falta de recursos financeiros e visava reduzir a população do vetor para fins de redução e/ou erradicação da transmissão do vírus. Mais tarde, porém, foi identificado que o vírus era capaz de circular mesmo em áreas com baixa densidade vetorial (AQUINO JUNIOR, 2010).

Somado a esses fatores houve um aumento das epidemias no Brasil por todo o território nacional, nas décadas de 1980 e 1990, devido ao rápido e muitas vezes desordenado crescimento urbano, favorecendo a ocorrência da dengue, tendo em vista que se trata de uma doença predominantemente urbana. O aumento das epidemias também demonstra novamente a ineficiência dos programas de controle no Brasil. Além disso, ocorreu um expressivo aumento na geração e acúmulo de resíduos que, associado à crescente urbanização, criavam condições ainda mais favoráveis para o desenvolvimento do mosquito (BARRETO; TEIXEIRA, 2008a).

O sorotipo DENV-3 no Brasil foi identificado pela primeira vez em dezembro de 2000 no estado do Rio de Janeiro e em novembro de 2001 em Roraima, provocando elevado risco epidemiológico (AQUINO JUNIOR, 2010; BRASIL, 2005). O Ministério da Saúde, já em 2001, juntamente com a Organização Pan-Americana de Saúde, promoveu um seminário onde foram avaliadas as experiências de controle da dengue no mundo e posteriormente criados novos modelos com base em estudos multidisciplinares, visando minimizar os impactos da doença. Assim, em julho de 2002 foi lançado o Programa Nacional de Controle da Dengue - PNCD, que incorporou novas e melhores medidas prioritárias para o combate da dengue (AQUINO JUNIOR, 2010; BRASIL, 2002).

Em 2002, no entanto, a situação se tornou alarmante, principalmente nas regiões Sudeste, Nordeste, e Centro-Oeste, e o estado do Paraná foi o que apresentou maior número de notificações. Nessa epidemia 70% dos casos estavam concentrados em cidades com população acima de 50 mil habitantes e que se

espalharam por regiões ainda não atingidas pela dengue (AQUINO JUNIOR, 2010). Estima-se a notificação de aproximadamente 800 mil casos, respondendo por cerca de 80% de todos registros do continente americano (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

A maioria das cidades afetadas estava localizada em grandes centros urbanos e em regiões metropolitanas, a partir dos quais a doença dispersava-se para municípios menores (AQUINO JUNIOR, 2010). Segundo dados do Ministério da Saúde, ainda durante a epidemia de 2002, observou-se uma rápida dispersão do DENV-3 por outros estados, sendo que em meados de 2004 os sorotipos DENV-1, 2 e 3 já podiam ser encontrados em 23 dos 27 estados brasileiros (BRASIL, 2005).

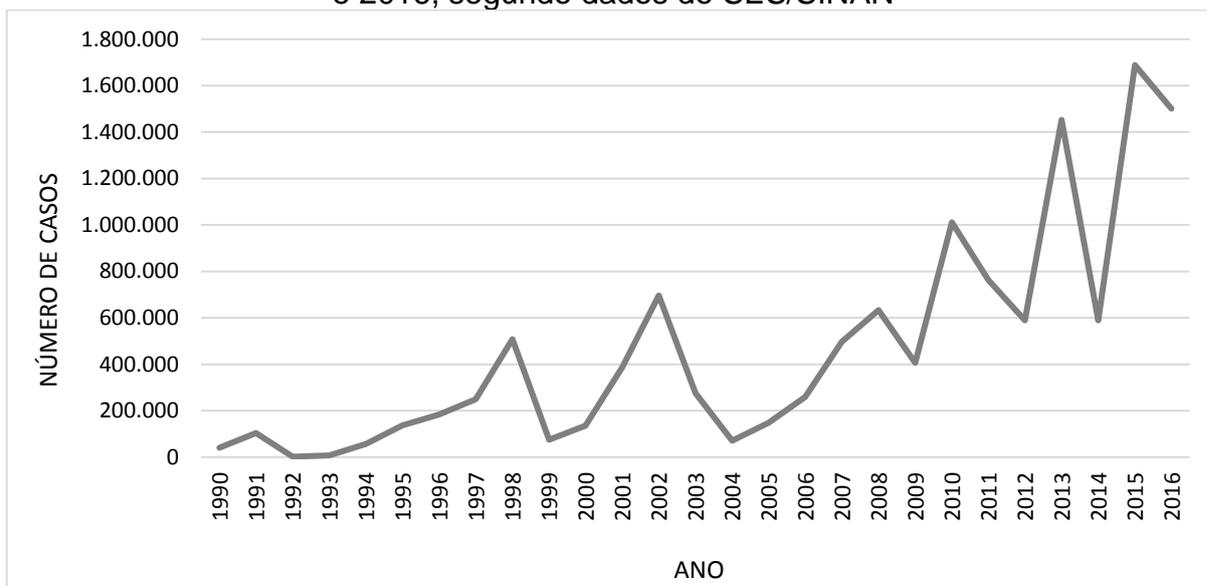
Após essa epidemia houve uma redução da incidência de dengue no Brasil, a qual voltou a crescer em 2005. Em 2008 o Ministério da Saúde registrou mais de 700 mil casos e 45 mil hospitalizações (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012). Somente no Rio de Janeiro o surto provocou mais de 240 mil casos notificados e 1.364 casos de FHD, cerca de 9 mil internações e 169 óbitos confirmados (AQUINO JUNIOR, 2010).

A dengue no Brasil demonstra uma vulnerabilidade na ocorrência de epidemias e tendência de aumento de formas graves e óbitos (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012). Pesquisas apontam que o avanço e crescimento da dengue nas últimas décadas são, em grande, ocasionadas pelo aumento dos processos de urbanização e globalização, bem como pela mobilidade populacional. Assim o deslocamento de indivíduos infectados maximiza o risco de contato com o vetor e a introdução de novos sorotipos da doença em diversas regiões. Ademais, um recipiente contendo larvas do mosquito pode ser transportado junto com o migrante. Desta forma, as crescentes e recorrentes epidemias aumentam a preocupação com o avanço e agravo dos casos de dengue, principalmente devido à dificuldade de controle e erradicação da doença (AQUINO JUNIOR, 2010).

O Gráfico 2 descreve a evolução dos casos de dengue no Brasil entre os anos de 1990 e 2006 segundo dados do SES/SINAN (2017). Podem-se observar picos de epidemias ainda na década de 1990, principalmente em 1997 e 1998, seguindo por uma expressiva redução dos casos notificados em 1999. Já entre 2000 e 2016 podem ser observadas consecutivas quedas, seguidas por aumentos dos

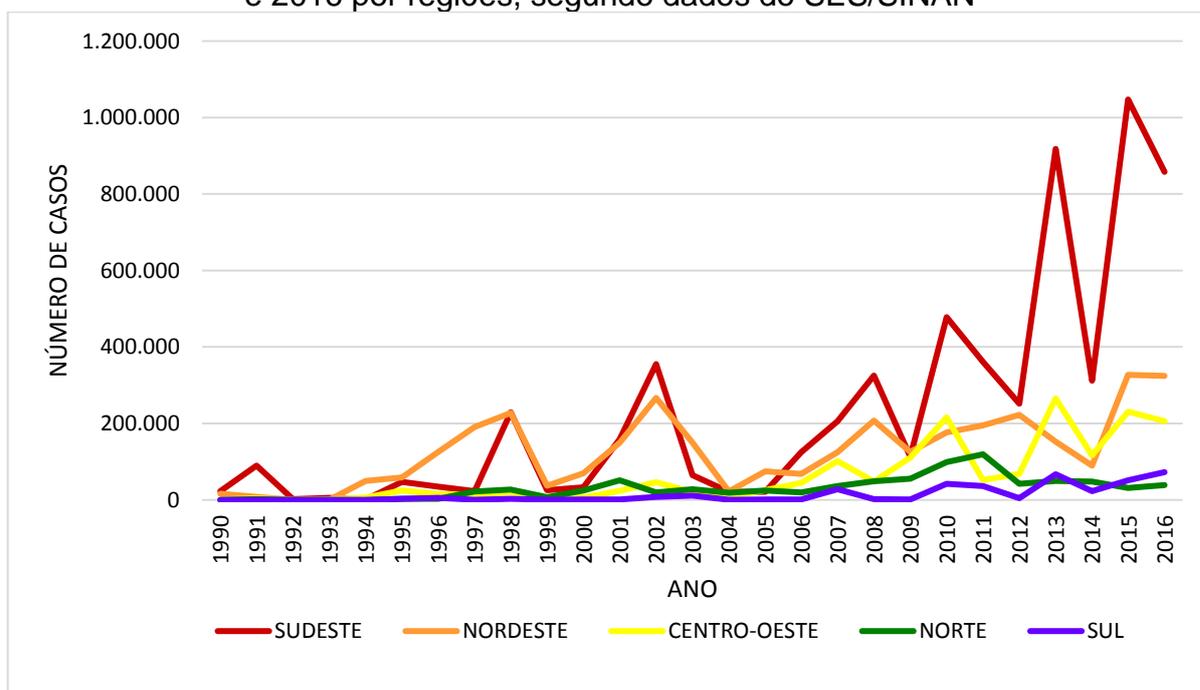
números de casos. Os maiores picos, que também são representativos do aumento de casos comparativamente aos anos anteriores, foram registrados nos anos de 2002, 2008, 2010, 2013 e 2015, sendo que nestes dois últimos anos os casos chegaram a mais de 1,4 e 1,6 milhões, respectivamente.

Gráfico 2: Número de casos de dengue registrados no Brasil entre os anos de 1990 e 2016, segundo dados do SES/SINAN



Fonte: SES/SINAN, 2017 - SINAN a partir de 1999

Gráfico 3: Número de casos de dengue registrados no Brasil entre os anos de 1990 e 2016 por regiões, segundo dados do SES/SINAN



Fonte: SES/SINAN, 2017 - SINAN a partir de 1999

O Gráfico 3 apresenta os casos de dengue registrados no Brasil entre os anos 1990 e 2016 divididos por regiões, segundo dados do SES/SINAN (2017). A região que mais teve casos notificados, principalmente a partir de 2002 foi a Sudeste, seguido pelas regiões Nordeste e Centro-Oeste. Pode-se também observar um aumento expressivo dos casos de dengue na região Sudeste, comparativamente às demais regiões, principalmente a partir de 2008, sendo que em 2013 e 2015 foram registrados, respectivamente, mais de 900 mil e 1 milhão de casos de dengue. Já as regiões que apresentaram os menores valores de notificações no período foram as regiões Norte e Sul.

3.2.1 Principais epidemias no Brasil – 2002 a 2010

Como discutido na seção anterior, houve um aumento significativo na incidência de dengue durante a década de 1990, principalmente a partir de 1994. Foi a partir de 1999, no entanto, que se observou mais claramente a sazonalidade da doença na maioria dos estados (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012). Vale destacar que esse padrão sazonal nem sempre é observado em outros países, tendo sofrido influência do aumento populacional do vetor em decorrência das condições climáticas de temperatura e umidade no verão e outono, observadas na maior parte do território nacional (TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999).

Tabela 1: Dados da dengue no Brasil entre os anos de 2002 e 2010, de acordo com casos notificados de dengue segundo classificação final, critério de confirmação laboratorial e porte populacional do município de residência

Dengue no Brasil - 2002 a 2010			
Ano	Casos notificados (n*)	Casos prováveis (n*)	Confirmação laboratorial (%)
2002	904.040	691.933	18,4
2003	449.158	299.019	30,1
2004	147.953	77.753	37,2
2005	275.859	157.286	36,7
2006	413.304	275.833	40,6
2007	716.981	501.666	35,4
2008	919.324	637.663	21,4
2009	600.658	411.500	27
2010	1.381.254	1.027.100	33,5

* Valores em número absolutos de casos registrados

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2007

As Tabela 1 e Tabela 2 apresentam alguns dados sobre a dengue no Brasil entre os anos de 2002 e 2010. Estima-se que cerca de 4 milhões de casos prováveis

da doença foram notificados neste período. Podem-se observar ainda epidemias severas da doença nos anos de 2002, 2008 e 2010 (com predomínio dos sorotipos DENV-3, DENV-2 e DENV-1 respectivamente), chegando a atingir mais de 1,3 milhões de afetados. Também houve um aumento da tendência de casos de DCC (Dengue com complicações), FHD e número de óbitos pela doença, sendo que esse aumento de casos graves levou a quase 100 mil internações em 2010, representando quase 10% dos casos prováveis para o mesmo ano (BRASIL, 2007).

Tabela 2: Dados da dengue no Brasil entre os anos de 2002 e 2010, de acordo com número de internações, casos de DCC, FHD e óbitos por DCC e FHD

Dengue no Brasil - 2002 a 2010					
Ano	Internações (n*)	DCC** (n)	Óbitos por DCC (n)	FHD*** (n)	Óbitos por FHD (n*)
2002	55.266	4.778	31	2.608	121
2003	54.396	2.577	35	913	54
2004	20.900	647	11	159	8
2005	32.432	1.375	38	530	40
2006	32.051	2.079	66	910	81
2007	53.461	4.103	142	1.907	150
2008	77.316	20.443	309	4.502	266
2009	54.482	8.051	175	2.679	178
2010	94.758	13.909	370	3.807	308

* Valores em número absolutos de registros

** DCC - Dengue com Complicações

*** FHD - Febre Hemorrágica da Dengue

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2007

Tabela 3: Características das epidemias de dengue registradas no Brasil nos anos de 2002, 2008 e 2010

Características das principais epidemias - 2000 a 2010			
Fatores de análise	2002	2008	2010
Sorotipo predominante	DENV-3	DENV-2	DENV-1
Mudanças epidemiológicas	Aumento no número de casos graves	Aumento de casos graves em crianças	Óbitos em pacientes com comorbidades
Áreas de concentração (casos prováveis)	RJ - 35,3%		MG - 21,1%
	PE - 13,7%	RJ - 37,1%	SP - 20,3%
	BA - 10,9%		GO - 10,3%
Incidência*	396,2	336,3	538,4

* Valores para cada 100 mil habitantes

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2007

A Tabela 3 apresenta as características das maiores epidemias registradas no Brasil na primeira década de 2000. Na epidemia de 2002 houve a introdução e predominância do sorotipo DENV-3, provocando um aumento na incidência de casos

graves da doença. Aproximadamente 50% de todos os casos (cerca de 691 mil) foram registrados apenas nos estados do Rio de Janeiro. Na epidemia de 2008 houve predominância do sorotipo DENV-2, com aumento de casos graves em crianças, sendo que o Rio de Janeiro novamente concentrou a maior incidência de casos prováveis com 37,1%. Vale destacar que em nenhum dos demais estados a taxa de incidência chegou a atingir 10% em 2008 (BRASIL, 2007).

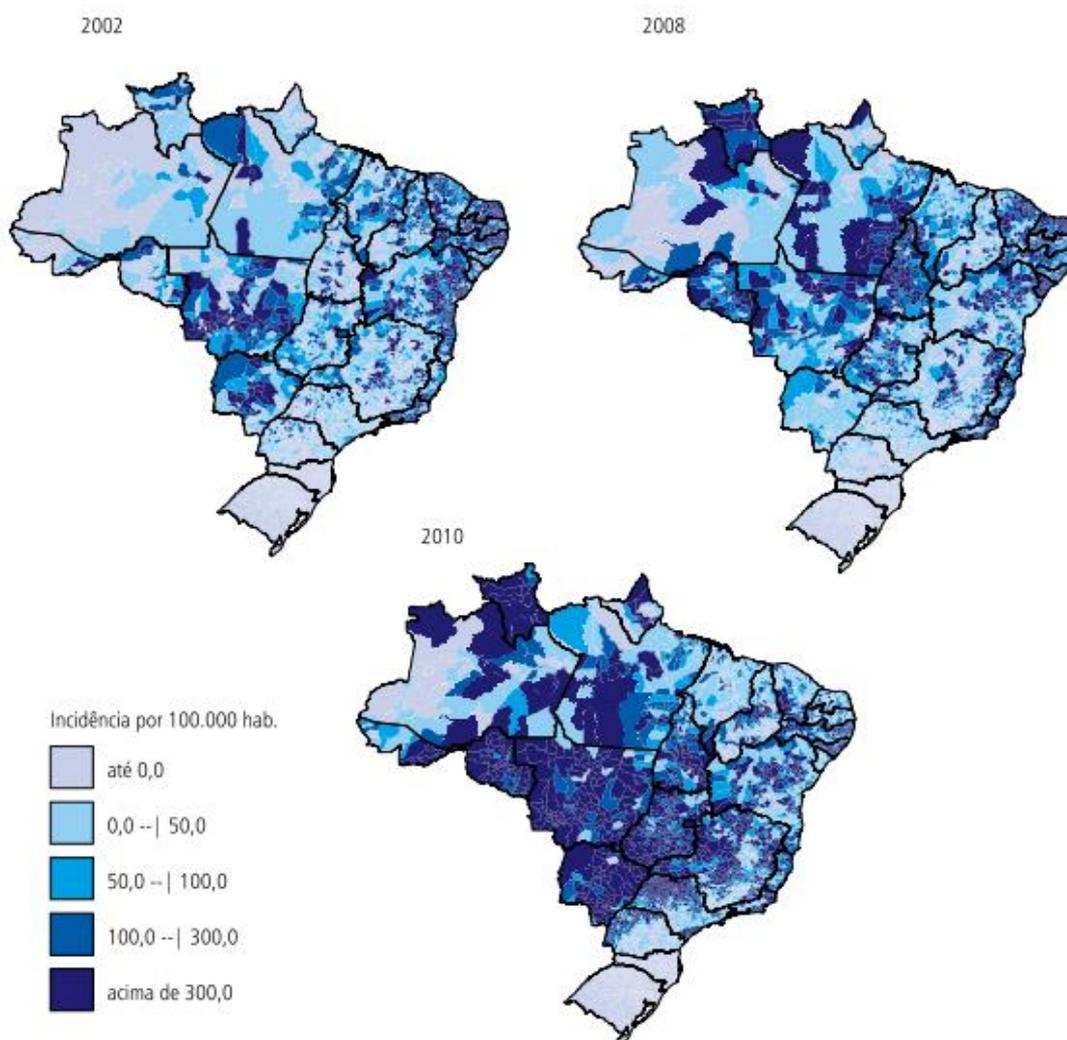


Figura 2: Incidência de dengue de acordo com o município de residência nos anos de 2002, 2008 e 2010, para cada 100mil habitantes

Fonte: BRASIL, 2007

Já a epidemia de 2010 apresentou diferenciação na distribuição espacial em relação às epidemias anteriores, sendo que a maior porcentagem de casos foi registrada em Minas Gerais (21,1%), seguida por São Paulo (20,3%) e Goiás (10,3%). Já o estado do Rio de Janeiro, que havia apresentado as maiores concentrações de casos em 2002 e 2008, contou com apenas 2,9% dos casos e a mudança epidemiológica principal foi a ocorrência de óbitos entre pacientes com

comorbidades. Observa-se também que houve um aumento expressivo na incidência de dengue em 2010, chegando a atingir 538,4 casos a cada 100 mil habitantes (BRASIL, 2007).

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial dos casos de dengue no Brasil para os anos em que foram registradas as maiores epidemias da última década. Houve uma tendência de aumento de casos principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte e a prevalência de casos reduzidos na região Sul, apenas com alguns picos de aumento no norte do Paraná (BRASIL, 2007).

Em 2000 e 2007 o Brasil apresentou o maior número de casos absolutos de FD e FHD das Américas, chegando a 90% dos registros. Cabe ressaltar que esses dados, por se tratarem de valores absolutos, sofrem influência da densidade populacional. Portanto, apesar de responder pela grande maioria dos casos de dengue, o Brasil também possui o maior número populacional em relação aos países vizinhos (AQUINO JUNIOR, 2010).

3.2.2 Medidas de controle

Uma das principais medidas de controle adotadas é a tentativa de redução da população do *Aedes aegypti*, que abrange ações de inspeção domiciliar por agentes de saúde, eliminação dos locais de foco e criadouro do mosquito e mobilização e educação social. Essas medidas têm por objetivo manter a infestação do vetor em níveis incompatíveis com a transmissão da doença, sendo que em situações de epidemia são necessárias a intensificação da fiscalização e a eliminação de criadouros (BRASIL, 2010).

Dados revelam que a dengue segue um padrão de dispersão internacional e, portanto, vem sendo influenciada pelas condições ambientais globais, bem como pelos fluxos migratórios de pessoas e produtos ao redor do mundo. Tais fatores são de vital importância para o estudo e compreensão da circulação e introdução dos sorotipos nos países. Estima-se que os quatro sorotipos do vírus já podem ser localizados em quase todos os países onde a dengue ocorre, ocasionando uma preocupação ainda maior, pois tal fator eleva os riscos de transmissão e desenvolvimento de casos graves da doença (AQUINO JUNIOR, 2010).

Recentemente foi desenvolvida uma vacina contra os quatro sorotipos da dengue pelo laboratório francês Sanofi-Aventis, a Dengvaxia. Ela foi aprovada para utilização no Brasil em 28 de dezembro de 2015, porém ainda não é oferecida pelo Programa Nacional de Imunizações – PNI (ANVISA, 2017).

Embora a vacina esteja liberada, estudos recentes do laboratório Sanofi-Aventis apontaram que indivíduos que ainda não tiveram contato com nenhum sorotipo da dengue correm maior risco de desenvolver formas graves da doença após tomarem a vacina. Nesse caso, o laboratório desaconselha o uso da vacina por soronegativos. Para aqueles que já tiveram contato com o vírus o uso da vacina continua sendo aconselhado e benéfico (ANVISA, 2017).

Vale ressaltar que a vacina por si só não provoca a doença, nem em sua forma clássica nem em casos mais graves, apenas aumenta as chances de se desencadear um quadro grave caso o indivíduo soronegativo seja picado posteriormente por um mosquito infectado. Novas pesquisas e avaliações estão sendo feitas. Até que se obtenha um resultado definitivo, a ANVISA aconselha que a vacina não seja administrada em soronegativos. A vacina foi estudada em mais de 40 mil pessoas no mundo seguindo critérios e padrões internacionais como o “Guidelines for the clinical evaluation of dengue vaccines in endemic areas” da Organização Mundial da Saúde (OMS) antes de ser aprovada (ANVISA, 2017).

3.3 Fatores de influência climática

O clima afeta diretamente a saúde humana na medida em que influencia a ocorrência de diversas doenças endêmicas e epidêmicas e o desenvolvimento dos agentes transmissores (MENDONÇA, 2000). Desta forma, pode-se considerar que os fatores climáticos que mais afetam a reprodução e dispersão dos vetores e agentes patológicos são temperatura, precipitação, umidade e velocidade dos ventos (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

Com relação à ocorrência de dengue, o clima promove interferências por afetar diretamente as dinâmicas vetoriais, o ciclo do vírus e o comportamento humano, sendo que as epidemias da doença ocorrem sazonalmente, apresentando aumento no número de casos nos meses mais quentes e úmidos (HALSTEAD, 2008; WHO, 2004).

O vetor da dengue pode ser facilmente encontrado em regiões tropicais com latitudes entre 35° Norte e 35° Sul ou próximo a regiões onde as temperaturas médias anuais giram em torno de 20°C, demonstrando a grande influência que o clima exerce sobre o vetor (ROSEGHINI, 2013). Desta forma, temperatura e precipitação influenciam no desenvolvimento e aumento populacional do vetor e, conseqüentemente, na transmissão da dengue (JOHANSSON; CUMMINGS; GLASS, 2009; HIEN, 1975a *apud* MELO, 2009).

O fator precipitação cria locais com acúmulo de água, apropriados para a postura dos ovos e para o desenvolvimento do mosquito adulto. Já a temperatura interfere na capacidade de sobrevivência do vetor, na sua reprodução e no desenvolvimento das larvas em mosquitos adultos e na eclosão dos ovos, que pode ser acelerada em temperaturas entre 25° e 30°C (JOHANSSON; CUMMINGS; GLASS, 2009; HIEN, 1975a *apud* MELO, 2009).

O desenvolvimento das larvas também depende da temperatura, sendo que, em condições iguais de nutrição e com temperaturas em torno de 20°C, o mosquito alcança sua fase adulta entre 10 e 17 dias. Já com temperaturas em torno de 30°C esse tempo é reduzido para 6 a 8 dias (HIEN, 1975b *apud* MELO, 2009). Altas temperaturas também auxiliam na redução do tempo de incubação do vírus no vetor e maximizam as chances de transmissão do vírus para os humanos devido ao aumento na frequência de picadas do mosquito (HALSTEAD, 2008; YASUNO; TONN, 1970).

Em pesquisa realizada por YOKOO e FERREIRA (2016) na cidade de Campo Mourão – PR, observou-se a sazonalidade da dengue para os meses de janeiro a maio, período em que as médias de temperatura e precipitação são mais elevadas. Observou-se também a inibição do vetor entre os meses de inverno devido às baixas temperaturas e à redução da precipitação. Porém, apesar das médias de precipitação e temperatura apresentarem redução entre os meses de verão e outono, o número de notificações de dengue sofreu aumento até o mês de abril, com pequena queda em maio (YOKOO; FERREIRA, 2016).

A análise desses resultados poderia indicar, portanto, que ecologia do vetor estaria relacionada com valores mínimos de precipitação, umidade do ar e temperatura, que representariam valores de corte para a reprodução do mosquito,

não apresentando necessariamente uma correlação linear com esses fatores climáticos (YOKOO; FERREIRA, 2016). Assim, o vetor encontra condições ótimas para sua reprodução em regiões onde há concentração de chuvas e temperaturas ideais (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

Embora o crescimento populacional do mosquito seja mais expressivo nos períodos chuvosos e de temperaturas elevadas, estudos demonstram que em períodos de seca o *Aedes aegypti* também é capaz de manter uma população considerável. Isso ocorre através do aumento dos criadouros provisórios, caso haja armazenamento domiciliar de água sem que este esteja devidamente vedado (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; PONTES et al., 2000).

Diante de tais evidências pode-se considerar que a dengue é uma das doenças virais diretamente influenciada e sensível ao clima, sofrendo influência no padrão sazonal e na distribuição espacial e temporal da doença, sendo o clima tropical altamente favorável para a reprodução e ação do seu vetor (HALES et al., 2002; IPCC, 2007; MENDONÇA, 2005).

3.3.1 Mudança climática e dengue

Estudos apontam que os fenômenos climáticos relacionados às mudanças ambientais, em escala global, tendem a piorar problemas já existentes em diversas regiões, como a desnutrição, a ocorrência de doenças infecciosas endêmicas, bem como os acidentes por eventos extremos, como ondas de calor, tempestades, aumento do nível do mar, inundações, incêndios e secas. Podem também contribuir para a deterioração da qualidade dos recursos hídricos disponíveis, para a dificuldade e insuficiência no acesso a água potável, para a redução na produção de alimentos e para o aumento do desconforto térmico, dentre outros fatores (CONFALONIERI et al., 2007; CONFALONIERI; MARINHO, 2007).

Os impactos das mudanças climáticas globais na saúde, como é o caso da dengue no Brasil, são predominantemente negativos e tendem a apresentar mudanças de acordo com as regiões e o tempo de ocorrência. Estima-se que estes impactos irão afetar mais severamente países de baixa renda e que possuem menos capacidade de adaptação, bem como populações vulneráveis em países desenvolvidos (CARMO; SEIXAS; VARGAS, 2012; HAINES et al., 2006).

Espera-se, portanto, uma distribuição desigual desses impactos, afetando mais severamente localidades e populações mais vulneráveis, as quais já sofrem com diversas doenças, como é o caso da África subsaariana e da Ásia. Desta forma, estas poderão ser ainda mais impactadas com a intensificação das mudanças climáticas, acarretando inclusive agravamento de problemas sociais, como distribuição de renda e acesso à educação e dificuldade no acesso a infraestrutura médica e de saúde pública (CARMO; SEIXAS; VARGAS, 2012; IPCC, 2007).

Segundo relatório do IPCC (2014) as mudanças climáticas projetadas tendem a agravar os problemas de saúde já existentes no mundo. Alterações locais na temperatura e precipitação tem alterado a sazonalidade e distribuição espacial de algumas doenças transmitidas por vetores e estima-se ainda o aumento do número de pessoas em risco de contrair dengue no mundo (IPCC, 2007, 2014). Os principais fatores de influência relacionados ao agravamento da dengue em função das mudanças climáticas estariam relacionados aos efeitos diretos sobre o meio ambiente, gerando alterações no clima, na qualidade e acesso à água para consumo humano e na distribuição de vetores de doenças infecciosas (CONFALONIERI et al., 2007).

Ainda segundo relatório do IPCC (2014), espera-se que as mudanças climáticas ao longo do século 21 ocasionem um aumento da precarização da saúde em muitas regiões, especialmente em países em desenvolvimento e com populações em situação de grande desigualdade social e baixa renda. Destaca-se ainda alterações futuras, em nível global, na distribuição espacial e na dinâmica populacional de vetores de doenças infecciosas e parasitárias endêmicas, como é o exemplo dos vetores da dengue e da malária (CONFALONIERI et al., 2007). Essas alterações e agravos podem significar, entre outros fatores, o aumento da frequência de ocorrência ou do número de pessoas afetadas pela dengue, a gravidade e a duração das epidemias e a distribuição espacial, tanto do vetor quanto do vírus da dengue (CONFALONIERI; MARINHO, 2007).

Diante deste cenário e da eminente possibilidade de agravos à saúde em consequência das mudanças climáticas, a análise de formas de mitigação e redução dos fatores de vulnerabilidade se torna indispensável (BARBIERI et al., 2015). Dentre elas podem-se destacar a redução de residências em áreas de risco e sem infraestrutura de saneamento básico adequado e o monitoramento de patógenos e

vetores de doenças endêmico-epidêmicas afetadas pelo clima, como é o caso da dengue (CONFALONIERI; MARINHO, 2007). Também são importantes os investimentos e ações visando a melhoria dos programas de controle de doenças, inclusive aqueles voltados para a identificação de mudanças epidemiológicas em pontos estratégicos, para a comunicação com a população diretamente afetada, alertando sobre os riscos envolvidos e para o incentivo à realização de estudos científicos multidisciplinares que apontem os possíveis cenários futuros (CONFALONIERI et al., 2005).

3.3.2 Cenários futuros

Em um estudo desenvolvido por Hales e colaboradores (2002) foram estimadas as regiões com risco de transmissão da dengue num futuro próximo, com base nas mudanças climáticas globais. Para essa projeção foram utilizados dados mensais de pressão de vapor, precipitação e temperatura para os anos de 1975 e 1990 e projeções climáticas futuras obtidas no centro de distribuição de dados do IPCC (HALES et al., 2002).

O modelo utilizado usou a regressão logística, visando projetar a presença ou ausência de dengue no mundo, com base nos relatórios climáticos de 1961 a 1990. A precisão do modelo gerado foi analisada segundo a distribuição de dengue conhecida e foi feita uma análise de risco de dengue para as décadas de 2050 e 2080, aplicadas à estimativas futuras de mudanças climáticas globais (HALES et al., 2002).

Para isso foi utilizado um dos seis cenários de emissões de gases de efeito estufa definidos pelo IPCC em 1992, que estimavam a evolução das emissões caso não houvesse políticas de mitigação. O cenário utilizado no estudo foi o IS92a, o qual representa um aumento de 1% ao ano nas concentrações de gases de efeito estufa e um valor três vezes maior na concentração de CO₂ em 2100, comparativamente a 1990. Assim, foi determinado um risco de transmissão de dengue variando entre zero e um (HALES et al., 2002).

Com relação à população em risco, foi feita uma estimativa considerando a população que reside em áreas onde pelo menos um surto de dengue já foi notificado com base no número de residentes em 1990. Posteriormente foi definida uma linha de corte de 50% de risco em relação à população estimada, ou seja, os

residentes em áreas com probabilidade de transmissão de dengue acima de 50% foram considerados em risco (HALES et al., 2002).

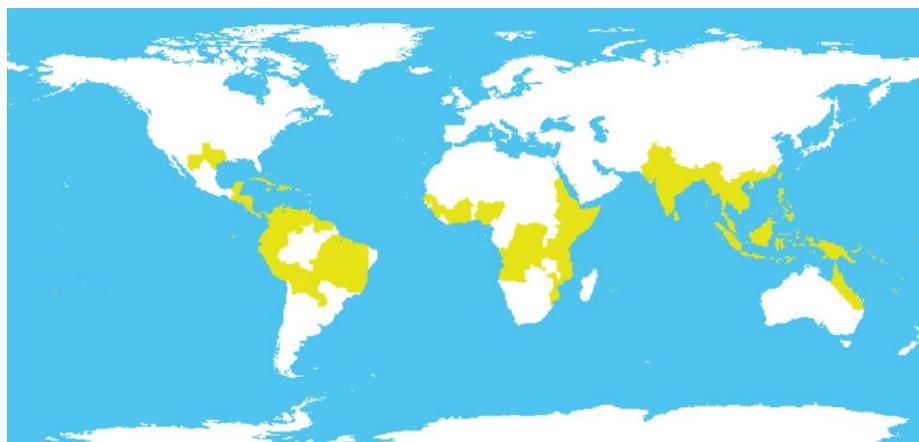


Figura 3: Distribuição da dengue entre 1975 e 1996. As áreas amarelas representam áreas onde houve pelo menos um surto entre 1975 e 1996

Fonte: HALES et al., 2002

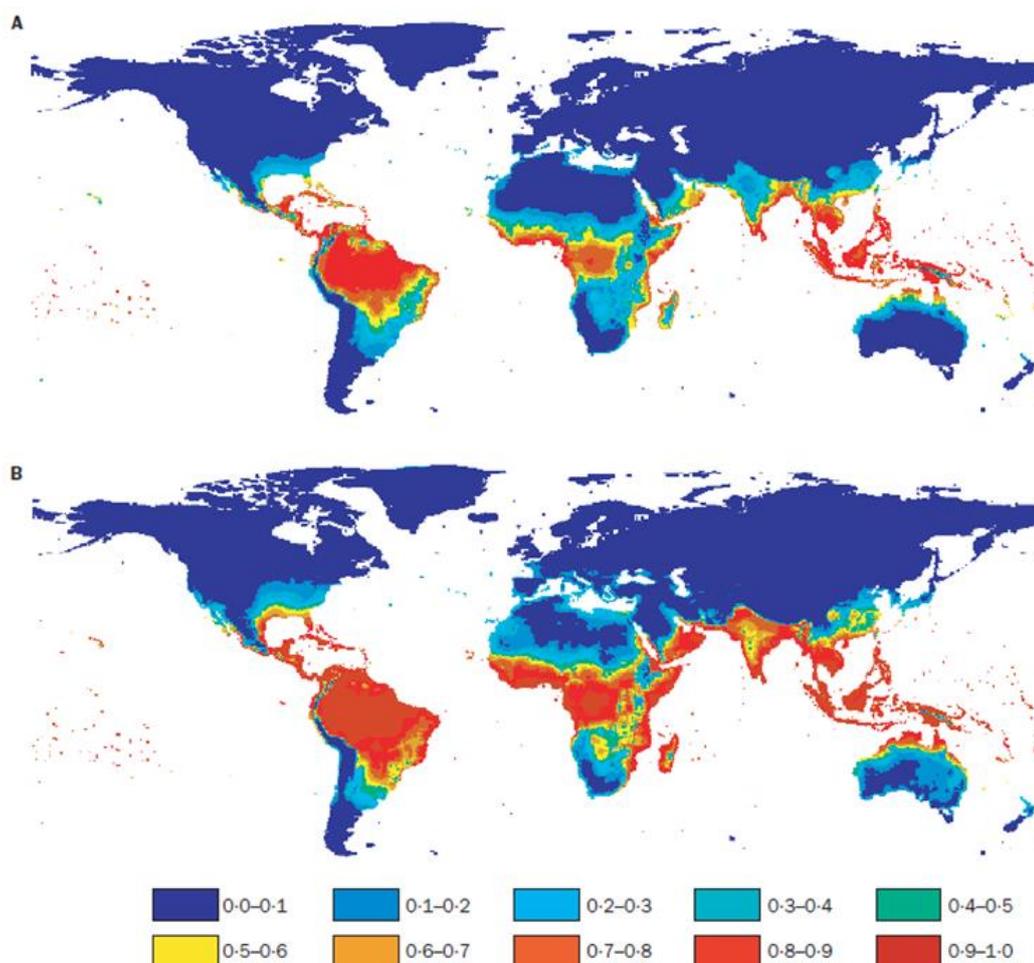


Figura 4: População em risco estimada para os anos de 1990 e 2085 (A e B, respectivamente), com probabilidade de transmissão variando entre zero e um

Fonte: HALES et al., 2002

As Figura 3 e Figura 4 representam a distribuição da dengue entre os anos de 1975 e 1996 e uma estimativa global de risco de ocorrência de dengue no mundo para o ano de 2085. De acordo com a distribuição da dengue no mundo e com a população calculada em 1990, o relatório da WHO, divulgado em 2000, estimou que dois bilhões de pessoas (aproximadamente 40% da população mundial) residiam em regiões onde havia ocorrido pelo menos um surto da doença entre 1975 e 1996, como mostrado na Figura 3 (WHO, 2000). As estimativas projetadas pelo método apresentado preveem um aumento da população em risco para os anos de 2055 e 2085. Considerando os cenários de permanência da umidade nos valores de referência e a projeção do crescimento populacional, os valores ficariam entre 3,2 bilhões de pessoas em 2055 e 3,5 bilhões em 2085 (34% e 35% do total, respectivamente) (HALES et al., 2002).

Entretanto, considerando o aumento populacional e as mudanças na umidade projetadas segundo o modelo de circulação global HADCM2, foi estimada que a população em risco seria de aproximadamente 4,11 bilhões de pessoas em 2055 e 5,2 bilhões em 2085 (44% e 52% do total, respectivamente). Considerando quatro modelos alternativos de circulação global, estimou-se que a população em risco até 2085 seria de 5 a 6 bilhões de pessoas (Figura 4). Portanto, tais resultados confirmam a expansão da área de transmissão da dengue no mundo e sua estreita relação com o clima, servindo como ponto de partida para ações do poder público frente a essas ameaças. Vale ressaltar, porém, que as condições para a ocorrência da doença também incluem fatores econômicos, sociais e ambientais, os quais foram apenas indiretamente considerados nessas projeções globais (HALES et al., 2002).

3.4 Fatores de vulnerabilidade socioambiental: Conceito de Risco, Vulnerabilidade Socioambiental e Justiça Ambiental

O conceito de risco, por ser considerado extremamente complexo e capaz de permear diversos campos, apresenta características semelhantes às da sociedade contemporânea, marcada diversas vezes pelo medo, pela insegurança e pela incerteza (ALMEIDA, 2011). O risco pode ser definido como um meio de análise relacionado a situações de incerteza, exposição ao perigo e/ou perdas e prejuízos materiais, econômicos e/ou humanos associados, tanto a processos naturais quanto

àqueles provocados ou intensificados pelo homem (CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005).

Nesse sentido, os riscos existentes na sociedade moderna podem ser tratados como riscos “fabricados”, uma vez que dependem cada vez mais de fatores e intervenções sociais, em contraponto às influências consideradas estritamente naturais (GIDDENS, 1991 *apud* DESCHAMPS et al., 2009). Vale destacar ainda que o risco, principalmente na sociedade moderna, indica condições de incerteza, insegurança e falta de proteção à população, podendo se manifestar em diversos campos, como o ambiental, o social, o político e o econômico (VIGNOLI, 2001).

A noção de risco está estritamente relacionada ao conceito de vulnerabilidade, na medida em que considera que a vulnerabilidade implica danos, riscos e/ou fragilidade diante da possibilidade de ocorrência de um determinado evento, seja ele natural ou não (DESCHAMPS et al., 2009; VIGNOLI, 2001). Vale resaltar, portanto, que o conceito de risco, assim como o de vulnerabilidade, pode ajudar a estimar probabilidades de ocorrência de um determinado evento, bem como seus danos ou efeitos para a sociedade. (BLAIKIE et al., 1994 *apud* ALMEIDA, 2011b; CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005).

O conceito de vulnerabilidade começou a surgir na década de 1980 devido, principalmente, à intensificação das desigualdades sociais e à degradação ambiental provocadas pelos processos de industrialização e urbanização. As análises passaram a agregar diversos fatores e abordagens, visando criar uma rede de relações social-natural-cultural-ambiental mais complexa e abrangente, que visava explicar de forma mais holística a causa dos desastres naturais (ALMEIDA, 2011).

Desta forma, até 1970 as abordagens teórico-metodológicas eram estritamente focadas na análise física dos perigos naturais, não os correlacionando com as populações atingidas ou demais fatores agravantes, como variáveis demográficas e sociais. O conceito de vulnerabilidade surgiu a partir da inclusão das dimensões socioculturais na análise dos riscos (ALMEIDA, 2011). Desde então, seu conceito vem se tornando cada vez mais importante, contribuindo na identificação e compreensão dos fatores associados às situações de risco, bem como das

dimensões responsáveis pela redução da resiliência das populações humanas (CUTTER, 2003).

Neste trabalho o conceito adotado de vulnerabilidade aplica-se à situações onde aparecem três principais elementos: a exposição ao risco, a fragilidade ou incapacidade de reação e a capacidade de adaptação ou resiliência diante do risco (DESCHAMPS et al., 2009; MOSER, 1998). Sob esse conceito, a vulnerabilidade estaria relacionada à capacidade de um indivíduo ou população de antecipar, sobreviver, resistir e se recuperar diante de uma situação de risco (BLAIKIE et al., 1994 *apud* ALMEIDA, 2011). Alguns dos principais fatores não-naturais relacionados ao grau de vulnerabilidade são a pobreza, a idade, o gênero, a etnia e a classe social dos indivíduos, que podem ajudar a identificar se uma população possui maior ou menor predisposição a sofrer danos diante de uma ameaça (ALMEIDA, 2011).

O conceito de vulnerabilidade socioambiental pode ser definido como a junção ou acumulação de riscos sociais e ambientais em uma determinada região ou área geográfica. A coexistência desses fatores de vulnerabilidade faz com que outras situações de risco, como é o caso da pobreza e das privações sociais, sejam intensificadas por cenários de degradação e riscos ambientais (como a poluição, a ausência de saneamento básico e o maior contato com doenças). Portanto, a vulnerabilidade socioambiental se relaciona às populações residentes em áreas onde existem a coexistência ou sobreposição espacial de fatores de risco sociais e ambientais, estabelecendo justamente a integração dessas duas dimensões (ALVES; TORRES, 2006; ALVES, 2006).

Uma pessoa, portanto, é considerada vulnerável quando pode ser atingida ou lesionada, sem capacidade de recuperação ao estado original. Considerando que um cenário de total invulnerabilidade seria quase impossível de ser alcançado, determina-se que o grau de vulnerabilidade poderá ser medido ou estimado através do acesso a recursos e alternativas voltadas para enfrentar as situações de risco (VIGNOLI, 2001).

A capacidade de resposta ou resiliência de uma população, diante dos riscos está diretamente relacionada à pobreza e a diferentes graus de vulnerabilidade, perpassando por diversos fatores e campos, como sociais, econômicos ambientais,

tecnológicos e políticos (MENDONÇA, 2004). Desta forma os grupos mais pobres da população geralmente também são os mais vulneráveis, pois necessitam de fontes de auxílio externo, como ajuda do próprio Estado, tendo em vista sua frágil situação econômica e social, a qual reduz sua resiliência (ESTEVES, 2011).

Diante disto, observa-se a inter-relação entre o conceito de vulnerabilidade social (ou socioambiental) e as populações ou grupos de indivíduos que, diante de um contexto social-ambiental específico, são mais ou menos vulneráveis e apresentam distintas capacidades de resposta e adaptação (VIGNOLI, 2001). Assim, as populações mais vulneráveis estariam diretamente relacionadas a regiões e contextos com maiores graus de exposição ao risco ou ameaça, tornando-as mais sensíveis e com menores chances de adaptação (ESTEVES, 2011; MOSER, 1998).

Relaciona-se também a esse conceito o conceito de (in)justiça ambiental, tendo em vista o surgimento e crescimento de sociedades que geram e distribuem, de forma não equitativa, os riscos ambientais e sociais que produzem ou a que estão expostos (DESCHAMPS et al., 2009). A luta pelo reconhecimento das desigualdades ambientais e o movimento de justiça ambiental surgiu nos Estados Unidos na década de 1980, contribuindo para as análises das relações entre degradação ambiental e injustiça social a partir da articulação de lutas de caráter social, territorial, ambiental e de direitos civis (ACSELRAD, 2002; DESCHAMPS et al., 2009; ZHOURI, 2008).

A ideia de justiça ambiental defende a equidade na distribuição qualitativa do meio ambiente e visa articular novas discussões para o tema meio ambiente e escassez, na medida em que denuncia as desigualdades ambientais, centradas na falta de equidade e divisão injusta de diferentes qualidades do meio ambiente em que as populações humanas estão inseridas (ACSELRAD, 2002; ZHOURI, 2008).

Os estudos na América Latina sobre vulnerabilidade socioambiental urbana visam construir um panorama que identifique os fatores socioambientais que geram e/ou sofrem influência, diante da presença das populações pobres em áreas de risco. Esse campo de análise está ligado ao processo de adensamento populacional, às situações de segregação espacial, à exclusão social urbana e às dinâmicas das injustiças ambientais, fatores que são intensificados pela ineficácia do poder público

e pelo crescimento demográfico associado a um processo de inserção espacial não-planejado e assimétrico (MAIOR; CÂNDIDO, 2014).

As metodologias de análise utilizadas no campo das vulnerabilidades são capazes de construir e decifrar melhor as diversas relações entre as dimensões envolvidas, podendo ser analisadas através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (CUTTER, 2011). Essas análises voltadas para a vulnerabilidade socioambiental visam identificar e entender não somente os fatores que tornam as comunidades e sistemas vulneráveis, mas também sua capacidade de resposta (BORTOLETTO et al., 2010). As ciências das vulnerabilidades, ao contribuírem para essas análises em diversas realidades e regiões, oferecem base empírica, auxiliando na identificação e elaboração de estratégias e políticas públicas de controle e mitigação de riscos e impactos gerados (ALMEIDA, 2011; BORTOLETTO et al., 2010; CUTTER, 2011).

3.5 Vulnerabilidade socioambiental relacionada à dengue no Brasil

Com relação às enfermidades transmitidas por vetores, como é o caso da dengue, deve-se considerar a relação entre a doença e o meio onde elas se inserem, pois sua ocorrência se deve, em grande parte, às complexidades do ambiente (AQUINO JUNIOR; MENDONÇA, 2012). Assim, a presença e a criação de espaços urbanos desiguais são fundamentais para que identificar os fatores de intensificação das vulnerabilidades para a saúde humana (AQUINO JUNIOR, 2010).

A dengue pode ser considerada como um ótimo exemplo, já que as redes urbanas demonstram grande influência epidemiológica sobre a doença, gerando inclusive desigualdades geográficas e criando ambientes ideais para a sobrevivência e reprodução do vetor (AQUINO JUNIOR, 2010). Assim, as populações se encontram mais vulneráveis em situações onde os fatores climáticos e socioambientais são favoráveis ao desenvolvimento e ação do vetor da dengue, podendo ocasionar surtos e epidemias da doença. Nesse sentido, o conhecimento da dengue em todas as suas dimensões é essencial, principalmente por parte da população mais vulnerável, de modo que indicadores de potencial de susceptibilidade e de infecção futura sejam mais precisamente estimados (YOKOO; FERREIRA, 2016).

3.5.1 Urbanização e desigualdades socioambientais e econômicas

A constante modificação dos habitats naturais pelo homem e a formação de áreas urbanas e industriais levam a sociedade a se deparar com situações de dificuldade ou impossibilidade de resolver desafios e problemas. Tais modificações causadas pelos centros urbanos e por sua ocupação indiscriminada provocam mudanças na atmosfera local e desencadeiam, conseqüentemente, problemas ambientais de todos os tipos, de poluição, inundações e ilhas de calor à disseminação de doenças, como a dengue (ROSEGHINI, 2013).

Principalmente nos países tropicais há a ocorrência de graves epidemias de dengue devido às condições favoráveis de clima associados à urbanização e à ineficácia das políticas públicas de saúde, que favorecem o desenvolvimento do *Aedes aegypti* (MENDONÇA, 2003, 2005; ROSEGHINI, 2013). Além disso, os processos de urbanização, aliados à eminência das variações climáticas, têm gerado preocupações e ganhado ainda mais importância no cenário global nas últimas décadas, devido às possíveis conseqüências do aquecimento climático global. A relação íntima entre os processos de urbanização e as variações climáticas que se manifestam em escala global tem criado dificuldades adicionais aos problemas de gestão pública e epidemiológica no nível local, gerando pressões adicionais sobre a governança local do clima e de suas conseqüências para as populações (ROSEGHINI, 2013).

O combate ao *Aedes aegypti* no início do século XX no Brasil era uma tarefa mais fácil, já que na época as populações urbanas representavam apenas 20% do total e a produção de lixo era predominantemente orgânico. Atualmente o controle tem sido mais complicado, devido ao aumento da população urbana para 80% e à maior produção de resíduos inorgânicos favoráveis à reprodução do mosquito (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012; UJVARI, 2012).

Além disso, todas as diferenças socioeconômicas, políticas, culturais, ambientais e geográficas vinculadas ao meio urbano também dificultam o controle da dengue. Diante disto deve-se reconhecer que os problemas atuais relacionados com a disseminação da dengue em países como o Brasil originam-se principalmente como as populações urbanas e relacionam-se diretamente com as condições e

estilos de vida que possuem e desenvolvem ao longo do tempo (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

Esse cenário torna-se ainda mais preocupante se são consideradas as estimativas de que os problemas associados à rápida e desordenada urbanização, principalmente nos países de baixa renda, devem se intensificar nas próximas décadas. Assim, a urbanização, em conjunto com o desenvolvimento econômico, em paisagens expostas a riscos climáticos pode provocar o aumento da exposição de assentamentos urbanos e redução da resiliência dos sistemas naturais (IPCC, 2007, 2014).

O processo de urbanização no Brasil, em particular, não foi devidamente acompanhado pelo acesso da população aos serviços de saneamento básico, como distribuição de água, coleta e tratamento de esgotos, e coleta e disposição adequada de resíduos sólidos. Assim, esses fatores foram decisivos para o aumento das taxas de poluição e proliferação de doenças como a dengue no contexto nacional (UMBELINO, 2004 *apud* UMBELINO et al., 2007; TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

Além disso, a urbanização brasileira gerou condições precárias de moradia, desigualdade de renda e carência de atendimento a serviços públicos, principalmente pela população mais pobre e vulnerável, em termos socioambientais, intensificando a concentração espacial das vulnerabilidades socioambientais (CARVALHO; BRAGA, 2001 *apud* UMBELINO et al., 2007; FREITAS; MONTE-MÓR; BRAGA, 2003).

Nesse contexto, os principais fatores que ocasionaram o ressurgimento da dengue no Brasil foram a inadequação dos serviços de saneamento e das medidas de controle do vetor em áreas urbanas, bem como os cortes nos programas de prevenção. A notificação de milhares de casos em áreas centrais também confirmou o caráter urbano da dengue e sua relação com fatores de vulnerabilidade da população atingida, na medida em que demonstrou elevada incidência e mortalidade nos bairros periféricos e favelas nos países em desenvolvimento, como no caso brasileiro (AQUINO JUNIOR, 2010; TAUIL, 2001).

Soma-se a isso um constante cenário de instabilidade e crise política e econômica, prejudicando o mercado de trabalho e a estabilidade socioeconômica

das famílias. Essa situação de desemprego, ausência de oportunidades, pobreza, falta de proteção e fragilidade social estaria diretamente ligada à vulnerabilidade e à susceptibilidade a crises epidemiológicas (MAIOR; CÂNDIDO, 2014).

Nesse sentido, não é possível tratar a vulnerabilidade socioambiental sem considerar a ocupação e expansão para áreas periféricas. São esses locais que as populações de baixa renda buscam como opção viável de moradia, seja devido a sua alta desvalorização patrimonial ou por serem áreas públicas ou de preservação. Essa condição impõe às pessoas de baixa renda a necessidade de residirem em áreas extremamente degradadas e de risco, com más condições urbanísticas, sem infraestrutura adequada, em terrenos de alta declividade com risco de desabamento ou próximo a lixões e cursos d'água (ALVES, 2007; MAIOR; CÂNDIDO, 2014). O Brasil possui uma parcela significativa da população vivendo em áreas e situações degradantes, com pouco ou nenhum acesso a serviços públicos e infraestruturas básicas, tornando-as extremamente vulneráveis a todo tipo de risco (ESTEVES, 2011), incluindo o risco de contração da dengue.

O *Aedes aegypti*, enquanto um inseto que prefere ambientes domésticos urbanos e seus hábitos de reprodução serem diretamente associados ao armazenamento de água, ações de educação, principalmente, de crianças e jovens voltadas para o controle e manejo do próprio ambiente doméstico auxiliariam na eliminação dos focos da dengue (MARTEIS; MAKOWSKI; SANTOS, 2011). As escolas constituem-se enquanto ambientes privilegiados de mobilização da população no combate à dengue, já que são de fundamental importância para a educação voltada para a saúde pública. O ambiente escolar possui representatividade, tanto por reunir membros de várias famílias como por ter a oportunidade de aproximar e discutir problemas existentes na sociedade, além da vantagem de trabalhar com crianças e jovens que, em geral, são mais abertos a uma mudança de atitude que os adultos (REGIS et al., 1996).

Portanto, uma das soluções viáveis para a dengue estaria não exclusivamente nas campanhas públicas ou fiscalização punitiva, mas na conjunção entre ciência e educação. Essa junção poderia facilitar que os conhecimentos adquiridos pelos alunos fossem além da sala de aula, auxiliando na sensibilização da comunidade com relação ao controle da dengue (MARTEIS; MAKOWSKI;

SANTOS, 2011). A educação, portanto, seria responsável por fornecer conhecimento sobre a dengue e sobre o processo de desenvolvimento do vetor, induzindo a comunidade a uma mudança de comportamento e a ciência responsável por auxiliar na eliminação dos criadouros e manejo do meio ambiente (ANDRADE; BRASSOLATTI, 1998).

3.5.2 Saneamento básico e dengue

Um levantamento realizado pelo Ministério da Saúde em 2011 constatou que a ausência de coleta de lixo e abastecimento de água está diretamente relacionada ao elevado número de notificações de dengue, facilitando o surgimento de criadouros do mosquito. O levantamento foi realizado a partir de uma lista de cidades com risco de surtos da dengue elaborada pelo Ministério da Saúde e combinada com dados de saneamento básico do Censo 2010 do IBGE (PIMENTEL, 2011; TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

A pesquisa mostrou que dos 48 municípios com risco de surtos de dengue, 62,5% possuíam menos da metade das residências com acesso a serviços de saneamento adequado¹. Estimou-se também que 39 das 48 cidades com risco de surto estão localizadas no Norte e no Nordeste, regiões que possuem os municípios com os menores percentuais de saneamento adequado, sendo que em algumas cidades, esse percentual chega a menos de 5% das residências (PIMENTEL, 2011; TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012). Portanto, a falta de infraestrutura básica em diversos municípios se torna um importante fator de propagação da dengue no Brasil.

Considera-se que o principal problema de combate à dengue em relação ao saneamento está no abastecimento irregular de água, pois ele obriga a população a usar reservatórios provisórios ou até mesmo improvisados como caixas d'água, potes e barris. Em municípios onde o abastecimento de água é intermitente há risco de reprodução dos vetores da dengue pela razão dos residentes anteciparem os períodos de não-fornecimento com armazenamento irregular de água. Esse quadro sugere que os esforços no controle do vetor da dengue devem representar um

¹ Segundo o IBGE, um domicílio é considerado adequado em termos de saneamento quando possui rede geral de abastecimento de água, esgoto ou fossa séptica e coleta de lixo direta ou indireta realizada por uma empresa.

esforço conjunto do Estado e da mudança do comportamento da população (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

Com relação aos resíduos sólidos, a principal preocupação está na ausência de coleta ou destinação inadequada de materiais como garrafas plásticas, tampinhas, e pneus, que podem acumular água da chuva, transformando-se em criadouros do vetor. No Brasil a coleta de lixo também está longe do panorama adequado, alcançando valores muito altos ou próximos a 100% de atendimento apenas nas regiões urbanas. Estima-se que no Brasil são produzidos cerca de 125mil toneladas de lixo por dia, sendo que 32% dos resíduos urbanos estão concentrados em 13 cidades com mais de um milhão de habitantes. No país, 63,6% dos municípios ainda utilizam lixões, causando o destino inadequado dos resíduos (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

A Tabela 4 apresenta os resultados divulgados pelo Ministério da Saúde através do LIRAA – Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti* de 2007 e 2008, demonstrando a relação dos focos de dengue com a ausência de saneamento básico adequado e o descuido da população. Observa-se que no Nordeste os principais focos ocorrem em reservatórios de água devido à precariedade ou ausência de sistemas de abastecimento de água. Na região Norte o maior percentual de focos está nos resíduos sólidos, que não são coletados ou destinados incorretamente. Esse cenário demonstra que a falta de cobertura de serviços básicos de saneamento ainda está presente em diversos municípios brasileiros. Já nas demais regiões os principais criadouros estão dentro das próprias residências, como em vasos de plantas, piscinas e lajes, o que demonstra o papel decisivo do comportamento civil no controle da dengue.

Desta forma pode-se afirmar que a deficiência nos serviços de abastecimento de água e coleta do lixo afetam a ocorrência e controle da dengue no Brasil. Diferentemente de outras epidemias, medidas simples podem ser tomadas para evitar a proliferação do *Aedes aegypti*. A população pode ajudar, por exemplo, mantendo os reservatórios de água sempre vedados, não deixando acumular água nos pratinhos de plantas, evitando acúmulo de lixo ou resíduos que possam acumular água em locais descobertos, limpando os ralos e as calhas e mantendo o lixo sempre fechado (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012).

Tabela 4: Descrição dos principais criadouros do *Aedes aegypti* nas capitais brasileiras segundo regiões e locais predominantes de foco em 2007-2008

Locais com maiores concentrações de criadouros do <i>Aedes aegypti</i> nas capitais brasileiras por regiões em 2008 segundo dados do LIRAA 2007-2008			
Capitais/ Regiões	Porcentagem de criadouros predominantes		
	Abastecimento de água (Caixas d'água, tambores, tonéis, poços, etc.)	Depósitos domiciliares (Vasos, pratos, bromélias, ralos, lajes, piscinas, etc.)	Lixo (Resíduos sólidos)
Norte	37,3	19,1	43,6
Nordeste	62,1	23,6	14,3
Sudeste	21,7	48,7	29,6
Centro-Oeste	25,7	43,2	31,1
Sul	40,0	40,0	20,0

Fonte: Adaptado de Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti* - LIRAA

Os alarmantes números de incidência, o potencial de proliferação e a simplicidade das medidas preventivas revelam que a situação da dengue no Brasil reflete um complexo contexto de ineficácias de atuação, tanto por parte do poder público quanto da sociedade (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012; YOKOO; FERREIRA, 2016). A tarefa de eliminação ou controle da dengue, no entanto, não é simples num contexto como no caso brasileiro. Sua complexidade ocorre em função dos fatores externos relacionados à doença, presentes nas grandes capitais brasileiras, que são responsáveis por elevados valores de notificação de dengue, como aglomerações urbanas, condições inapropriadas de moradia e ausência de saneamento básico (YOKOO; FERREIRA, 2016).

Diante dessas análises e desafios é necessário incorporar as diversas experiências de controle da dengue em âmbito nacional e internacional, promovendo mudanças nos modelos preconcebidos de ação que visem fortalecer a vigilância epidemiológica e a capacidade de estimar fatores de risco associados aos surtos da doença. Portanto, as ações de prevenção da dengue precisam do envolvimento de diversos setores da sociedade, visando a melhoria das condições de moradia, saneamento básico, urbanização e educação escolar (TAUIL, 2001). Além disso, é necessário ampliar e melhorar as ações de combate ao vetor, o conhecimento dos fatores socioambientais relacionados à doenças e reduzir das situações de pobreza e vulnerabilidade urbana (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012). É com vistas a contribuir para a elucidação desses fatores relacionados à distribuição da dengue,

sua sensibilidade ao clima e sua associação com as vulnerabilidades socioambientais que este trabalho foi desenvolvido.

4. Metodologia

O presente estudo foi realizado para o ano de 2010 e apresenta uma análise socioambiental dos casos de notificação por dengue. Foi necessário utilizar informações de diversas dimensões, incluindo epidemiológica, climática, socioeconômica e demográfica. A análise foi realizada para os 5564 municípios brasileiros presentes em 2010 e para o Distrito Federal.

4.1 Banco de dados

Os dados utilizados apresentam três principais grupos de variáveis a serem trabalhadas. O primeiro grupo abrange dados epidemiológicos de notificação de dengue no Brasil. Como as informações são mensuradas no nível municipal, realizou-se uma correção de micronumerosidade para pequenas áreas, utilizando-se o método de Bayes empírico (CARLIN; LOUIS, 2010). O segundo inclui variáveis climáticas de temperatura e precipitação e o terceiro contém variáveis demográficas e socioeconômicas.

As informações de notificações por Dengue são registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN - do Ministério da Saúde. Foram utilizadas as notificações segundo local de residência do paciente e obtida a média dos casos de notificação acumulados entre os anos de 2008 e 2012, divididos pela população total em 2010, para cada município brasileiro. As informações de população foram obtidas através do Censo 2010 do IBGE, as quais foram utilizadas para a construção das taxas de notificação de dengue por município. Esses dados estão disponíveis no portal do Ministério da Saúde no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde MS/DATASUS.

Os dados climáticos de temperatura e precipitação para o ano de 2010 foram obtidos através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos INPE/CPTEC e disponibilizados por pesquisadores das sub-redes Cidades e Urbanização da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Convênio FINEP/Rede Clima 01.13.0353-00). Foram estimados os indicadores de temperatura média anual e desvio padrão da

temperatura anual, medidos em grau célsius (°C). Já para os dados pluviométricos foram utilizados os indicadores de precipitação total anual e o cálculo do desvio padrão da precipitação em milímetros, com base nos valores médios mensais de precipitação (mm).

Os dados demográficos e socioeconômicos foram obtidos através do Censo Demográfico de 2010 no portal DATASUS e no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Foram selecionados 12 indicadores para compor um índice municipal de vulnerabilidade socioambiental, conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5: Indicadores e fontes utilizados no estudo, para o ano de 2010

Dados e Indicadores	Fonte**
Epidemiológicos	
Taxa de notificação de dengue	SINAN - MS/DATASUS
População residente	IBGE
Climáticos	
Temperatura média anual	INPE/CPTEC
Desvio padrão da temperatura	INPE/CPTEC
Precipitação total	INPE/CPTEC
Desvio padrão da precipitação	INPE/CPTEC
Socioeconômicos e Demográficos	
Proporção de crianças com até 4 anos	MS/DATASUS
Proporção de idosos de 60 anos ou mais	MS/DATASUS
Domicílios com mais de dois moradores por cômodo	SIDRA
Taxa de analfabetismo	MS/DATASUS
Proporção de residentes de 15 anos ou mais com baixa escolaridade (até o 2º ciclo do Ensino Fundamental incompleto)	MS/DATASUS
Índice de Gini da renda domiciliar per capita	MS/DATASUS
Porcentagem da população com renda menor que meio salário mínimo	MS/DATASUS
Taxa de desemprego da população de 16 anos e mais	MS/DATASUS
Taxa de trabalho infantil	MS/DATASUS
Porcentagem de domicílios Inadequados segundo critérios determinados pelo IBGE *	SIDRA
Porcentagem de domicílios com abastecimento de água por poço ou nascente na propriedade	SIDRA
Grau de urbanização	SIDRA

* Domicílios inadequados: aqueles que não têm rede geral de abastecimento de água, rede de esgoto ou fossa séptica, coleta de lixo direta ou indireta e possuem mais de dois moradores por dormitório

** SINAN - Sistema de Informação de Agravos de Notificação; IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; MS/DATASUS - Ministério da Saúde/Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde; INPE/CPTEC - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos; SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática

Fonte: SINAN - MS/DATASUS, IBGE, SIDRA, INPE/CPTEC, elaboração própria

As proporções do número de crianças e idosos foram calculadas com base nos registros de população total de cada município. O indicador de baixa escolaridade foi calculado como o número total de residentes no município com até o 2º ciclo do Ensino Fundamental incompleto, dividido pelo total de residentes. Os municípios foram classificados segundo tercís de grau de urbanização.

Os dados demográficos e socioeconômicos foram utilizados na construção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – IVSA, com exceção do indicador de grau de urbanização.

4.2 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental - IVSA

A partir dos dados demográficos e socioeconômicos, foi criado o Índice Municipal de Vulnerabilidade Socioambiental – IVSA, segundo o método proposto em Alkire e Foster (2011a). Esse método combina uma abordagem de contagem dos indivíduos, ou grupos de indivíduos, em situação de privações simultâneas ao mesmo tempo em que permite estabelecer a amplitude, profundidade ou severidade da vulnerabilidade multidimensional estudada (ALKIRE; FOSTER, 2011a).

O método inicialmente determina que para o grupo de indicadores ou dimensões, (d), sejam estabelecidos dois tipos de cortes, sendo o primeiro deles a Linha de privação ou pobreza específica, representado por z . Essa linha de privação determina, para cada indicador ou dimensão utilizada, um valor de corte que indicará se o indivíduo ou grupo de indivíduos analisados será considerado privado ou não naquele indicador (ou dimensão). Caso os valores estiverem abaixo da respectiva linha de corte, serão considerados privados naquela dimensão, enquanto que se forem pelo menos iguais ou acima da linha de corte serão considerados isentos de privação. A partir dessas linhas, cria-se uma matriz binária, denominada de matriz de privação g^0 , onde 0 representa indivíduos isentos de privação e 1, caso contrário. Com base nessa matriz, conta-se o número de dimensões ou indicadores (c) em que o indivíduo possui privações, ou seja, o total de valores “1” por indivíduo (ALKIRE et al., 2010; ALKIRE; FOSTER, 2011a, 2011b).

A segunda linha de corte, denominada de linha de vulnerabilidade multidimensional (k), onde $0 < k \leq d$, determina a quantidade simultânea de dimensões que um indivíduo ou grupo de indivíduos apresenta privações para ser considerado multidimensionalmente vulnerável. Esse valor mínimo de privações

simultâneas é representado por c_i , onde $c_i \geq k$. Se a contagem de privações estiver acima ou igual a k , o indivíduo é considerado multidimensionalmente vulnerável e uma nova matriz censurada binária será gerada. Após a aplicação do segundo corte faz-se a somatória das dimensões em que o indivíduo apresenta privações, representada por $c(k)$, com o objetivo de identificar qual é o seu nível de privações totais. Esse método de “duplo corte” mostra-se eficiente, pois pode ser usado em estudos com diversas dimensões, além de conseguir definir mais claramente situações onde os indivíduos sofrem múltiplas privações (ALKIRE et al., 2010; ALKIRE; FOSTER, 2011a, 2011b). A Figura 5 apresenta um exemplo representativo do método em questão:

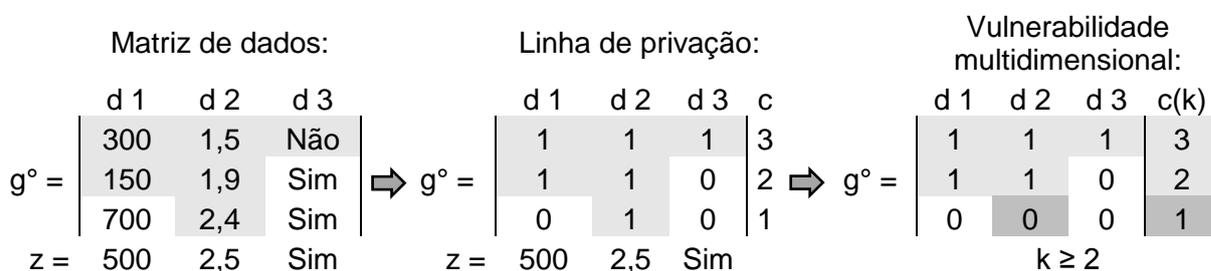


Figura 5: Imagem descritiva do método Alkire e Foster

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Alkire e Foster, 2011b

O índice multidimensional também pode ser utilizado em situações onde se atribuem pesos aos indicadores ou dimensões. Nesses casos, basta substituir a matriz de 0 ou 1 criada pela matriz de pesos determinados para cada dimensão. Como citado anteriormente, o método AF, além de ser facilmente aplicado e de simples descrição, também permite o acompanhamento das mudanças ao longo do tempo através da reaplicação dos cálculos. Ademais, mostra-se apropriado em situações de amplo volume de dados e dimensões, ou quando há presença de dados qualitativos (ALKIRE et al., 2010; ALKIRE; FOSTER, 2011a, 2011b).

No presente estudo, o método AF foi utilizado com o objetivo de definir o grau de vulnerabilidade socioambiental de cada município brasileiro. Portanto, adotamos os municípios como sendo os “indivíduos” da pesquisa e o IVSA - Índice de Vulnerabilidade Socioambiental ($c(k)$), como grau de vulnerabilidade socioambiental. Após a escolha dos indicadores a serem usados na construção do IVSA, determinou-se que a linha de privação unidimensional seria de 2/3 da mediana para cada indicador. Como os indicadores escolhidos definem atributos de maior

vulnerabilidade, os municípios com valores iguais ou acima da linha de corte seriam considerados como privados nas respectivas dimensões.

Na construção do IVSA os indicadores foram divididos em cinco dimensões, sendo elas:

- População: Proporção de crianças e idosos na população;
- Domicílios: Proporção de domicílios com mais de dois moradores por cômodo;
- Educação: Taxa de analfabetismo e proporção de residentes com baixa escolaridade;
- Trabalho e Renda: Índice de Gini, porcentagem da população com baixa renda, taxa de desemprego e taxa de trabalho infantil;
- Ambiental: Porcentagem de domicílios inadequados e porcentagem de domicílios com abastecimento de água por poço ou nascente.

Tabela 6: Indicadores utilizados para a construção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental - IVSA, segundo método de Alkire e Foster, por municípios brasileiros, para o ano de 2010

Indicadores	Linhas de corte*	Pesos**
População		
Proporção de crianças	> ou = 0,048	0,1
Proporção de idosos	> ou = 0,080	0,1
Domicílios		
Moradores por cômodo	> ou = 0,347	0,2
Educação		
Analfabetismo	> ou = 8,60	0,1
Baixa escolaridade	> ou = 0,371	0,1
Trabalho e Renda		
Índice de GINI	> ou = 0,335	0,05
População com baixa renda	> ou = 28,95	0,05
Desemprego	> ou = 3,873	0,05
Trabalho infantil	> ou = 7,40	0,05
Ambiental		
Adequação da moradia – Domicílios Inadequados	> ou = 1,46	0,1
Abastecimento de água – Poço/nascente	> ou = 5,867	0,1

* Estabeleceu-se a linha de corte como 2/3 da mediana para cada indicador

** Pesos distribuídos igualmente por dimensões

Fonte: Censo Demográfico Brasileiro (IBGE/SIDRA, 2010) e Ministério da Saúde/DATASUS, elaboração própria

Ficou determinado que para fins de equidade, cada dimensão teria peso igual, independente da quantidade de indicadores. O peso dos indicadores varia em cada

dimensão, dependendo de quantos indicadores por dimensão existem, mas preserva a representatividade de cada dimensão no indicador final. As linhas de corte e os pesos utilizados para a construção do IVSA estão representados na Tabela 6.

Neste trabalho definiu-se a linha de vulnerabilidade multidimensional, $c(k)$, como sendo de pelo menos 50% do valor de c , que representa a contagem de privações em relação a todos os indicadores utilizados. Ou seja, os municípios que tivessem a soma de privações igual ou maior a 50% [$c(k)=0,5$] seriam considerados vulneráveis.

4.3 Análise dos dados

Os dados foram analisados nos *softwares* Excel (para criação do IVSA) e ArcGis para a análise e representação espacial das informações da notificação de dengue, parâmetros climáticos e do IVSA. As representações espaciais foram feitas através dos métodos de Quebras Naturais – Jenks e Local Indicators of Spatial Association – LISA univariado, também conhecido como Índice de Moran Local (ANSELIN, 1995; COULSON, 1987; JENKS, 1963).

O método de classificações de Quebras Naturais proposto por George Jenks e seus colaboradores, visa determinar a melhor estratificação dos dados, de forma a minimizar a variação dentro de cada classe e maximizar a diferença entre classes (BREWER; PICKLE, 2002; *apud* JENKS, 1977; JENKS; CASPALL, 1971). O método LISA demonstra onde há *clusters* no arranjo espacial para determinado dado, os quais apresentam valores maiores ou menores que o esperado, segundo a distribuição uniforme dos dados. Os *outliers* apresentam pontos ou aglomerações espaciais com valores muito acima ou abaixo da média, em comparação às áreas vizinhas (ANSELIN, 1995).

Foram gerados também os resultados das Correlações de Pearson, no *software* STATA 14.0 MP, que representam o grau e direção da correlação entre duas variáveis e os resultados do Índice de Moran Global e Local, com utilização da distância inversa como conceituação de relação espacial através do *software* ArcGis, que estabelece a autocorrelação espacial de uma variável e sua intensidade (ANSELIN, 1995; BENESTY et al., 2009).

5. Resultados

Os indicadores de taxa de notificação de dengue, IVSA, grau de urbanização e variáveis climáticas foram primeiramente organizados e analisados espacialmente segundo os métodos de Quebras Naturais e LISA univariado. Em seguida realizou-se a análise de correlação entre os indicadores, como pode ser observado a seguir.

5.1 Taxa de notificação

A representação espacial das taxas de notificação por municípios (Figura 6a) demonstra uma concentração de valores elevados na região Centro-Oeste, principalmente nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e valores um pouco menores nos estados de Goiás e Tocantins. Observam-se também altas taxas em municípios da região Sudeste, com destaque para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo e nas Regiões Norte e Nordeste, nos estados de Rondônia, Roraima e Amapá. As altas taxas de notificação de dengue nessas regiões se devem, dentre outros fatores, às condições favoráveis de temperatura e precipitação para o desenvolvimento do *Aedes aegypti*.

O mapa LISA da taxa de notificação por dengue (Figura 6b) apresenta *clusters* de autocorrelação espacial positiva “alto-alto” concentrados principalmente nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste e alguns mais dispersos na região Norte, indicando valores muito acima da média geral. Essas regiões também apresentam *outliers espaciais* (autocorrelação espacial negativa) em alguns pontos específicos, indicando municípios com valores abaixo da média esperada em relação aos municípios vizinhos (“baixo-alto”). A região Sul e uma boa parte do estado de São Paulo e do sul de Minas Gerais apresentam *clusters* de autocorrelação espacial positiva “baixo-baixo”, indicando valores abaixo da média geral. Esse padrão também pode ser observado na parte central e norte do Maranhão que, apesar de apresentar altas temperaturas, favoráveis à proliferação do vetor da dengue, é uma região extremamente árida assim como boa parte da região Nordeste.

Representações da taxa de notificação de dengue no Brasil para o ano de 2010, segundo dados do DATASUS.

Mapa temático da taxa de notificação de dengue, corrigida para a correlação de Bayes, construído segundo método de Quebras Naturais - Jenks.

Mapa LISA da taxa de notificação de dengue, corrigida para a correlação de Bayes, construído segundo o Índice de Moran Local.

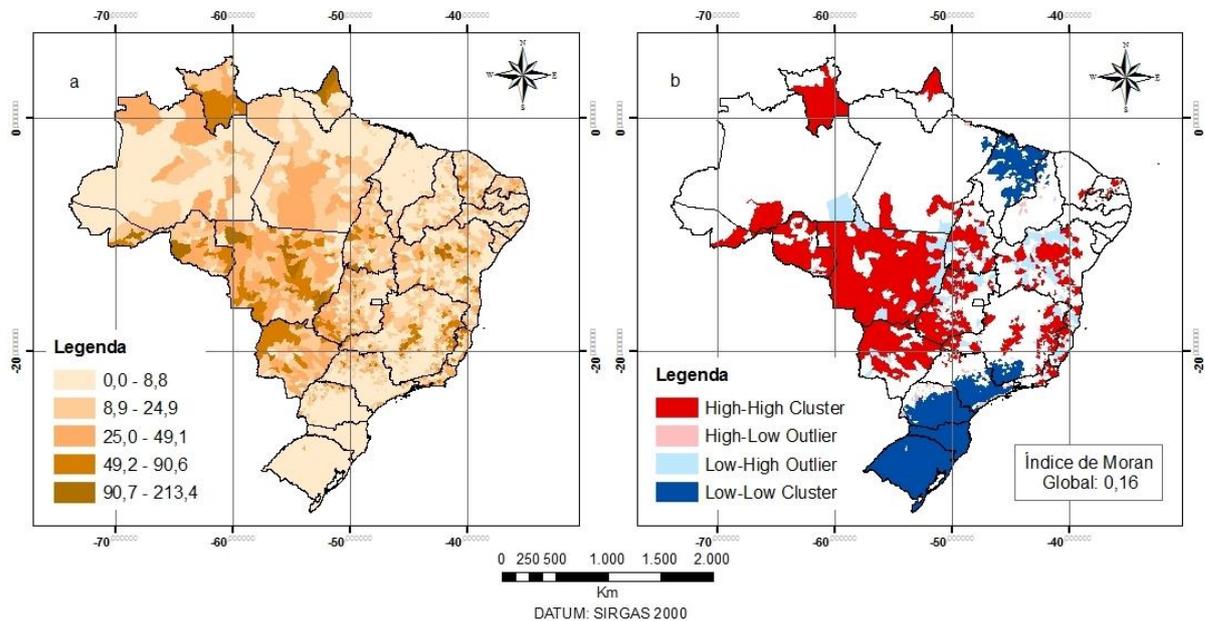


Figura 6: Representações da taxa de notificação de dengue no Brasil para o ano de 2010, segundo dados do DATASUS*

* Taxa de notificação calculada para cada 1.000 habitantes

Fonte: SINAN (Ministério da Saúde/DATASUS, 2008 a 2012), elaboração própria

Podem-se observar também alguns *outliers espaciais* (autocorrelação espacial negativa) dispersos, com valores acima da média esperada em relação aos municípios vizinhos (“alto-baixo”) no Piauí, São Paulo e norte do Paraná. O Índice de Moran Global para a taxa de notificação foi de 0,16, o que representa uma tendência geral de autocorrelação espacial positiva relativamente fraca, pois quanto mais o valor se aproxima de zero maior é a tendência de distribuição espacial aleatória da variável analisada. A combinação dos índices Global e Local mostra que a distribuição espacial das taxas de notificação de dengue ocorre de forma concentrada no território, possivelmente associadas a padrões específicos climáticos e de características socioeconômicas e demográficas dos municípios brasileiros.

A Tabela 7 apresenta as maiores e menores taxas de notificação de dengue registradas no Brasil em 2010, segundo o DATASUS. Observa-se que 386 municípios apresentaram taxa de notificação nula, sendo que 94,3% desses municípios se encontram na região Sul do país, devido às condições desfavoráveis de temperatura para o desenvolvimento do vetor. Dentre os dez municípios com as maiores taxas, 50% são do Mato Grosso, 20% da Bahia e os demais estão localizados nos estados do Acre, Espírito Santo e Paraná.

Tabela 7: Representação dos municípios com as menores e maiores taxas de notificação de dengue registradas em 2010, segundo dados do DATASUS e corrigidas segundo método de correlação de Bayes

Menores taxas de notificação*			Maiores taxas de notificação		
Município	Estado	Taxa de** Notificação	Município	Estado	Taxa de** Notificação
Amaturá	AM	0,0	Jataizinho	PR	146,2
Santa Isabel do Rio Negro	AM	0,0	Pontal do Araguaia	MT	147,4
Tonantins	AM	0,0	Indiavaí	MT	148,1
Melgaço	PA	0,0	Torixoréu	MT	150,5
Santa Cruz do Arari	PA	0,0	Nova Brasilândia	MT	154,7
Laranjal do Jari	AP	0,0	Ribeirãozinho	MT	168,2
Nazária	PI	0,0	São Gabriel	BA	169,0
Botelhos	MG	0,0	Barra do Mendes	BA	200,2
Congonhas do Norte	MG	0,0	Rio Branco	AC	211,5
Dores de Campos	MG	0,0	Ponto Belo	ES	213,4

* Em 2010, 386 municípios brasileiros apresentaram, segundo dados do DATASUS, taxa de notificação de dengue nula. Destes municípios, três são do Amazonas, dois do Pará, um do Amapá, um do Piauí, seis de Minas Gerais, nove de São Paulo, 23 do Paraná, 105 de Santa Catarina e 236 do Rio Grande do Sul

** Taxa de notificação calculada para cada 1.000 habitantes

Fonte: Fonte: SINAN (Ministério da Saúde/DATASUS, 2008 a 2012), elaboração própria

5.2 Índice de Vulnerabilidade Socioambiental - IVSA

A distribuição espacial do IVSA para os municípios brasileiros (Figura 7a) apresenta uma alta concentração de valores iguais ou maiores a 0,8 nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Essa concentração também aparece nas áreas central e norte de Minas Gerais, no norte do Espírito Santo, no sul de São Paulo e em alguns municípios do Paraná e Rio Grande do Sul. Já as áreas com IVSA entre 0 e 0,6 podem ser observadas principalmente em Goiás e boa parte das regiões Sudeste e Sul do país. Tais resultados são esperados, tendo em vista que, principalmente as regiões Norte e Nordeste, bem como o norte de Minas Gerais, historicamente, possuem os maiores índices de vulnerabilidade socioambiental e carência de recursos e infraestrutura básica para a população.

O mapa LISA do IVSA (Figura 7b) apresenta *clusters de autocorrelação espacial positiva* com valores acima da média esperada em relação à vizinhança (“alto-alto”), principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e em grande parte do norte de Minas Gerais e do Espírito Santo. Como já discutido anteriormente, esses *clusters* são esperados devido à vulnerabilidade presente nessas regiões. Os *clusters* de autocorrelação espacial positiva representando valores abaixo da média esperada (“baixo-baixo”) podem ser observados ao sul de

Goiás, Minas Gerais e Rio de Janeiro, bem como em São Paulo e na Região Sul do país.

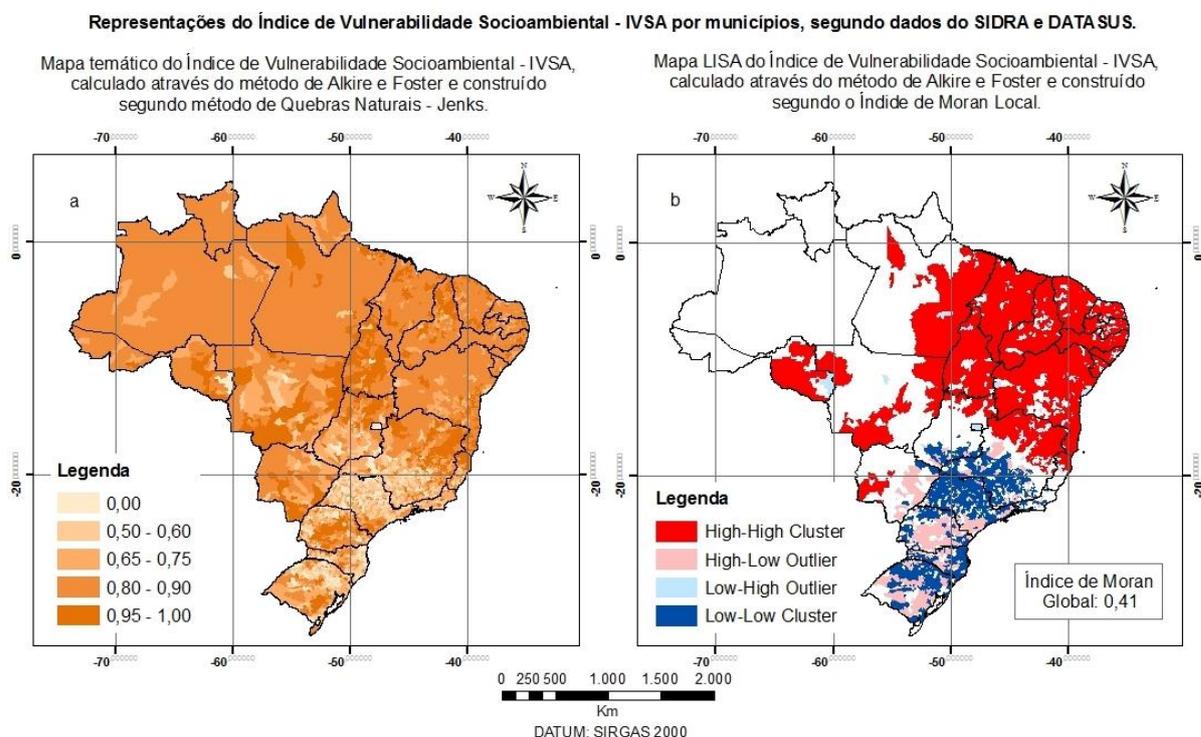


Figura 7: Representações do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – IVSA por municípios, segundo dados do SIDRA e DATASUS

Fonte: Censo Demográfico Brasileiro (IBGE/SIDRA, 2010) e Ministério da Saúde/DATASUS, elaboração própria

Observa-se também que existem pontos isolados de *outliers espaciais* (autocorrelação espacial negativa) com valores abaixo da média dos vizinhos (“baixo-alto”) no Mato Grosso, em Rondônia e no Distrito Federal. Os *outliers espaciais* com valores acima da média esperada (“alto-baixo”) encontram-se principalmente na região Sul e em partes da região Sudeste e Centro Oeste. A distribuição dos *outliers* no mapa LISA apresenta grande semelhança com a distribuição dos valores de IVSA abaixo de 0,60 no mapa de Quebras Naturais. Tal semelhança pode ser indicativa de municípios mais interioranos e subdesenvolvidos, nos casos das áreas em rosa e municípios mais desenvolvidos em relação à vizinhança no caso das áreas em azul claro. O Índice de Moran Global para o IVSA foi de 0,41, representando uma autocorrelação espacial positiva e relativamente moderada, por se aproximar do valor de 0,5, porém, ainda com tendências de distribuição aleatória. O maior valor do Índice de Moran Global para o IVSA comparado ao da taxa de notificação da dengue sugere que mesmo em municípios com melhor desenvolvimento socioeconômico e de condições demográficas mais

favoráveis, as notificações de dengue podem estar refletindo condições climáticas específicas, independente das condições sanitárias, econômicas e demográficas locais.

A Tabela 8 apresenta um breve panorama do IVSA para alguns valores do indicador. Podemos observar que apenas 467 municípios brasileiros se encontram abaixo da linha de vulnerabilidade multidimensional, sendo que, a maioria destes localizam-se nas regiões Sul e Sudeste, consideradas mais desenvolvidas e menos vulneráveis que as demais. Dos 370 municípios que apresentaram valores de IVSA igual a 0,5, ou seja, valor mínimo necessário para ser considerado com vulnerável, 96,2% são da região Sul e Sudeste, acompanhando a tendência descrita acima. Já os municípios com valores máximos de IVSA são predominantemente da região Nordeste, representando 43,1% do total. Pode-se observar que as regiões Sudeste e Centro-Oeste também possuem valor elevado de municípios com IVSA máximo, representando juntas 37,4%.

Tabela 8: Panorama do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental no Brasil. Representação da divisão dos municípios com valores abaixo da linha de corte e dos valores máximos e mínimos considerados como vulneráveis

Panorama do IVSA no Brasil					
Municípios abaixo da linha de corte de pelo menos 50%* Total: 467 municípios		Municípios com IVSA igual a 0,5 Total: 370 municípios		Municípios com IVSA igual a 0,1 Total: 556 municípios	
Nº de municípios	Divisão por regiões	Nº de municípios	Divisão por regiões	Nº de municípios	Divisão por regiões
248	Sul	191	Sul	48	Sul
201	Sudeste	165	Sudeste	138	Sudeste
11	Centro-Oeste	11	Centro-Oeste	70	Centro-Oeste
4	Nordeste	1	Nordeste	240	Nordeste
3	Norte	2	Norte	60	Norte

* Valores do IVSA entre 0,2 e 0,45

Fonte: Censo Demográfico Brasileiro (IBGE/SIDRA, 2010) e Ministério da Saúde/DATASUS, elaboração própria

5.3 Grau de Urbanização

Para o grau de urbanização dos municípios brasileiros foram determinadas três classes: alta, média e baixa urbanização. Na Figura 8a, pode-se observar que os municípios com urbanização alta estão concentrados na região Sudeste, principalmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Também há pontos de concentração em outras regiões, porém estes se encontram mais dispersos. A

região Nordeste é a que apresenta maior concentração de municípios com baixa urbanização, com exceção de algumas áreas litorâneas.

A distribuição do mapa LISA (Figura 8b) para o grau de urbanização se assemelha ao mapa temático da variável. Podem-se observar *clusters de autocorrelação espacial positiva* com valores acima da média (“alto-alto”) nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, bem como na área central do Tocantins e ao norte do Paraná. Os *clusters* apresentando valores abaixo da média em comparação aos municípios vizinhos (“baixo-baixo”) encontram-se, principalmente, na região Nordeste e em partes da região Sul e Norte do país.

Os *outliers espaciais* com valores abaixo da média em relação à vizinhança (“baixo-alto”) encontram-se na região Centro-Oeste e nos estados do Tocantins e Paraná, enquanto que os *outliers* acima da média local (“alto-baixo”) estão nas regiões Sul, Nordeste e Norte e em parte de Minas Gerais. O Índice de Moran Global foi de 0,28, representando uma tendência geral de autocorrelação espacial positiva, porém relativamente fraca e aleatória.

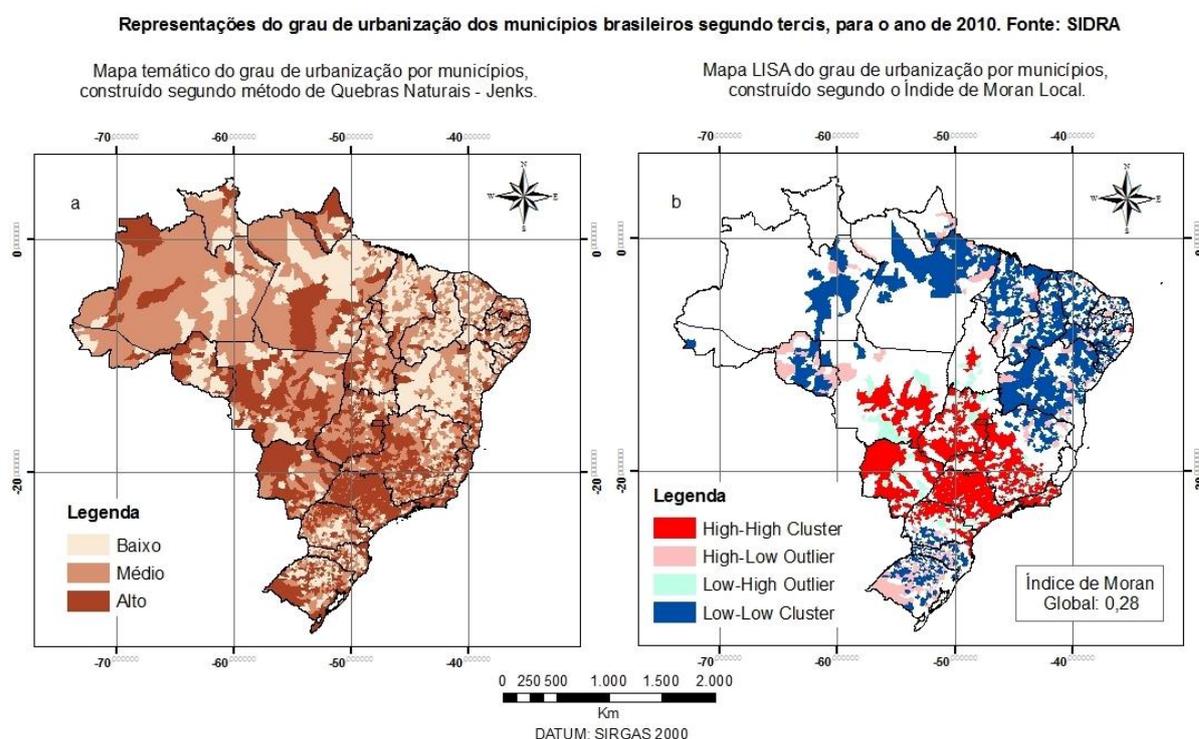


Figura 8: Representações do grau de urbanização dos municípios brasileiros segundo tercís, para o ano de 2010

Fonte: Censo Demográfico Brasileiro (IBGE/SIDRA, 2010), elaboração própria

A Tabela 9 apresenta a relação de municípios com as menores e maiores porcentagens de urbanização. Os 10 municípios menos urbanizados encontram-se

nas regiões Nordeste (40%), Sul (40%) e Norte (20%). Já os municípios inteiramente urbanos somam um total de 74, sendo que 66,2% (49 municípios) estão na região Sudeste do país, principalmente no estado de São Paulo, que conta com 32 municípios.

Tabela 9: Representação dos municípios com as menores e maiores taxas de urbanização registradas em 2010, segundo dados do SIDRA

Menores taxas de urbanização			Maiores taxas de urbanização*		
Município	Estado	Urbanização	Município	Estado	Urbanização
Uiramutã	RR	0,0%	Fortaleza	CE	100%
Marcação	PB	0,0%	Natal	RN	100%
Careiro da Várzea	AM	4,8%	Recife	PE	100%
Chувиска	RS	6,3%	Aracaju	SE	100%
Itati	RS	8,0%	Salvador	BA	100%
Barra de Santana	PB	8,5%	Belo Horizonte	MG	100%
Limoeiro de Anadia	AL	9,4%	Vitória	ES	100%
Coronel Pilar	RS	9,4%	Rio de Janeiro	RJ	100%
Antônio Olinto	PR	9,5%	Curitiba	PR	100%
Águas Belas	PE	10,1%	Porto Alegre	RS	100%

* O número de municípios com urbanização igual a 100% foi de 74, porém, optou-se por representar na tabela apenas as capitais. Dos 74 municípios inteiramente urbanos, 49 são da região Sudeste, 14 da região Nordeste, nove da região Sul e as regiões Norte e Centro-Oeste, apresentam apenas um município cada.

Fonte: Censo Demográfico Brasileiro (IBGE/SIDRA, 2010), elaboração própria

5.4 Temperatura e Precipitação

A representação da distribuição espacial da temperatura média, segundo municípios (Figura 9a) demonstra a concentração de altas temperaturas na região Norte e Nordeste e ao norte do Mato Grosso, característico dos climas Equatorial, Tropical e de Cerrado e das baixas latitudes e proximidade com a linha do Equador. Esse padrão também pode ser observado na parte oeste e norte do Mato Grosso do Sul, onde o clima tropical e a presença do Complexo do Pantanal influenciam na temperatura local.

Observa-se também a presença de temperaturas médias em torno de 22 a 24°C em boa parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste e na região central e sul da Bahia, devido às latitudes um pouco mais altas e algumas regiões com altitude elevada. Já as temperaturas médias mais baixas entre, aproximadamente, 0 e 22°C podem ser observadas principalmente na região Sul e em boa parte de Minas e no sul de São Paulo, também influenciadas pelas altas latitudes e, em alguns casos, pontos de altitudes elevadas.

Representações das variáveis climáticas utilizadas para o Brasil, no ano de 2010, segundo dados do INPE/CPTEC.

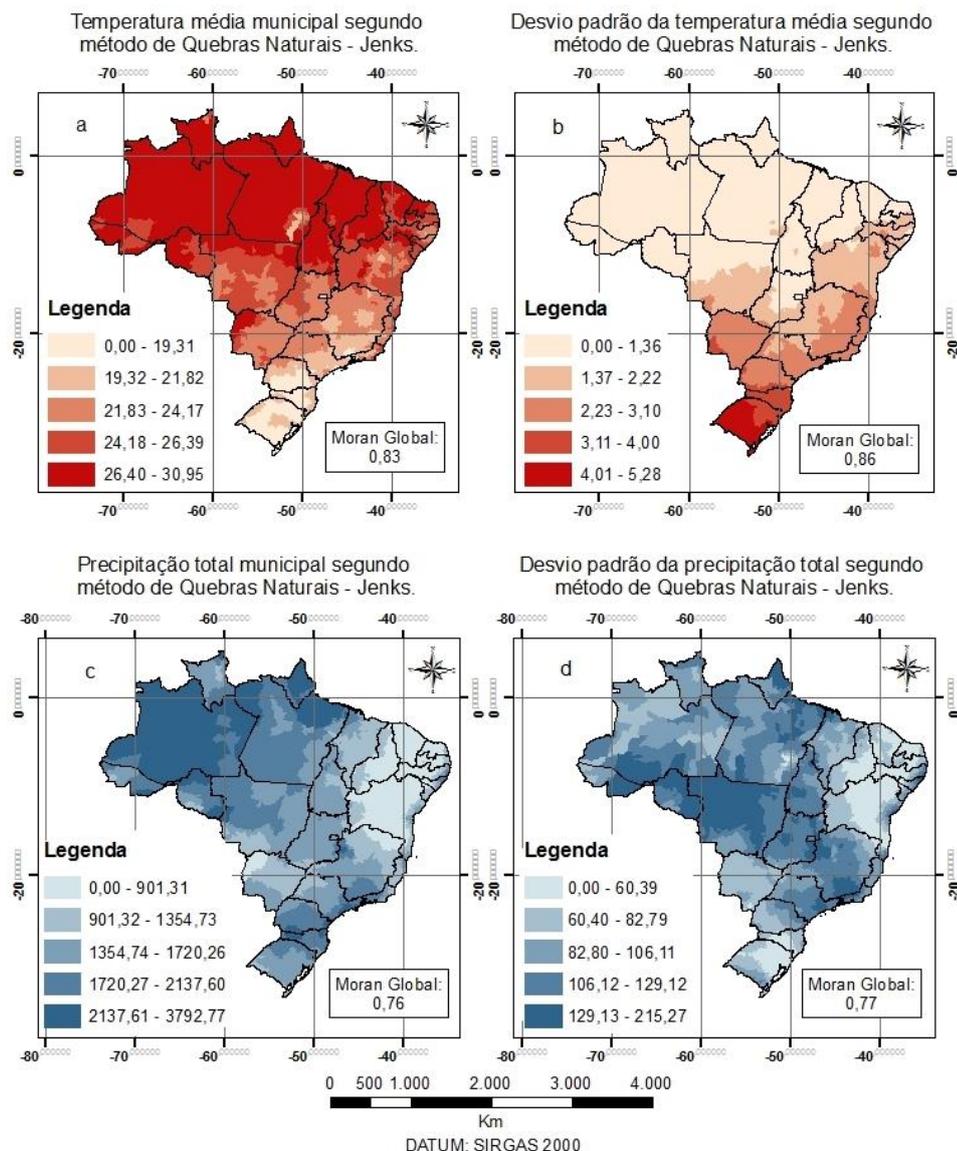


Figura 9: Representações das variáveis climáticas utilizadas para o Brasil, no ano de 2010, segundo dados do INPE/CPTEC

Fonte: INPE/CPTEC – Sub-redes Cidades e Urbanização da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Convênio FINEP/Rede Clima 01.13.0353-00), elaboração própria

A representação do desvio padrão da temperatura média, observada na Figura 9b, demonstra baixa variância em relação à média geral na região Norte e em parte das regiões Centro-Oeste e Sudeste, devido à baixa amplitude térmica durante o ano. Observa-se que os valores de desvio padrão se elevam à medida que a latitude aumenta, indicando forte relação com a amplitude térmica entre os meses de inverno e verão. Os Índices de Moran Global para a temperatura média e desvio padrão da temperatura foram, respectivamente de 0,83 e 0,86, demonstrando uma tendência geral de autocorrelação espacial positiva forte.

A distribuição da precipitação total (Figura 9c) apresenta volumes mais elevados nas regiões Norte e Sul e em algumas partes das regiões Centro-Oeste e Sudeste. Esses altos volumes têm relação com o tipo de vegetação, clima e latitude dessas regiões. Já a região Nordeste e o norte de Minas Gerais apresentam volumes baixos de chuva, principalmente por ser uma região de clima árido e pela presença de vegetação típica de caatinga e cerrado.

Com relação ao desvio padrão da precipitação total (Figura 9d), as áreas que apresentam maior variância comparada à média são as regiões Sudeste e Centro-Oeste e partes da região Norte, devido às diferenças de precipitação entre os meses mais secos e úmidos do ano. Já a região Nordeste apresenta baixo desvio padrão em relação à média, uma vez que há pouca diferença nos volumes de precipitação ao longo do ano, indicando que a pluviosidade é relativamente baixa na maioria dos meses. Da mesma forma a região Sul apresenta baixo desvio-padrão, sendo um indicativo de que a precipitação na maioria dos meses é relativamente alta. Os Índices de Moran Global para a precipitação total e desvio padrão da precipitação também demonstraram uma tendência geral de autocorrelação espacial positiva forte.

Tabela 10: Representação dos municípios com as menores e maiores temperaturas médias registradas entre os meses de 2010, segundo dados do INPE/CPTEC

Menores temperaturas médias			Maiores temperaturas médias		
Município	Estado	Temperaturas médias (°C)	Município	Estado	Temperaturas médias (°C)
Urupema	SC	15,70	Carnaubais	RN	29,86
São Joaquim	SC	15,76	Alto do Rodrigues	RN	29,99
Areias	SP	15,88	Baraúna	RN	30,32
Caçador	SC	15,96	Porto do Mangue	RN	30,46
Lebon Régis	SC	15,97	Tibau	RN	30,53
Rio Rufino	SC	15,97	Jacareacanga	PA	30,74
Jaquirana	RS	15,99	Serra do Mel	RN	30,87
São José do Barreiro	SP	16,05	Areia Branca	RN	30,91
Painel	SC	16,09	Mossoró	RN	30,94
Calmon	SC	16,14	Grossos	RN	30,95

Fonte: INPE/CPTEC – Sub-redes Cidades e Urbanização da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Convênio FINEP/Rede Clima 01.13.0353-00), elaboração própria

Observa-se na Tabela 10 os dez municípios brasileiros com as maiores e menores temperaturas médias registradas em 2010. Dentre as menores temperaturas nota-se que 80% dos municípios estão na região Sul do país, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e 20% no estado de São Paulo. Já

entre as maiores temperaturas médias anuais, 90% foram registradas no estado do Rio Grande do Norte e 10% no Pará.

Tabela 11: Representação dos municípios com as menores e maiores precipitações totais registradas entre os meses de 2010, segundo dados do INPE/CPTEC

Menores precipitações totais			Maiores precipitações totais		
Município	Estado	Precipitação total (mm)	Município	Estado	Precipitação total (mm)
Irauçuba	CE	241,02	Rio Grande da Serra	SP	3149,67
Tejuçuoca	CE	283,34	Amapá	AP	3208,27
Apuiarés	CE	287,52	Praia Grande	SP	3357,74
Pentecoste	CE	292,01	Calçoene	AP	3420,73
General Sampaio	CE	296,32	Cubatão	SP	3428,22
Galinhos	RN	302,86	São Vicente	SP	3433,02
Guamaré	RN	303,96	Oiapoque	AP	3442,08
Presidente Jânio Quadros	BA	325,48	Santos	SP	3563,71
Macau	RN	334,61	Guarujá	SP	3758,13
Pedro Avelino	RN	338,01	Bertioga	SP	3792,77

Fonte: INPE/CPTEC – Sub-redes Cidades e Urbanização da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Convênio FINEP/Rede Clima 01.13.0353-00), elaboração própria

Os dez municípios com as maiores e menores precipitações em 2010 também foram analisados Tabela 11. Entre os menores valores registrados, todos os municípios encontravam-se na região Nordeste, sendo que 50% eram do estado do Ceará e 40% do estado do Rio Grande do Norte. Já entre os maiores valores de precipitação, 70% dos municípios eram do estado de São Paulo e 30% do estado do Amapá.

5.5 Correlação entre Taxas de Notificação e as demais variáveis

A Tabela 12 apresenta os valores das correlações lineares de Pearson entre as taxas de notificação de dengue e os demais indicadores analisados segundo graus de urbanização por tercis e urbanização geral.

Para a urbanização geral observa-se correlação positiva relativamente fraca entre notificação de dengue e os indicadores IVSA, temperatura média e desvio padrão da precipitação entre 0,0599 e 0,2238 sugerindo que as taxas de notificação de dengue no Brasil sofrem pouca influência linear desses indicadores. Observa-se também valores de correlação negativa relativamente fraca entre taxas de notificação e desvio padrão da temperatura, tendo em vista que, valores elevados desse indicador, em geral estão relacionados com maiores amplitudes térmicas entre os meses mais quentes e frios do ano dificultando o desenvolvimento e ação do vetor da dengue.

Tabela 12: Correlação de Pearson entre taxa de notificação de dengue com os demais indicadores por tercis de urbanização e urbanização geral, para os municípios brasileiros em 2010

Grau de urbanização (Geral e por tercil)	Indicadores correlacionados	Correlação de Pearson com a taxa de notificação de dengue
Geral	IVSA	0,0599
	Temperatura média	0,2238
	Desvio padrão da temperatura	-0,1953
	Precipitação total	-0,1547
	Desvio Padrão da precipitação	0,1063
	Urbanização geral com taxa de notificação	0,1725
Baixa urbanização (1º Tercil)	IVSA	0,1728
	Temperatura média	0,2780
	Desvio padrão da temperatura	-0,2607
	Precipitação total	-0,2744
	Desvio Padrão da precipitação	0,0152
	Baixa urbanização com taxa de notificação	-0,1689
Média Urbanização (2º Tercil)	IVSA	0,1268
	Temperatura média	0,2379
	Desvio padrão da temperatura	-0,1818
	Precipitação total	-0,2039
	Desvio Padrão da precipitação	0,0218
	Média urbanização com taxa de notificação	0,0377
Alta urbanização (3º Tercil)	IVSA	0,1048
	Temperatura média	0,2717
	Desvio padrão da temperatura	-0,2329
	Precipitação total	-0,1240
	Desvio Padrão da precipitação	0,1286
	Alta urbanização com taxa de notificação	0,1305

Fonte: SINAN e MS/DATASUS, IBGE, SIDRA, INPE/CPTEC, elaboração própria

Considerando os tercis de urbanização, o maior valor de correlação positiva encontra-se no 3º tercil (alta urbanização), tendo em vista que a dengue é uma doença urbana. Já no primeiro e segundo tercis (baixa e média urbanização, respectivamente), nota-se uma redução expressiva em relação ao valor do terceiro tercil, chegando a apresentar correlação negativa, uma vez que em áreas interioranas raramente ocorrem casos de dengue. Desta forma, pode-se considerar que à medida que o grau de urbanização diminui, a correlação com as taxas de notificação de dengue também acompanha essa tendência de redução.

Também pode ser observada uma tendência de aumento da correlação entre IVSA e taxa de notificação de dengue a medida que o grau de urbanização diminui, tendo em vista que quanto menos urbanizado é o município, mais risco ele tem de

apresentar alta vulnerabilidade socioambiental e desta vulnerabilidade estar associada com a ocorrência de dengue nos municípios. Essa análise pode explicar em parte o fato da correlação entre taxa de notificação de dengue e IVSA ser quase insignificante, uma vez que o IVSA nas regiões urbanas, onde a dengue predomina, possui valores reduzidos se comparado aos municípios interioranos.

As correlações e análises entre as taxas de notificação de dengue e indicadores climáticos, por tercis de urbanização, se assemelham aos resultados encontrados para a urbanização geral dos municípios brasileiros, sugerindo que as taxas de notificação de dengue são influenciadas de forma semelhante por esses indicadores independente do grau de urbanização.

A Figura 10 apresenta a distribuição espacial das taxas de notificação de dengue e do IVSA para fins de análise dos pontos de ocorrência de dengue, comparativamente à vulnerabilidade socioambiental dos municípios. Pode-se observar que em alguns municípios da região Centro-Oeste e Norte e nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia as altas taxas de notificação de dengue coincidem com áreas de alto IVSA. Na região Sul do país e no sul de São Paulo, embora existam aglomerações de municípios com alto IVSA, predominam registros de dengue entre 0 e 8,8 casos a cada 1.000 habitantes, justamente por esta região possuir temperaturas mais amenas em relação ao restante do país.

A distribuição espacial das taxas de notificação e do IVSA ilustram o que já havia sido discutido anteriormente com relação à correlação de Pearson. Os municípios com maior vulnerabilidade estão presentes nas regiões mais interioranas que, na maioria dos casos, também são as regiões mais desfavorecidas e carentes de assistência e infraestrutura básica, como Norte, Nordeste e Centro-Oeste, e áreas do norte de Minas Gerais e Espírito Santo. Entretanto, as maiores taxas de dengue, por apresentarem correlação fraca com o IVSA, coincidem em apenas alguns desses pontos de alta vulnerabilidade, já que se concentram em regiões com maior grau de urbanização. Essas regiões centrais e com grande densidade populacional, geralmente possuem menor vulnerabilidade por receberem mais investimentos e melhorias que os demais municípios.

Representações da taxa de notificação de dengue e do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental - IVSA, para o ano de 2010, segundo dados do SIDRA e DATASUS.

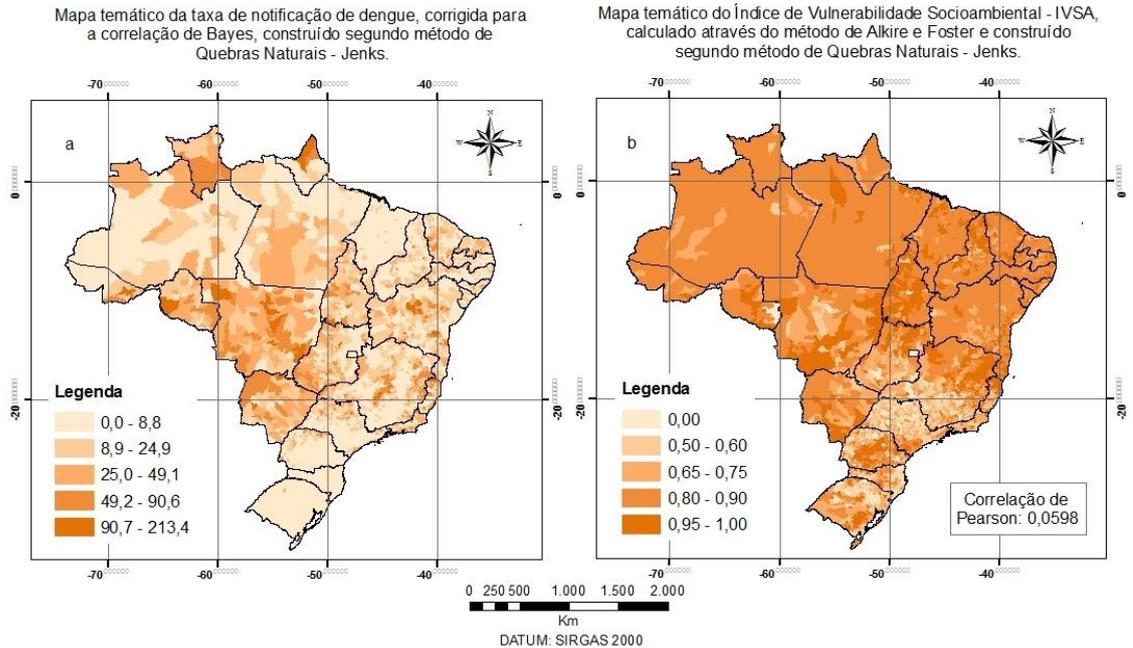


Figura 10: Representações da taxa de notificação de dengue e do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental – IVSA, para o ano de 2010, segundo dados do SIDRA e DATASUS

Fonte: SINAN (Ministério da Saúde/DATASUS, 2008 a 2012), Censo Demográfico Brasileiro (IBGE/SIDRA, 2010), elaboração própria

Representações do grau de urbanização dos municípios brasileiros segundo tercís, para o ano de 2010. Fonte: SIDRA

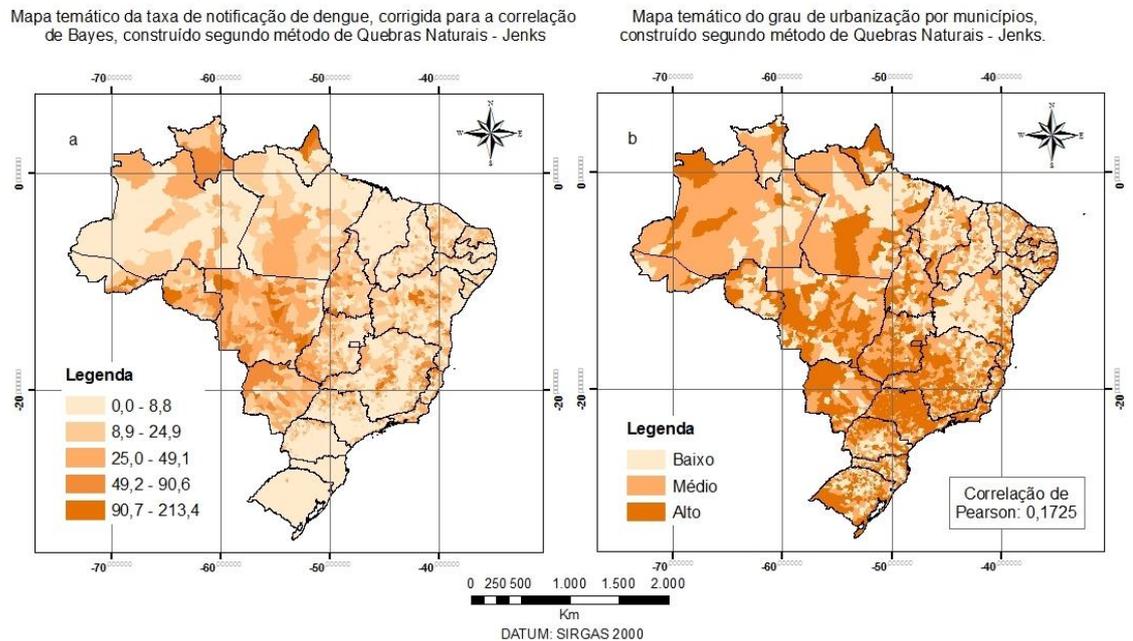


Figura 11: Representações da taxa de notificação de dengue e grau de urbanização, para o ano de 2010, segundo dados do SIDRA e DATASUS

Fonte: SINAN (Ministério da Saúde/DATASUS, 2008 a 2012), Censo Demográfico Brasileiro (IBGE/SIDRA, 2010), elaboração própria

A Figura 11, representando as taxas de notificação e grau de urbanização, demonstra uma relação entre casos ocorridos de dengue com o grau de urbanização

dos municípios brasileiros, como ressaltado anteriormente, segundo resultados da correlação de Pearson. Observa-se que as áreas com maior taxa de notificação, concentradas principalmente na região Centro-Oeste, Sudeste, e em algumas áreas dos estados da região Norte e na Bahia coincidem, em grande parte, com municípios que apresentam médio e alto grau de urbanização.

Representações das variáveis climáticas e da taxa de notificação de dengue para o Brasil, no ano de 2010. Dados: INPE/CPTEC e DATASUS.

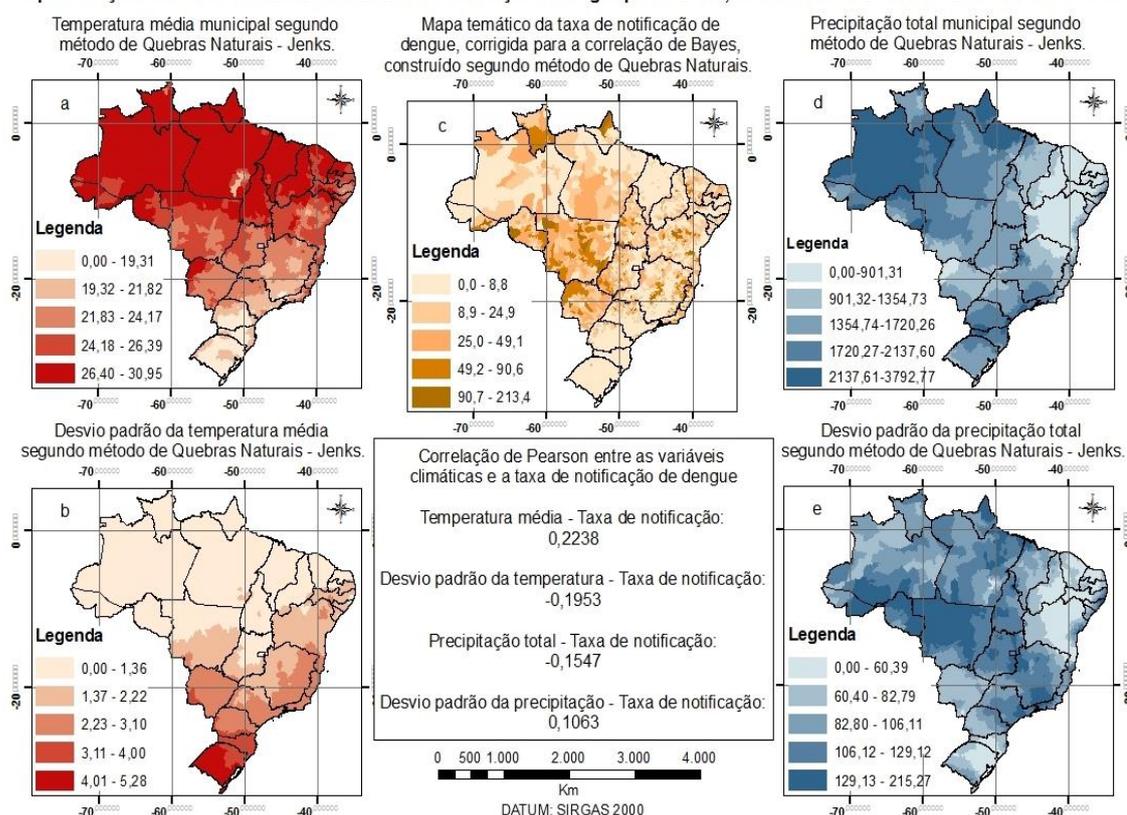


Figura 12: Representações das variáveis climáticas e da taxa de notificação de dengue para o Brasil, no ano de 2010.

Fonte: INPE/CPTEC – Sub-redes Cidades e Urbanização da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Convênio FINEP/Rede Clima 01.13.0353-00), SINAN (Ministério da Saúde/DATASUS, 2008 a 2012), elaboração própria

A correlação entre taxa de notificação e variáveis climáticas está representada espacialmente na Figura 12. Pode-se observar que as regiões com as maiores taxas de notificação de dengue coincidem com valores de temperatura média entre 21,83 e 30,95°C. Já em temperaturas abaixo desse valor a ocorrência de dengue é reduzida, uma vez que o vetor não dispõe das condições de temperatura necessárias para seu desenvolvimento. O mesmo acontece com relação à pluviosidade total, entretanto, observa-se que em regiões onde há intenso volume de chuvas, os criadouros do mosquito são prejudicados, uma vez que, os ovos e larvas podem ser levados com a enxurrada e acabam não conseguindo se

desenvolver. Desta forma pode-se observar que as áreas com maiores taxas de notificação também são aquelas com pluviosidade entre 901,32 e 2137,60 mm.

Com relação ao desvio padrão da temperatura média, observa-se que a maior incidência de dengue ocorre em regiões com baixo e médio desvio padrão, ou seja, regiões com menores amplitudes térmicas durante o ano, apresentando correlação de Pearson negativa fraca de -0,1953. Analisando a correlação entre as taxas de notificação e o desvio padrão da precipitação total, percebe-se que a ocorrência de dengue é maior em regiões com médio e alto desvio padrão, apresentando correlação de Pearson positiva fraca de 0,1063.

6. Conclusão

Este trabalho analisou a associação espacial entre as notificações de dengue, condições meteorológicas, a vulnerabilidade socioambiental e o grau de urbanização dos municípios brasileiros. Os resultados deste trabalho sugerem que o panorama da dengue no Brasil encontra-se intimamente relacionado aos fatores climáticos de temperatura e precipitação como já observado em diversas pesquisas nessa área. Observou-se também uma correlação entre altos graus de urbanização dos municípios e locais de maior ocorrência da dengue.

Porém, visando uma melhor análise final dos resultados obtidos, a Tabela 13 apresenta os valores de correlação linear de Pearson e Índice de Moran Global segundo grau de urbanização e IVSA acima ou abaixo de 0,8. Essa tabela foi construída com o intuito melhorar a análise através da estratificação dos diferentes cenários e realidades urbanas e socioambientais, existentes nos municípios brasileiros.

Pode-se observar, com relação à correlação linear de Pearson entre a taxa de notificação de dengue e as demais variáveis climáticas, para os municípios com alta urbanização e IVSA maior ou igual a 0,8, que existe uma correlação positiva relativamente fraca, sugerindo que as taxas de notificação de dengue sofrem pouca influência linear nesses casos. Em relação a esse mesmo cenário, porém em municípios com média e baixa urbanização e IVSA maior ou igual a 0,8 a influência da temperatura sobre a taxa de notificação aumenta um pouco, porém continua apresentando uma correlação positiva relativamente fraca.

Tabela 13: Correlação de Pearson e Moran Global das variáveis climáticas e de notificação de dengue, segundo graus de urbanização e IVSA, para os municípios brasileiros em 2010

Grupo	Indicador Climático / Taxa de notificação	Correlação de Pearson	Moran Global
		Taxa de notificação da dengue	
Alta Urbanização			
IVSA ≥ 0,8	Taxa de notificação de dengue	-	0,1632
	Temperatura média anual	0,0953	0,5033
	Precipitação total	0,0461	0,4861
	Desvio-padrão da precipitação	0,1752	0,4391
IVSA < 0,8	Taxa de notificação de dengue	-	0,0990
	Temperatura média anual	0,3224	0,2847
	Precipitação total	-0,1762	0,3344
	Desvio-padrão da precipitação	0,1246	0,4779
Média Urbanização			
IVSA ≥ 0,8	Taxa de notificação de dengue	-	0,1769
	Temperatura média anual	0,1312	0,6245
	Precipitação total	-0,1260	0,7241
	Desvio-padrão da precipitação	0,0236	0,6527
IVSA < 0,8	Taxa de notificação de dengue	-	0,1500
	Temperatura média anual	0,3789	0,5671
	Precipitação total	-0,3174	0,4912
	Desvio-padrão da precipitação	0,0397	0,7939
Baixa Urbanização			
IVSA ≥ 0,8	Taxa de notificação de dengue	-	0,1554
	Temperatura média anual	0,1778	0,7166
	Precipitação total	-0,1980	0,7708
	Desvio-padrão da precipitação	-0,0077	0,4911
IVSA < 0,8	Taxa de notificação de dengue	-	0,1115
	Temperatura média anual	0,3871	0,5384
	Precipitação total	-0,3755	0,5109
	Desvio-padrão da precipitação	0,0134	0,4760

Fonte: SINAN e MS/DATASUS, IBGE, SIDRA, INPE/CPTEC, elaboração própria

Com relação ao Índice de Moran Global, calculado segundo graus de urbanização e IVSA, os resultados para as variáveis climáticas analisadas foram bem mais expressivos, principalmente em municípios com IVSA maior ou igual a 0,8. Esses valores demonstraram uma tendência geral de autocorrelações espaciais positivas de intensidade moderada a forte, variando de 0,4391 a 0,7708. Tais resultados evidenciam o caráter e influência espacial das variáveis climáticas sobre a ocorrência de dengue no Brasil. Já com relação aos valores do Índice de Moran

Global para as taxas de notificação de dengue por graus de urbanização e IVSA, observa-se uma tendência geral de autocorrelação espacial positiva de intensidade fraca, variando entre 0,0990 e 0,1769, sendo a concentração de valores mais altos para os graus de urbanização alta e média e IVSA maior ou igual a 0,8 (respectivamente 0,1632 e 0,1769).

Vale destacar, no entanto, que mesmo as grandes cidades brasileiras e o modo de vida atual predominante também colaboram na promoção e reprodução de intensas desigualdades sociais e urbanísticas, gerando expressivas e diversas formas de vulnerabilidades socioambientais. Deste modo, a relação entre dengue e vulnerabilidade socioambiental é mediada por fatores complexos ligados à urbanização e ao contexto climático local, principalmente em regiões periféricas e de alta densidade populacional no Brasil, como é o caso das vilas e favelas, frequentemente presentes na nossa realidade.

Nesse sentido, essa análise demonstra a importância de maiores estudos e formas de análise e/ou recortes diferenciados, visando eliminar possíveis fatores que possam camuflar ou encobrir realidades e influências mais expressivas em nível local. Análises que possam observar a relação entre dengue, vulnerabilidade socioambiental, clima e urbanização através de técnicas econométricas de regimes espaciais (ou regressões espacialmente ponderadas) devem ser consideradas objetivos futuros de análise derivadas deste trabalho.

Evidentemente o estudo de doenças como a dengue perpassa por várias dimensões e formas de análises, devido ao seu caráter abrangente e multidisciplinar. Portanto, se torna relevante salientar a importância do desenvolvimento de novos e maiores estudos na área, tendo em vista a atual e crescente preocupação com a ocorrência de grandes epidemias da dengue no mundo. Estas relacionadas, principalmente, com a eminência das mudanças climáticas globais e a realidade, cada vez mais evidente, das desigualdades socioambientais no mundo.

7. Referências bibliográficas

ACSELRAD, Henri. Justiça ambiental e construção social do risco. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 5, p. 49–60, 2002.

ALKIRE, S. et al. Is the Multidimensional Poverty Index robust to different weights? **OPHI Research in Progress 1a.**, 2010.

ALKIRE, S.; FOSTER, J. Counting and multidimensional poverty measurement. **Journal of public economics**, v. 95, n. 7, p. 476-487, 2011a.

ALKIRE, S.; FOSTER, J. Understandings and misunderstandings of multidimensional poverty measurement. **The Journal of Economic Inequality**, v. 9, n. 2, p. 289-314, 2011b.

ALMEIDA, L. Q. DE. POR UMA CIÊNCIA DOS RISCOS E VULNERABILIDADES NA GEOGRAFIA (a science of the risks and vulnerabilities to geography). **Mercator**, v. 10, n. 23, p. 83-99, 2011.

ALVES, H. P. D. F. Desigualdade ambiental no município de São Paulo: análise da exposição diferenciada de grupos sociais a situações de risco ambiental através do uso de metodologias de geoprocessamento. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 24, n. 2, p. 301–316, 2007.

ALVES, H. P. D. F.; TORRES, H. D. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 44–60, 2006.

ALVES, H. P. DA F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1, p. 43–59, 2006.

ANDRADE, C. F. S; BRASSOLATTI, R. C. Controle da dengue: um desafio à educação da sociedade. **Ciência & Ensino**, 1998.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association—LISA. **Geographical analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

ANVISA. Vacina dengue: esclarecimentos. 2017. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/vacina-dengue-esclarecimentos/219201>. Acesso em: 26 jun. 2018.

AQUINO JUNIOR, J. **A dengue na area urbana contínua de Maringá / PR** : uma abordagem socioambiental da epidemia de 2006/07. 2010. 190 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

AQUINO JUNIOR, J.; MENDONÇA, F. A problemática da dengue em Maringá-PR: Uma abordagem socioambiental a partir da epidemia de 2007. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 8, n. 15, p. 20, 2012.

BARBIERI, A. F. et al. Population transitions and temperature change in Minas Gerais, Brazil: a multidimensional approach. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, p. 461-488, 2015.

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. Dengue fever: a call for local national and international action. **The Lancet**, v. 372, n. 9634, p. 205, 2008b.

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 64, p. 53–72, 2008a.

BENESTY, J. et al. Pearson correlation coefficient. Noise reduction in speech processing, p. 1–4, 2009.

BORTOLETTO, K. C. et al. Indicadores Socioeconômicos e ambientais para a análise da Vulnerabilidade Socioambiental do município de Santos SP. In: **XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento XXV Expositiva**. 2014. p. 1-16.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Doenças infecciosas e parasitárias : guia de bolso / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 8. ed. rev. – Brasília : Ministério da Saúde, 2010. 444 p. : Il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. Saúde Brasil 2010: uma análise da situação de saúde e de evidências selecionadas de impacto de ações de vigilância em saúde/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 372 p.: il. – (Série G. Estatística e Informação em Saúde).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de vigilância epidemiológica / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – 6. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2005. 816 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Programa Nacional de Controle da Dengue. Vigilância Epidemiológica, p. 1–34, 2002.

BREWER, C. A.; PICKLE, L. Evaluation of methods for classifying epidemiological data on choropleth maps in series. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 92, n. 4, p. 662-681, 2002.

CARLIN, B.; LOUIS, T. **Bayes and empirical Bayes methods for data analysis**. Chapman and Hall/CRC, 2010.

CARMO, R. L. D.; SEIXAS, S. R. D. C.; VARGAS, M. C. Vulnerabilidades às mudanças climáticas no litoral paulista: urbanização, saneamento e saúde. **Anais: VI Encontro Nacional da ANPPAS**, p. 18-21, 2012.

CASTRO, C. M. D.; PEIXOTO, M. N. D. O.; RIO, G. A. P. D. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005.

CONFALONIERI, U. E. C. et al. Análise da Vulnerabilidade da população brasileira

aos impactos sanitários das mudanças climáticas. **Relatório final de projeto de pesquisa**, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2005.

CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P. Mudança climática global e saúde: perspectivas para o Brasil. **Revista Multiciência**, v. 8, p. 48-64, 2007.

CONFALONIERI, U. et al. Human health. **Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability: contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, p. 391–431, 2007.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. D. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Editora FIOCRUZ, 1994.

COULSON, M. R. C. In the matter of class intervals for choropleth maps: with particular reference to the work of George F Jenks. **Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**, v. 24, n. 2, p. 16-39, 1987.

CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 93, p. 59-69, 2011.

CUTTER, S. L. The vulnerability of science and the science of vulnerability. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 93, n. 1, p. 1-12, 2003.

DESCHAMPS, M. V. et al. Vulnerabilidade socioambiental nas regiões metropolitanas brasileiras. **Observatório das Metrôpoles**, Fortaleza, CE, p. 184, 2009.

ESTEVES, C. J. D. O. Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais. **Caderno IPARDES-Estudos e Pesquisas**, v. 1, n. 2, p. 62-79, 2011.

FREITAS, A. P. G. D.; MONTE-MÓR, R. L. M.; BRAGA, T. M. **Desenvolvimento, meio ambiente e divisão internacional do trabalho: análise empírica para uma região de concentração de indústrias sujas e intensivas em recursos naturais no Estado de Minas Gerais**. Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.

GUHA-SAPIR, D.; SCHIMMER, B.. Dengue fever: new paradigms for a changing epidemiology. **Emerging themes in epidemiology**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2005.

HAINES, A. et al. Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. **Public health**, v. 120, n. 7, p. 585-596, 2006.

HALES, S. et al. Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. **The Lancet**, v. 360, n. 9336, p. 830-834, 2002.

HALSTEAD, S. B. Dengue in the Americas and Southeast Asia: do they differ?. **Revista panamericana de salud publica**, v. 20, n. 6, p. 407-415, 2006.

HALSTEAD, S. B. Dengue virus–mosquito interactions. **Annual Review of Entomology**, v. 53, n. 1, p. 273–291, 2008.

HALSTEAD, S. B. Dengue. **The lancet**, v. 370, n. 9599, p. 1644-1652, 2007.

IPCC. **Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp, Genebra, Suíça, 2007.

IPCC. **Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**[Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Suíça, 151 pp., 2014.

JENKS, G. F. Generalization in statistical mapping. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 53, n. 1, p. 15-26, 1963.

JENKS, G. F. Optimal data classification for choropleth maps. **Department of Geographiy, University of Kansas Occasional Paper**, 1977.

JENKS, G. F.; CASPALL, F. C. Error on choroplethic maps: definition, measurement, reduction. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 61, n. 2, p. 217-244, 1971.

JOHANSSON, M. A.; CUMMINGS, D. A. T.; GLASS, G. E. Multiyear climate variability and dengue—El Nino southern oscillation, weather, and dengue incidence in Puerto Rico, Mexico, and Thailand: a longitudinal data analysis. **PLoS medicine**, v. 6, n. 11, 2009.

MAIOR, M. M. S.; CÂNDIDO, G. A. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. **Cadernos Metr pole**, v. 16, n. 31, p. 241-264, 2014.

MARTEIS, L. S.; MAKOWSKI, L. S.; SANTOS, R. L. C. Abordagem sobre Dengue na educa o básica em Sergipe: análise de cartilhas educativas. **Scientia Plena**, v. 7, n. 6, p. 1–8, 2011.

MELO, D. P. O. D. **Análise espacial e temporal da distribui o de casos de dengue e do monitoramento de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) em duas regiões de Belo Horizonte (MG): influências das variáveis climáticas e das interven es para controle do vetor**. 2009. 208 f. Disserta o (Mestrado em Parasitologia)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MELTZER, M. I. et al. Using disability-adjusted life years to assess the economic impact of dengue in Puerto Rico: 1984-1994. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 59, n. 2, p. 265-271, 1998.

MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica–notas introdutórias. **Terra Livre**, v. 1, n. 20, p. 205-221, 2003.

MENDONÇA, F. Clima, tropicalidade e saúde: uma perspectiva a partir da intensificação do aquecimento global. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 100–112, 2005.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 10, p. 139–148, 2004.

MENDONÇA, F.. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, n. 4, p. 85–99, 2000.

MOSER, C. O. N. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. **World development**, v. 26, n. 1, p. 1-19, 1998.

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde. Condições de Saúde e Suas Tendências. Saúde nas Américas, v. 1, 2007.

PIEROTE, A. B. **Dengue em Londrina/PR**: políticas públicas de controle e prevenção a dengue a partir da população e dos agentes de saúde. 2009. 239 f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento)-Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

PIMENTEL, C. Número de casos de dengue está relacionado à falta de saneamento adequado. **Agência Brasil, Empresa Brasil de Comunicação**, 2011. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2011-12-20/numero-de-casos-de-dengue-esta-relacionado-falta-de-saneamento-adequado>>. Acesso em: 30 jul. 2018.

PINHEIRO, F. P.; CORBER, S. J. Global situation of dengue and dengue haemorrhagic fever, and its emergence in the Americas. **World health statistics quarterly**, v. 50, n. 3–4, p. 161–169, 1997.

PONTES, R. J. et al. Vector densities that potentiate dengue outbreaks in a Brazilian city. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 62, n. 3, p. 378-383, 2000.

REGIS, L. et al. Controle integrado do vetor da filariose com participação comunitária, em uma área urbana do Recife, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, n. 4, p. 473-482, 1996.

ROSEGHINI, W. F. F. **Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil**. 2013. 153 f. Tese (Doutorado em Geografia, Setor de Ciências da Terra)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SES/SINAN. Casos de Dengue. Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas, 1990 a 2016, 2017. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/fevereiro/10/Dengue-classica-ate-2016.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2018.

SHEPARD, D. S. et al. Economic impact of dengue illness in the Americas. **The**

American journal of tropical medicine and hygiene, v. 84, n. 2, p. 200-207, 2011.

SIQUEIRA, J. B. et al. Dengue and dengue hemorrhagic fever, Brazil, 1981–2002. **Emerging infectious diseases**, v. 11, n. 1, p. 48-53, 2005.

SUAYA, J. A.; SHEPARD, D. S.; BEATTY, M. E. Dengue: burden of disease and costs of illness. **Scientific Working Group: Report on dengue**, Geneva: WHO, p. 1–5, 2007.

TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. 99-102, 2001.

TEIXEIRA, M. D. G. et al. Dengue and dengue hemorrhagic fever epidemics in Brazil: what research is needed based on trends, surveillance, and control experiences? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, p. 1307-1315, 2005.

TEIXEIRA, M. D. G.; BARRETO, M. L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe epidemiológico do SUS**, v. 8, n. 4, p. 5-33, 1999.

TEIXEIRA, M. G. et al. Recent shift in age pattern of dengue hemorrhagic fever, Brazil. **Emerging infectious diseases**, v. 14, n. 10, p. 1663-1663, 2008.

TEIXEIRA, M. G.; BARRETO, M. L. Diagnosis and management of dengue. **BMJ (Online)**, v. 339, n. 7731, p. 1189–1193, 2009.

TIMERMAN, A.; NUNES, E.; LUZ, K. Dengue no Brasil–Doença urbana. 1ª edição. **Limay Editora. São Paulo–SP**, 2012.

UJVARI, Stefan Cunha. **A História da humanidade contada pelo vírus**. Editora Contexto, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2012.

UMBELINO, G. et al. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a preservação dos recursos hídricos e estudos de vulnerabilidade socioambiental. **Forianópolis. Brasil**, 2007.

VIGNOLI, J. R. Vulnerabilidad y grupos vulnerables: un marco de referencia conceptual mirando a los jóvenes. **Población y desarrollo**, v. 17, p. 62, 2001.

WHO. Comprehensive guidelines for prevention and control of dengue and dengue haemorrhagic fever. 2011.

WHO. Dengue haemorrhagic fever: Diagnosis, treatment, prevention and control. Geneva, Suíça, 1997.

WHO. Global strategy for dengue prevention and control 2012-2020. Geneva, Suíça, 2012.

WHO. Using Climate to Predict Infectious Disease Outbreaks : A Review. 2004.

WHO. WHO Report on Global Surveillance of Epidemic-prone Infectious Diseases. International Encyclopedia of Public Health, 2000.

YASUNO, M.; TONN, R. J. A study of biting habits of *Aedes aegypti* in Bangkok, Thailand. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 43, n. 2, p. 319-325, 1970.

YOKOO, S. C.; FERREIRA, M. E. M. C. Avaliação da ocorrência de dengue em Campo Mourão-PR, de 2006 a 2010, numa perspectiva socioambiental. **Revista Percurso**, v. 8, n. 1, p. 33-58, 2016.

ZHOURI, A. Justiça ambiental, diversidade cultural e accountability. Desafios para a governança ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 23, n. 68, p. 97–107, 2008.