



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO/UFPE
CENTRO ACADEMICO DO AGRESTE/CAA
DEPARTAMENTO DE GESTÃO
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

GLAUCIA PAULINA DA SILVA

**HÁ UMA RELAÇÃO ENTRE A INCIDÊNCIA DA DENGUE NO
BRASIL COM O ACESSO AO SANEAMENTO BÁSICO?**

Caruaru

2019

GLAUCIA PAULINA DA SILVA

**HÁ UMA RELAÇÃO ENTRE A INCIDÊNCIA DA DENGUE NO
BRASIL COM O ACESSO AO SANEAMENTO BÁSICO?**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Econômicas.

Área de concentração: Políticas públicas

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Roberta de Moraes Rocha.

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

S586h Silva, Glaucia Paulina da.
Há uma relação entre a incidência da dengue no Brasil com o acesso ao saneamento básico. / Glaucia Paulina da Silva. – 2019.
58 f. il. : 30 cm.

Orientadora: Roberta de Moraes Rocha.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Economia, 2019.
Inclui Referências.

1. Dengue. 2. Políticas públicas - Brasil. 3. *Aedes aegypti*. 4. Saneamento. I. Rocha, Roberta de Moraes (Orientadora). II. Título.

CDD 330 (23. ed.)

UFPE (CAA 2019-131)

GLAUCIA PAULINA DA SILVA

**HÁ UMA RELAÇÃO ENTRE A INCIDÊNCIA DA DENGUE NO BRASIL
COM O ACESSO AO SANEAMENTO BÁSICO?**

Aprovada em: 01/07/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Roberta de Moraes Rocha
(Orientadora)
Núcleo de Gestão
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Danyella Juliana Martins de Brito
(Examinadora Interna)
Núcleo de Gestão
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^o Klebson Humberto de Lucena Moura
(Examinador Interno)
Núcleo de Gestão
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho aos meus irmãos e irmãs.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda a minha família pelo incentivo e por toda a motivação para continuar estudando.

Agradeço a todos os meus professores que se fizeram presentes nesta longa caminhada, desde o momento em que comecei a frequentar a pré-escola. Todos foram de fundamental importância na construção do meu aprendizado.

Agradeço a minha orientadora Roberta Rocha pela paciência e por todas as orientações durante toda a construção desse trabalho. Apesar de todas as minhas dificuldades e todos os meus problemas, não desisti de mim. Obrigada.

Agradeço a FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco), por ter me auxiliado financeiramente durante todo o PIBIC e agradeço a todos os funcionários que compõem a Universidade Federal de Pernambuco.

Só um economista imagina que um problema de economia é estritamente econômico.

Celso Furtado.

RESUMO

Introdução: O mosquito *Aedes aegypti* é o vetor potencial de doenças como dengue, febre amarela, Chikungunya e Zika, no qual essas doenças têm causado sérios danos à saúde da população brasileira. O Brasil, país com um extenso território localizado em uma zona tropical e que possui uma estrutura defasada em relação ao saneamento básico, é considerado um país de risco no que se refere à transmissão da dengue, febre amarela, chikungunya e zika. **Objetivos:** Investigar se a incidência da dengue está correlacionada com indicadores de acesso a saneamento básico dos municípios brasileiros, controlando por variáveis climáticas e demográficas. **Métodos:** Associando a incidência de dengue às variáveis de saneamento básico obtidas do SIAB/SNIS, variáveis climáticas da base de dados do site ERA-Interin, geográficas e demográficas do IBGE foram estimados três modelos: modelo em primeira diferença, modelo em painel controlado pelo efeito fixo que são os municípios e MQO (Mínimos Quadrados Ordinários) para os municípios do país no período de 2000 a 2015. **Resultados:** Destaca-se que: i. as variáveis de saneamento básico não conseguem explicar isoladamente o aumento dos casos de incidência da dengue no território nacional; ii. a variável climática temperatura apresentou uma forte influência em relação à incidência da dengue nos municípios brasileiros; iii nos municípios costeiros, além da variável temperatura possuir forte influência sobre a incidência da dengue, verificou-se que a precipitação e rede geral de esgoto também foram significantes, ou seja, melhorias no serviço de coleta de lixo diminuiria em 0,20% a incidência da dengue, porém uma variação de 1 grau Celsius na temperatura levaria a um variação positiva de cerca de 4% na incidência da dengue dos municípios brasileiros localizados na zona costeira. **Conclusões:** Com os resultados encontrados, que tem suporte na literatura, pode-se afirmar que as condições climáticas da maioria dos municípios do país são favoráveis a proliferação do vetor transmissor da dengue, sugerem-se mais investimentos em saneamento básico e ações de educação e monitoramento com a participação dos agentes de endemias, fatores estes que estão associados a doença e podem ser modificados por políticas públicas.

Palavras-chave: Dengue. Saneamento básico. *Aedes aegypti*. Políticas públicas. Municípios brasileiros. Fatores climáticos.

ABSTRACT

Introduction: The *Aedes aegypti* mosquito is a potential vector of diseases such as dengue fever, yellow fever, chikungunya and zika. These diseases have been causing serious damage to Brazilian population health. Brazil is a country with an extensive territory located in a tropical zone that has a lagged structure in relation to basic sanitation, containing serious risk concerning the transmission of dengue fever, yellow fever, chikungunya and zika. **Objectives:** To investigate if dengue incidence is correlated with basic sanitation access indicators of Brazilian municipalities, controlling by climate and demographic variables. **Methods:** Associating dengue incidence with basic sanitation variables from SIAB/SNIS, climate variables from ERA-Interim data base and geographic and demographic variables from IBGE, we estimated three regression models: First Difference model, Panel Data model controlled by municipalities fixed effects and OLS (Ordinary Least Squares) for Brazilian municipalities over the period 2000-2015. **Results:** These findings excel out: (1) basic sanitation variables can not singly explain the increase of dengue incidence cases in the national territory; (2) the climate variable temperature presented to be a strong influence in Brazilian municipalities dengue incidence; (3) in coastal municipalities, further the temperature effect previously described, we find that precipitation and general sewerage system were also significant, which means that garbage collection service improvements would decrease dengue incidence by 0.2%, however, one degree Celsius variation (1°C) in temperature is associated with a 4% dengue incidence increase in Brazilian municipalities located in the coastal zone. **Conclusion:** With our findings having literature support, we can say that most Brazilian countries climate are propitious to dengue transmitter vector proliferation, suggesting more investments in basic sanitation, education and monitoring actions with endemic agents participation. These factors are associated with the disease and they can be modified by public policies.

Key-Word: Dengue. Basic sanitation. *Aedes aegypti*. Public policies. Brazilian municipalities. Factors climate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Abastecimento de água sem canalização adequada na zona urbana	23
Figura 2 –	Abastecimento de água sem canalização adequada na zona rural	23
Figura 3 –	Coleta de lixo por serviço ou caçamba de limpeza na zona urbana	24
Figura 4 –	Coleta de lixo por serviço ou caçamba de limpeza na zona rural	25
Figura 5 –	Domicílios que não possuem instalações sanitárias na zona urbana	25
Figura 6 –	Domicílios que não possuem instalações sanitárias na zona rural	26
Figura 7 –	Domicílios sem acesso a rede geral de esgoto, microrregiões brasileiras (2000 e 2015)	27
Figura 8 –	Média da taxa de incidência da dengue em relação à temperatura do mês de janeiro (2000-2015)	29
Figura 9 –	Distribuição espacial da incidência de dengue, microrregiões brasileiras, 2001	30
Figura 10 –	Distribuição espacial da incidência de dengue, microrregiões brasileiras, 2015	31

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 –	Descrição das variáveis utilizadas no modelo	39
Quadro 2 –	Principais estatísticas descritivas	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Resultados das estimações entre a incidência da dengue e os indicadores de saneamento básico com dados do SIAB	41
Tabela 2 –	Resultados das estimações entre a incidência de dengue e os indicadores de saneamento básico com dados do SINAN e SIAB respectivamente, controlados por variáveis climáticas	42
Tabela 3 –	Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do SNIS	43
Tabela 4 –	Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do SNIS, controlados por variáveis climáticas	44
Tabela 5 –	Resultados das estimações entre a incidência da dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do censo de 2000 e 2010	45
Tabela 6 –	Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do censo de 2000 e 2010, controlados por variáveis climáticas	45
Tabela 7 –	Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do SIAB, controlados por variáveis climáticas para os municípios localizados na zona costeira	46
Tabela 8 –	Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do censo de 2010, controlados por variáveis climáticas e taxa de urbanização	47

LISTA DE SIGLAS

BNH	Banco Nacional de Habitação
CAA	Centro Acadêmico do Agreste
EGI-dengue	Estratégia de Gestão para Prevenção e Controle da Dengue
FACEPE	Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IB	Índice de Breteau
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e estatística
IIP	Índice de Infestação Predial
ITR	Índice de Tipo de Recipiente
LIRAA	Levantamento Rápido de Índices por <i>Aedes aegypti</i>
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PEAA	Programa de Erradicação do <i>Aedes aegypti</i>
PIACD	Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PNCD	Plano Nacional de Controle da Dengue
PNAD	Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios
SFS	Sistema Financeiro de Saneamento
SIAB	Sistema de Informação de Atenção Básica
SINAN	Sistema de informação de Agravos de notificações
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	17
2	INCIDÊNCIA DA DENGUE: MOSQUITO <i>Aedes Aegypti</i>, SANEAMENTO BÁSICO E POLÍTICAS PÚBLICAS	18
2.1	UMA BREVE DESCRIÇÃO DAS DOENÇAS ASSOCIADAS AO <i>Aedes Aegypti</i>	18
2.2	SANEAMENTO BÁSICO E A SUA RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DA DENGUE	20
2.2.1	O saneamento básico no Brasil: abrangendo o período de 1950 a 2015	20
2.2.2	Saneamento básico e a sua associação com a incidência da dengue	27
2.3	OUTROS FATORES ASSOCIADOS À INCIDÊNCIA DAS DIVERSAS DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO VETOR <i>Aedes</i> <i>Aegypti</i>	29
2.4	POLÍTICAS DE COMBATE E CONTROLE DO VETOR <i>Aedes</i> <i>Aegypti</i>	31
3	METODOLOGIA	37
4	DESCRIÇÃO DOS DADOS	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1	RESULTADOS DAS REGRESSÕES	41
5.2	DISCUSSÕES DOS RESULTADOS OBTIDOS DAS REGRESSÕES	47
6	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Considerada como a mais importante arbovirose que afeta a saúde de milhões de pessoas em diversas partes do planeta, a dengue se tornou um grave problema de saúde pública no Brasil. Durante os anos de 2000 e 2010, o país passou por diversas epidemias de dengue, destacando-se as ocorridas em 2008 devido à recirculação do sorotipo DENV-2 e 2010 devido à recirculação do sorotipo DENV-1 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

Quase uma década depois, em 2019, o Ministério da Saúde continua alertando o país sobre o risco do aumento dos casos das doenças causadas pelo *Aedes aegypti*. De acordo com o Portal do Ministério da Saúde (2019), cerca de 5.214 municípios brasileiros realizaram, em 2019, algum tipo de monitoramento do mosquito *Aedes aegypti*, no qual 4.958 desses foram realizados pelo LIRAA (Levantamento Rápido de Índices por *Aedes aegypti*) e 2.256 por armadilha. O resultado disso foi de um aumento da incidência de casos de dengue em todo o país em cerca de 340% nos primeiros meses de 2019 se comparado com o mesmo período de 2018.

Nos quatro primeiros meses de 2019, o LIRAA classificou 16 capitais brasileiras com índice de risco para o *Aedes aegypti*, sendo 7 delas pertencentes a região Nordeste: Fortaleza (CE), Salvador (BA), Teresina (PI), Recife (PE), São Luís (MA), Maceió (AL) e Aracaju (SE) (PORTAL DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Segundo dados do SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação), as cinco regiões brasileiras apresentaram os seguintes números de casos de dengue acumulados entre 2014 e 2017 no país: Norte (140.322), Nordeste (825.471), Sudeste (2276.161), Sul (148.027) e Centro-Oeste (643.908), totalizando 4.033.889 casos em todo o Brasil durante esses quatro anos.

Quando se verifica as mesmas regiões, porém com dados para os quatro últimos anos anteriores a 2014 (2010 a 2013) têm-se os seguintes números de casos: Norte (394), Nordeste (1.089), Sudeste (1.994), Sul (184) e Centro-Oeste (1.847), totalizando 5.508 casos durante o período. Quando comparado com o período de 2014 a 2017, percebe-se, então, que ocorreu um aumento do número de casos em 25.514,72%, 75.700,83%, 114.050,5%, 80.349,46%, 34.762,3% e 73.136,91%, respectivamente.

As variações dos casos de dengue são alarmantes para todas as regiões do país, porém merece destaque a região Sudeste que obteve uma variação de 114.050,5% do número acumulado de casos de dengue dos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017 se comparado com o número de casos de dengue acumulado entre 2010 a 2013. Os elevados índices de casos de dengue no território nacional mostram o quão grave é a situação do país no que se refere aos problemas que a doença pode trazer para a população. Até o dia 13 de abril de 2019, já haviam sido registradas 123 mortes por dengue apenas nos quatro primeiros meses do ano (PORTAL DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Além da dengue, a febre amarela, a chikungunya e a zika - que são doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* - se tornaram um grave problema de saúde pública devido às consequências trazidas ao organismo da pessoa infectada. No caso do vírus da zika, há, comprovadamente, o aumento dos casos de microcefalias em bebês. Já o chikungunya causa, principalmente, dores intensas nas juntas que dificultam a locomoção do paciente. Segundo o Portal do Ministério da Saúde, em 2019 foram registrados 24.120 casos de chikungunya no país, o que equivale a uma taxa de incidência de 11,6 casos/100 mil hab. No caso da zika, foram registros 3.089 casos, com uma taxa de incidência de 1,5 casos/100 mil hab.

O Brasil, com uma intensa campanha que buscava combater a febre amarela, conseguiu, em 1955, obter êxito na erradicação do *Aedes aegypti*. Porém, pouco tempo depois, em 1967, foi confirmado a reintrodução do *Aedes aegypti* no país, sendo os estados do Pará e Maranhão os primeiros a detectarem o reaparecimento do vetor da dengue. Depois de quatro anos, em 1973, ocorreu uma segunda erradicação do mosquito, o que não durou por muito tempo, pois em 1976 o vetor *Aedes aegypti* reapareceu. A reintrodução do vetor ocorreu devido às falhas na vigilância epidemiológica e das mudanças sociais e ambientais ocorridas de forma intensa na época (BRAGA e VALLE, 2007).

Devido aos grandes transtornos que a dengue vem causando ao Brasil, é necessário buscar entender melhor os motivos que estão levando o país a essa grande tragédia epidemiológica. Nesse caso, é preciso verificar em quais pontos as políticas públicas de combate e controle do mosquito *Aedes aegypti* estão sendo falhas, o quanto as mudanças climáticas estão associadas ao maior nível de casos de dengue no Brasil e, principalmente, a relação desses casos de dengue com a falta de saneamento básico no Brasil.

De acordo com o Censo demográfico de 2010 (IBGE) sobre saneamento básico, cerca de 16,5% dos domicílios brasileiros tem o seu abastecimento de água feito por poços, nascente, carro-pipa, água armazenada em cisternas ou outras forma que não seja água canalizada; cerca de 3 em cada 100 domicílios no Brasil não possui instalações sanitárias e cerca de 12% dos domicílios brasileiros tem o lixo queimado, jogado em terreno baldio, rio, lago ou mar, ou seja, não há coleta feita por serviço de limpeza e nem por caçamba de serviço de limpeza.

Dessa forma, depois de considerar os pontos acima citados como políticas públicas, tem-se o seguinte questionamento: será que fatores climáticos e de saneamento básico estão associados ao aumento do número de casos de dengue? ou será que outros fatores, ainda desconhecidos na literatura, estão mais fortemente relacionados com os altos índices de casos de dengue no Brasil?

Buscando responder a estas perguntas a presente pesquisa tem como objetivo investigar se a incidência da dengue está correlacionada com a falta de saneamento básico dos municípios brasileiros. Os dados de notificação da dengue terão como fonte o SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação) para o ano de 2000 a 2015, período com maior cobertura das notificações; os dados de saneamento terão como fonte o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) e SIAB (Sistema de Informação de Atenção Básica) do Ministério da Saúde e os dados climáticos terão como fonte o site ERA-Interim. A pesquisa utilizará modelos de regressão para estudar a relação entre a incidência da dengue com indicadores de acesso a saneamento básico, com dados em estrutura de painel, a partir do qual é possível controlar esta relação pela influência das características não variáveis no tempo dos municípios que podem influenciar a taxa de incidência da dengue.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos Geral

Investigar se a incidência da dengue está correlacionada com a falta de saneamento básico dos municípios brasileiros, controlando por variáveis climáticas e demográficas.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Fazer uma análise exploratória das taxas de incidência da dengue dos municípios brasileiros durante o período de 2000 a 2015;
2. Verificar a evolução das políticas públicas de combate e controle da dengue e do sistema de saneamento básico no Brasil;
3. Estimar modelos de regressão relacionando a taxa de incidência da Dengue com o indicador de cobertura de saneamento básico.

2 INCIDEÊNCIA DA DENGUE: MOSQUITO *Aedes Aegypti*, SANEAMENTO BÁSICO E POLÍTICAS PÚBLICAS

2.1 UMA BREVE DESCRIÇÃO DAS DOENÇAS ASSOCIADAS AO *Aedes Aegypti*

No Brasil, as principais doenças transmitidas pelo vetor *Aedes aegypti* são quatro: febre amarela, dengue, chikungunya e zika. A primeira doença a ser identificada foi a febre amarela, no ano 1684, na cidade de Recife-PE (TAVEIRA et al, 2001). A dengue, doença mais conhecida pela população brasileira e a mais divulgada pela mídia, vem perdendo espaço nos últimos anos para a chikungunya e a zika, doenças pouco conhecidas no país até então.

A dengue é uma doença causada pela picada do mosquito fêmea do *Aedes aegypti* ou pelo *Aedes albopictus* (em menor proporção). Atualmente, a dengue é considerada a mais importante arbovirose que afeta os seres humanos residentes, principalmente, nos países que estão localizados nos trópicos, no qual as condições ambientais possuem características potenciais para a proliferação do *Aedes aegypti*, o principal vetor da dengue (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

O vírus causador da dengue é um arbovírus pertencente ao gênero Flavivírus da família Flaviviridae. São quatro sorotipos diferentes circulando no Brasil: DNV1, DNV2, DNV3 E DNV4. Quando uma pessoa é infectada por um dos diferentes tipos de vírus, ela passa a adquirir imunidade permanente ao mesmo (hemóloga), porém essa imunidade não é válida para os demais sorotipos, ou seja, não há imunidade cruzada (heteróloga) para todos os sorotipos ao mesmo tempo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

A partir de 2014, a dengue passou a ter uma nova classificação no Brasil. De acordo com a nova abordagem, a dengue é considerada uma doença única, dinâmica e sistemática. Isso significa que a doença pode evoluir para a remissão de sintomas ou pode agravar-se exigindo constante reavaliação e observação. A nova classificação, utilizada pelo Brasil, possibilita que as intervenções sejam oportunas e que os obtidos não venham ocorrer com tanta frequência (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

De acordo com a Organização Pan-Americana de Saúde (2011) a febre chikungunya é uma doença emergente causada pelo vírus do gênero Alphavirus. Ela é

uma doença transmitida pelos mesmos vetores da febre amarela e da dengue, ou seja, pelo *Aedes aegypti* e pelo *Aedes albopictus*. Após a picada do mosquito infectado, o indivíduo infectado pode ou não apresentar os sintomas da doença. A febre chikungunya não possui tratamento com medicamentos contra o vírus, porém pode se realizar um tratamento de suporte, ou seja, composto por repouso e medicamentos para aliviar as fortes dores causadas pela doença (Organização Pan-Americana de Saúde, 2011).

Outra doença que vem preocupando as autoridades brasileiras nos últimos anos está relacionada com o vírus da zika (ZIKV), vírus que pertence ao gênero Flavivírus e pode ser transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti* (LANCIOTTI et al, 2008). Podendo ser encontrado em diversas regiões do planeta, ele é endêmico na África e Sudeste da Ásia. Estudos sorológicos realizados nas décadas de 1950 e 1960 mostraram que ocorreram infecções por (ZIKV) em humanos nos seguintes países: Egito, Nigéria, Uganda, Índia, Malásia, Indonésia, Paquistão, Tailândia, Vietnã do Norte e Filipinas (LANCIOTTI et al, 2008).

Segundo Vasconcelos (2015), o vírus da zika pode ter sido introduzido no Brasil em 2014, ano em que ocorreu a Copa do Mundo de Futebol em nosso País. Esse vírus acabou ganhando destaque no Brasil pelo fato de estar associado ao aumento dos casos de microcefalia, principalmente, a partir do ano de 2015. De acordo com o Boletim Epidemiológico 22, referente a Secretaria de Vigilância de Saúde do Ministério da Saúde, no qual foram analisadas criteriosamente as notificações de casos e óbitos suspeitos relacionados a infecção pelo vírus Zika, foram confirmados 3.149 casos de morte pela doença. Cerca de 447 casos entre esses 3.149 foram classificados como prováveis para a relação com a infecção congênita durante a gestação.

Portanto, o mosquito *Aedes aegypti* é um vetor potencial em relação a transmissão de doenças. Doenças como a dengue, a febre amarela, a chikungunya e o zika causam prejuízos à saúde humana, podendo levar a morte em situações mais graves. Além disso, há os prejuízos relacionados a área econômica e ao desenvolvimento do país, em que o tempo de internação dos pacientes impede uma maior produtividade por parte do trabalhador. Logo, mostra-se importante a realização de estudos que busquem identificar os principais fatores que estão relacionados à proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, como por exemplo os fatores climáticos e a falta de saneamento básico.

2.2 SANEAMENTO BÁSICO E A SUA RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DA DENGUE

2.2.1 O saneamento básico no Brasil: abrangendo o período de 1950 até 2015

A presença do saneamento básico nas zonas urbana e rural dos municípios brasileiros é de suma importância para o bem-estar das pessoas, para o crescimento e desenvolvimento econômico do país. Sua falta pode estar associada a diversas doenças, entre elas, a dengue. A seguir, faz-se uma revisão sobre o processo de saneamento básico no Brasil, tendo como literatura principal, o texto para discussão nº 922 de Turolla publicado em 2002.

Turolla (2002), em seu texto para discussão nº 922, faz uma análise dos avanços das políticas públicas de saneamento desde a década de 1950 até 2001, mostrando que houve momentos de avanços nas políticas de saneamento e momentos em que as políticas públicas voltadas para o saneamento básico foram deixadas um pouco de lado.

O autor começa destacando o fato da indústria do saneamento básico no Brasil ser marcada pela presença de elevados custos fixos de capital de alto grau específico. Esse fato, segundo ele, tem como consequência o dilema entre a eficiência produtiva e a eficiência alocativa associadas à ideia do monopólio natural. O setor de saneamento no Brasil e em diversas partes do mundo organiza-se no formato de gestão pública e local.

Até os anos cinquenta no Brasil, os serviços de saneamento básico como abastecimento de água eram bastante precários, possuindo pouca eficiência tanto no que se refere a quantidade como a qualidade no serviço. As mudanças em busca de melhoras nos sistemas de saneamento apenas vieram ocorrer de forma efetiva, a partir da década de 1960, devido ao crescimento do ritmo de urbanização da economia brasileira que demandava melhorias nos sistemas de saneamento (TUROLLA, 2002). No ano de 1961, países do continente americano formularam a Carta de Punta del Este que tinha como diretriz a definição de atender 70% da população urbana com serviços de água e esgoto. Para a zona rural, a porcentagem era de 50% da população (TUROLLA, 2002 apud JULINANO, 1976).

No plano de desenvolvimento do governo militar no Brasil, foi eleito como uma das prioridades a ampliação dos serviços de saneamento básico. Em 1964, foi criado o Banco Nacional de Habitação (BNH) e, em seguida, o Sistema Financeiro do Saneamento (SFS) que era vinculado ao BNH. Dessa forma, os municípios brasileiros

passaram a ter o financiamento do BNH e dos estados e, assim, puderam organizar os serviços de saneamento seja em forma de autarquia ou de sociedade de economia mista (TUROLLA, 2002).

A partir da década de 1970, os municípios e estados passaram a ter um apoio financeiro mais marcante do governo federal em relação aos serviços de saneamento básico. Foi criado o Plano Nacional de Saneamento (Planasa), que possuía um audacioso objetivo de atender 80% da população urbana com serviços de água e 50% com serviços de esgoto até o fim da década de 1980. A lógica do Planasa era majoritariamente voltada a construção e a ampliação do sistema de abastecimento de água, dando pouca ênfase em relação aos aspectos de operação. A pouca importância dada ao setor de operações resultou na degradação do sistema, ou seja, passaram a ocorrer elevados índices de perda de água (TUROLLA, 2002).

De acordo com Saiane e Toneto (2010), um dos motivos do Planasa ter dado uma ênfase maior em relação ao abastecimento de água em detrimento dos demais sistemas seria a visibilidade política. Houve uma preocupação na expansão quantitativa do acesso ao serviço de abastecimento de água, mas não houve uma preocupação com as localidades que haviam uma maior deficiência nesse sistema.

Porém, mesmo o Planasa tendo entrado em crise na década de 1980, o plano conseguiu chegar próximo da sua meta de 80% da população urbana com serviços de abastecimento de água. Os avanços nos serviços de saneamento passaram a entrar em crise devido ao esgotamento das fontes de financiamento juntamente com o crescimento da inflação, no qual os custos das operações passaram a ter um ônus adicional. Com a extinção do BNH em 1986, a Caixa Econômica Federal passou a assumir os papéis que antes eram desempenhados pelo BNH em relação ao financiamento (TUROLLA, 2002).

Na década de 1990, Turolla (2002) destaca que a Política de Saneamento permaneceu por todo o período sem regulamentação. Aconteceram avanços no diagnóstico e na apresentação de soluções dos principais problemas do setor, porém haviam limitações que impossibilitaram ações concretas, devido ao impasse entre governantes e prefeitos no que se refere as responsabilidades pelas políticas públicas.

Depois do fim do Planasa, novos programas de saneamento do governo federal surgiram no Brasil ao longo dos anos, como: Pronurb, Pró-Saneamento, Pass, Prosegue, Fina-SB, PMSS I, PMSS II, PNCDA, FCP/SAN, Propar e Prosab. Porém, segundo Turolla (2002), apesar do governo federal ter conseguido um aumento de cobertura dos serviços de saneamento básico, as alterações estruturais não foram atingidas de forma

profunda. Pois, de acordo com o autor, a falta do estabelecimento de um novo marco regulatório específico em relação aos serviços de saneamento, além do desafio da universalização dos serviços para a população no geral, são barreiras que impedem as modificações necessárias na estrutura dos serviços de saneamento no Brasil.

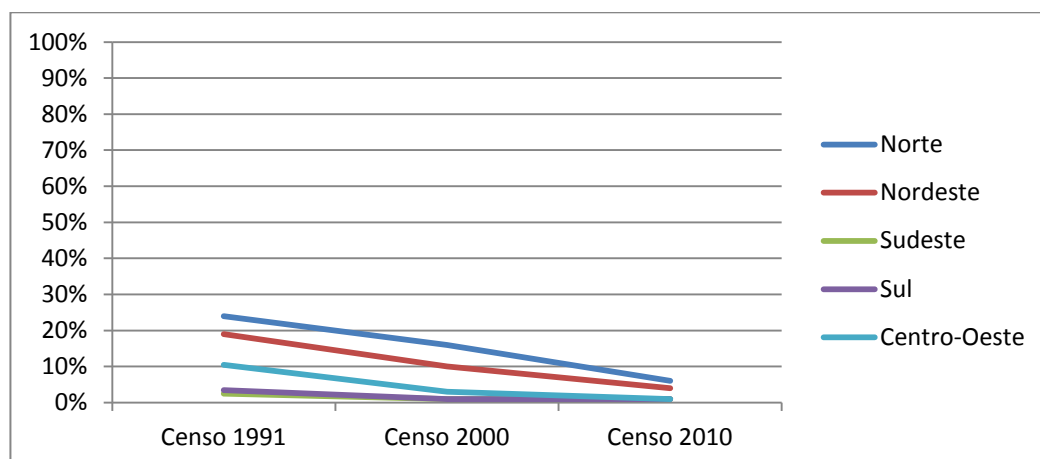
A seguir, analisa-se dados dos Censos referentes aos indicadores de saneamento básico no Brasil nos anos de 1991, 2000 e 2010 nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Pela análise dos dados, percebe-se que ocorreram algumas mudanças plausíveis em relação a taxa percentual de domicílios brasileiros que possuem água canalizada, coleta de lixo e instalações sanitárias nessas regiões ao longo dessas décadas. Dessa maneira, seguem três tabelas que contém tais resultados.

Na figura 1 observa-se que no ano de 1991 a região Sudeste possuía a menor porcentagem de abastecimento de água sem canalização adequada na zona urbana. Já na zona rural, era a região Sul que possuía a menor. Os piores índices são observados nas regiões Norte e Nordeste, devido a grande falta de infraestrutura presente nessas áreas.

Em relação ao ano de 2000, observa-se que o Sul e Sudeste obtiveram os indicadores mais baixos quando comparados com as demais regiões, ou seja, eles obtiveram a menor porcentagem de abastecimento de água sem canalização adequada, mostrando que essas duas regiões possuíam melhores condições relativas. O contrário ocorre para as regiões Norte e Nordeste.

Em 2010, os índices haviam melhorado para as regiões Norte e Nordeste, provavelmente devido aos investimentos realizados nessas duas regiões. Apesar da melhora, a zona rural do Norte e Nordeste continuou com índices altos, mostrando que essa área ainda sofre com o desabastecimento 36% e 43,5% das zonas rurais do Norte e Nordeste, respectivamente, possuía em 2010, o abastecimento de água realizado por carro-pipa, cisterna, poços ou nascentes, sem canalização, figura 2.

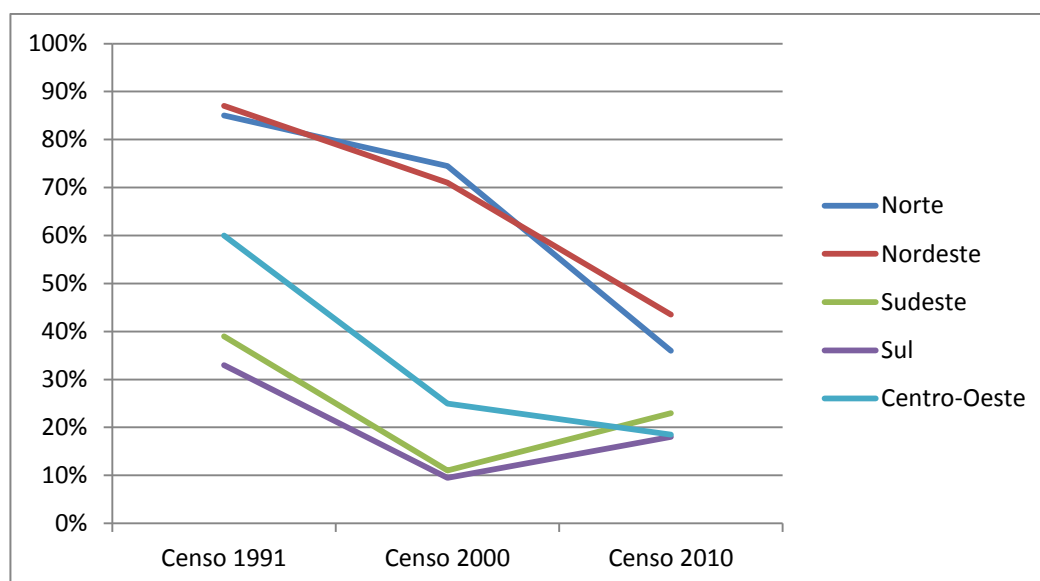
Figura 1: Abastecimento de água sem canalização adequada na zona urbana.



Fonte: elaboração própria a partir de dados dos Censos de 1991, 2000 e 2010 (IBGE).

Em 2010, os índices haviam melhorado para as regiões Norte e Nordeste, provavelmente devido aos investimentos realizados nessas duas regiões. Apesar da melhora, a zona rural do Norte e Nordeste continuou com índices altos, mostrando que essa área ainda sofre com o desabastecimento 36% e 43,5% das zonas rurais do Norte e Nordeste, respectivamente, possuíam, em 2010, o abastecimento de água realizado por carro-pipa, cisterna, poços ou nascentes, sem canalização, figura 2.

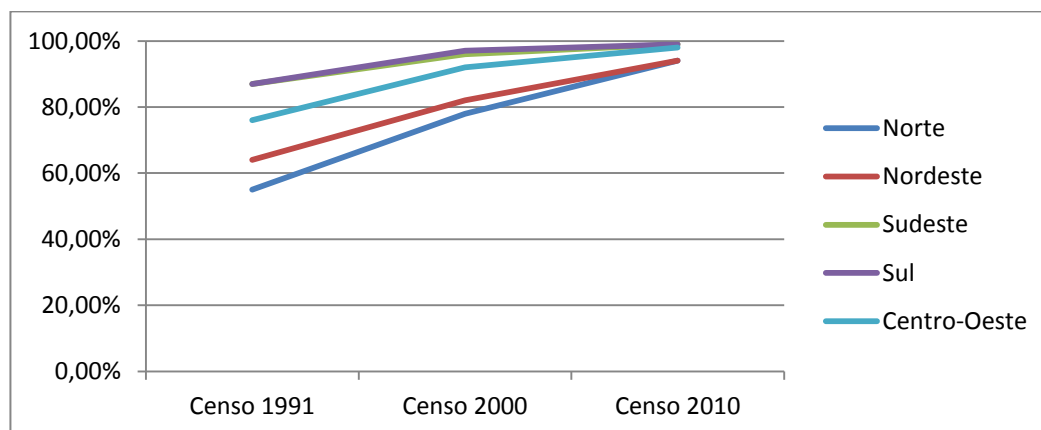
Figura 2: Abastecimento de água sem canalização adequada na zona rural



Fonte: elaboração própria a partir de dados dos Censos de 1991, 2000 e 2010 (IBGE).

De acordo com a figura 3, percebe-se que ocorreram, na área urbana das regiões, sucessivos aumentos em relação à coleta de lixo por serviços ou caçamba, ao longo das décadas de 1991, 2000 e 2010. Em 2010, essa porcentagem chegou a quase 100% na área urbana das regiões Sudeste e Sul do país.

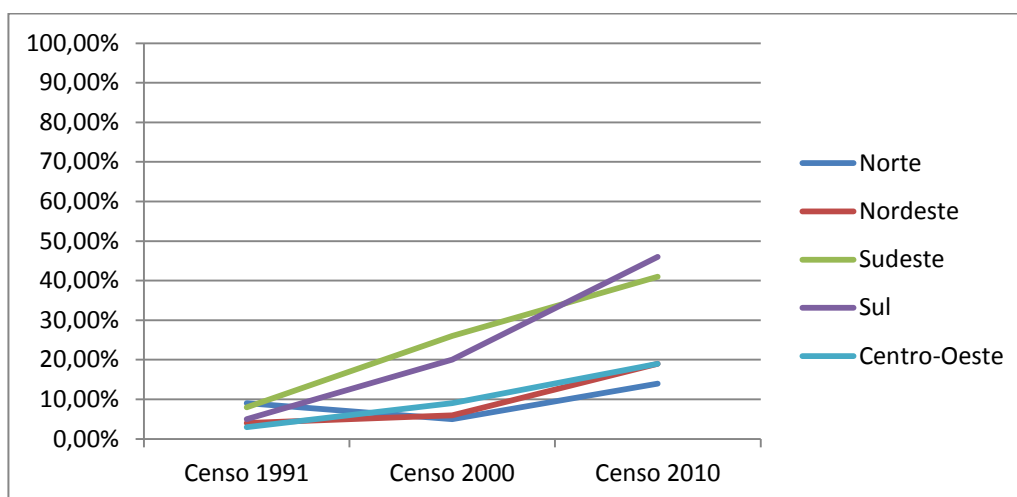
Figura 3: Coleta de lixo por serviços ou caçamba de limpeza na zona urbana.



Fonte: elaboração própria a partir dos dados dos Censos de 1991, 2000 e 2010 (IBGE).

Já na área rural figura 4, pela análise dos dados, há um grande déficit na coleta de lixo, ou seja, ainda há muitos locais em que não se tem a presença desse tipo de serviço. Esse fato pode contribuir para o acúmulo de lixo em terrenos baldios e, dessa forma, ocorrer o surgimento de diversos criadores do mosquito *Aedes aegypti*.

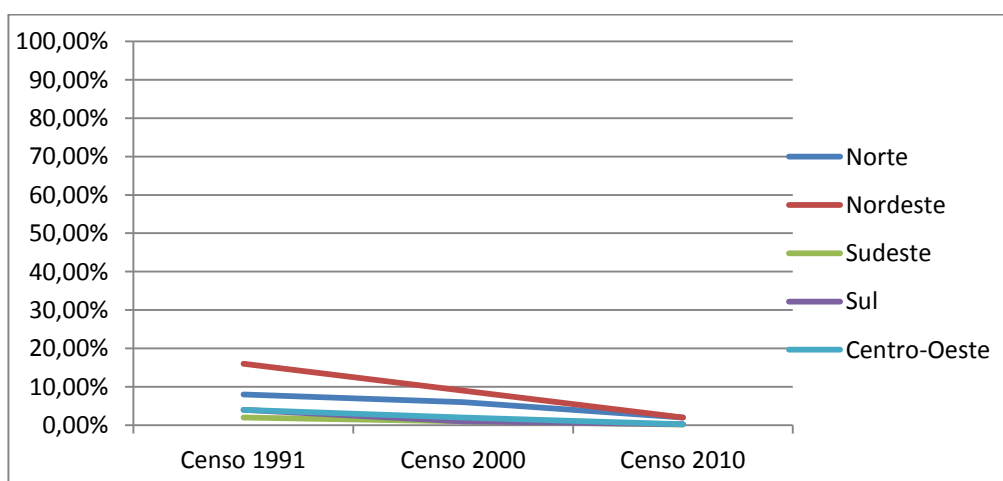
Figura 4: Coleta de lixo por serviços ou caçamba de limpeza na zona rural.



Fonte: elaboração própria a partir dos dados dos Censos de 1991, 2000 e 2010 (IBGE).

Na figura 5 há outro fator muito importante relacionado com o saneamento básico: as instalações sanitárias, que indicam a porcentagem de domicílios brasileiros que não possuem instalações sanitárias. Pela figura abaixo, no ano de 1991, a porcentagem de domicílios na área urbana que não possuíam instalações sanitárias era relativamente baixa.

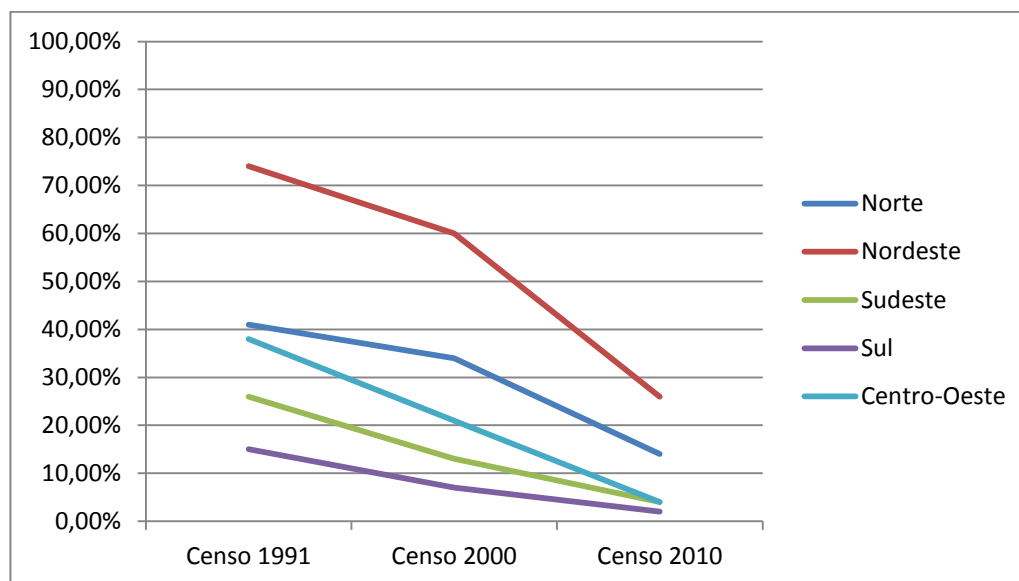
Figura 5: Domicílios que não possuem instalações sanitárias na zona urbana.



Fonte: elaboração própria a partir de dados dos Censos de 1991, 2000 e 2010 (IBGE).

Porém, para a área rural figura 6, havia uma alta porcentagem de domicílios sem essas instalações, principalmente na região Nordeste. Ao longo do tempo, ocorreram melhorias em relação a esse fator em todas as regiões, porém ainda há a necessidade de mais investimentos nas regiões Norte e Nordeste, pois elas são as duas regiões que mais apresentaram defasagens em relações as demais regiões do país.

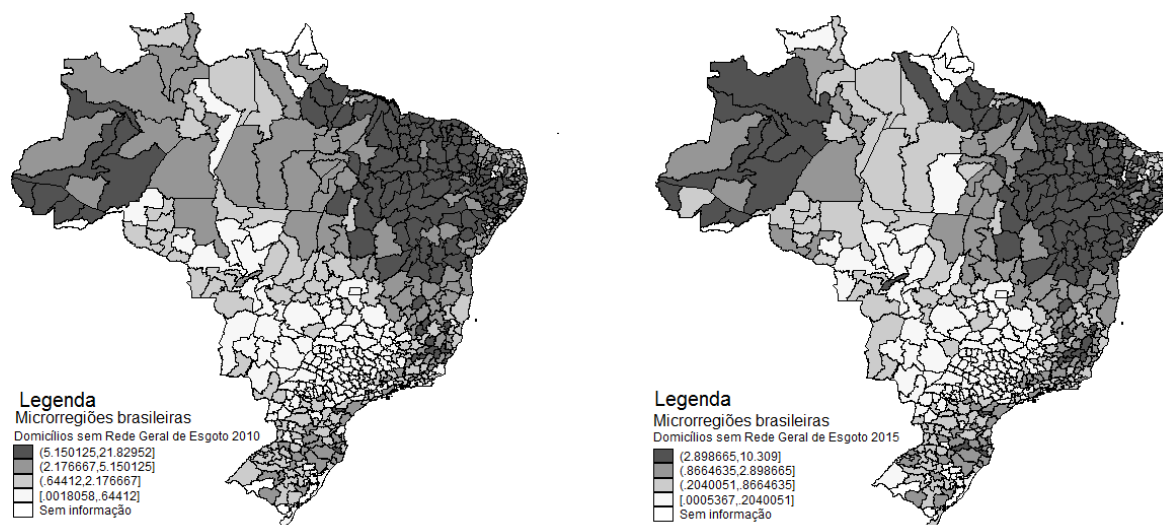
Figura 6: Domicílios que não possuem instalações sanitárias na zona rural.



Fonte: elaboração própria a partir de dados dos Censos de 1991, 2000 e 2010 (IBGE).

De acordo com a PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios), em 2015, cerca de 60% dos domicílios particulares permanentes possuíam rede coletora de esgotamento sanitário. Em 2014, essa porcentagem era de 57,62%, ou seja, houve uma variação de cerca de 2,55% no melhoramento desse serviço. Porém, continua havendo uma grande defasagem no número de domicílios brasileiros que não possuem rede geral de esgoto. A figura 7 mostra as microrregiões brasileiras e o acesso ao fator saneamento básico rede geral de esgoto no ano de 2010 e 2015, no qual as microrregiões com tonalidades mais escuras indicam um número maior de domicílios sem acesso a rede geral de esgoto. Verifica que as regiões Norte e Nordeste possuem defasagens se comparadas com as demais regiões do país.

Figura 7: Domicílios sem acesso a Rede Geral de Esgoto, microrregiões brasileiras, (2010 e 2015).



Fonte: elaboração própria com dados do SIAB.

Em relação ao abastecimento de água, tem-se que em 2015, 95,64% dos domicílios particulares permanentes possuíam canalização interna. Em 2014, a porcentagem era de 95,45%. Nesse caso, a variação entre os dois anos foi de apenas cerca de 0,19% na melhora do sistema de abastecimento de água.

Já em relação ao destino do lixo, a PNAD apresenta os seguintes dados: 83,44% dos domicílios particulares permanentes, em 2015, tinham o lixo coletado diretamente (por serviço ou empresa de limpeza que atenda ao local onde se situa o domicílio). A porcentagem, em 2014, em relação ao destino do lixo que era coletado diretamente foi de 83,09%. Houve, então, uma variação de apenas 0,42% em relação ao ano anterior.

Portanto, no geral, ocorreram melhorias no fator saneamento básicas ao longo das décadas em todas as regiões do Brasil, porém, ainda há muitos lugares sem acesso a esses serviços. Os dados apresentados ao longo dessa seção demonstram que as regiões Sul e Sudeste apresentaram bons indicadores de saneamento, entretanto as regiões Norte e Nordeste se encontram em defasagem no que se refere à infraestrutura relacionada ao saneamento básico.

2.2.2 Saneamento básico e a sua associação com a incidência da dengue

Segundo Tauil (2001) o ressurgimento da dengue em 1973 e a sua presença até os dias de hoje é bastante complexa, pois diversos fatores podem estar relacionados a

essa causa. Um dos fatores que é destacado pelo autor se refere à urbanização desordenada ocorrida no Brasil e em vários outros países subdesenvolvidos na América Latina a partir da década de 1960. Uma das consequências geradas por esse processo se trata da falta de saneamento básico, no qual diversas famílias que passaram a morar nas cidades tiveram que residir em regiões sem infraestrutura adequada. Ou seja, em locais onde não havia coleta de lixo, instalações sanitárias adequadas e nem acesso a água canalizada. Segundo o trabalho realizado por Flauziano et al (2009), no município de Niterói-RJ, entre o período de 1998 e 2006, as regiões pobres e com saneamento básico defasado obtiveram um número maior de casos de dengue.

Trabalhos como os de Costa e Natal (1998) já no ano de 1998 buscaram estudar a relação entre saneamento básico e a incidência da dengue na região urbana do sudeste do Brasil. Os autores tinham como objetivo verificar a correlação entre a porcentagem de domicílios com canalização de água interna, a porcentagem de domicílios com ligação de esgoto e a porcentagem de domicílios com coleta de lixo com a incidência da dengue, controladas por outras variáveis socioeconômicas.

Para Braga e Valle (2007) a falta de saneamento básico adequado está entre as causas que corroboram com a não erradicação do mosquito *Aedes aegypti* nas últimas décadas, o qual o seu estudo sobre o histórico de controle do *Aedes* no Brasil mostra que as políticas de combate e controle do *Aedes* adotadas no decorrer do tempo não foram totalmente eficientes. Tal ineficiência pode ser explicada pelo fato de não estarem associadas com outras políticas voltadas para melhorias no que se refere a infraestrutura de saneamento básico.

Além dos trabalhos citados acima que fazem uma relação entre saneamento básico e a dengue, tem-se ainda os trabalhos de Almeida et al (2009) que realizou um estudo para o município do Rio de Janeiro no período de 2001 a 2002 e o trabalho de Barbosa e Silva (2015) que estuda o município de Nato-RN, onde período analisado foi de 2008 a 2012. Ambos os trabalhos buscam verificar se os aspectos socioeconômicos e ambientais influenciam na incidência da dengue.

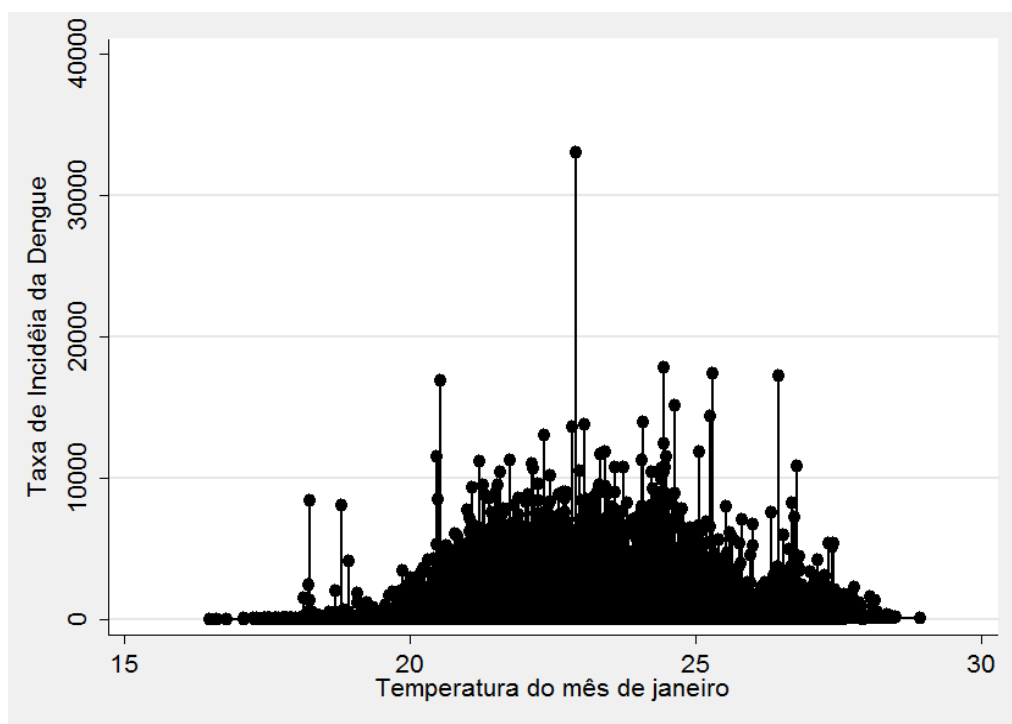
Portanto, verifica-se que na literatura sobre a dengue, o saneamento básico está como uma das causas relacionada com o aumento da dengue, principalmente, devido ao processo acelerado de urbanização ocorrido no Brasil a partir da década de 60 que teve como consequência o surgimento de bairros e ruas sem acesso a água canalizada, coleta de lixo e instalações sanitárias adequadas. Porém, os autores não fazem uma associação

isolada, ou seja, outros fatores conjuntamente contribuem para a proliferação como o fluxo migratório e fatores climáticos que serão apresentados na próxima seção.

2.3 OUTROS FATORES ASSOCIADOS À INCIDÊNCIA DAS DIVERSAS DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO VETOR *Aedes Aegypti*

Os outros fatores que estão associados com ao aumento da incidência de dengue podem estar relacionados às áreas ambiental, social ou econômica. Na área ambiental, o clima, o relevo e a vegetação podem contribuir para a sobrevivência e reprodução do mosquito. De acordo com Pereda et al (2011), temperaturas médias são favoráveis para a proliferação do vetor, enquanto que ambientes com temperatura baixa ou elevada demais dificultam a proliferação do *Aedes Aegypti*.

Figura 8: Média da taxa de incidência da dengue em relação a temperatura do mês de janeiro (2000-2015).



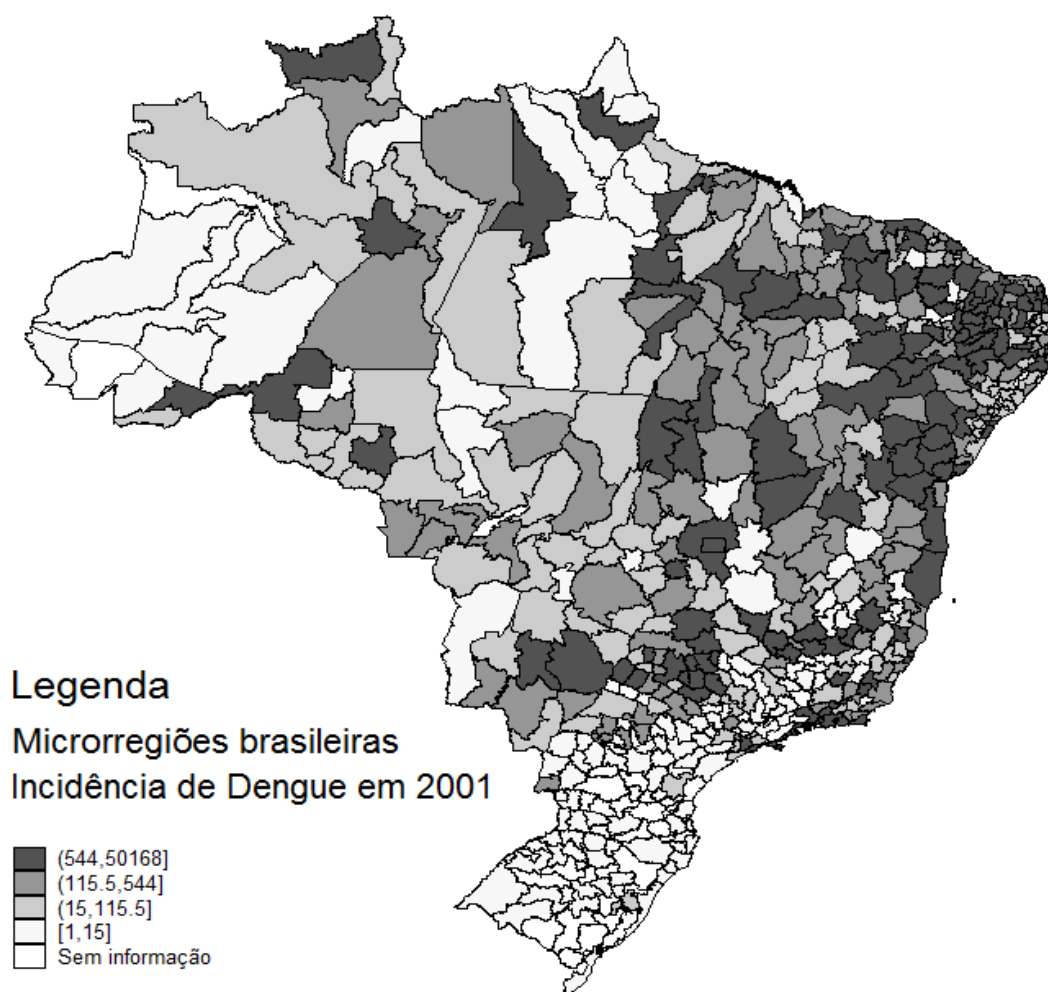
Fonte: Elaboração própria com dados do SINAN (Dengue), IBGE (População residente) e Era-Interim (Temperatura).

O figura 8 mostra que, entre 2000 a 2015, há uma concentração maior de municípios com temperatura entre 20 e 27 graus Celsius no mês de janeiro. Coincidentemente, nesse mesmo intervalo de temperatura também se encontram os

pontos mais elevados de incidência da dengue. Ou seja, temperaturas médias podem ser favoráveis para a proliferação do *Aedes aegypti* e, conseqüentemente, tem-se um número maior de casos dengue em relação a população do município.

A figura 8 mostra, assim, a importância de se analisar os fatores climáticos e a sua relação com a dengue. Segundo dados do SINAN, ocorreram 591.014 casos de dengue em todo o Brasil no ano de 2014, com uma taxa de incidência de dengue de 291,42% nesse período. Quando se analisa os dados para o Brasil, no ano de 2015, verifica-se que ocorreram 1.691.207 casos, com uma taxa de incidência de 827,06%. Ou seja, ocorreu uma variação de 183,8% no aumento da incidência da dengue entre os anos de 2014 e 2015 no país.

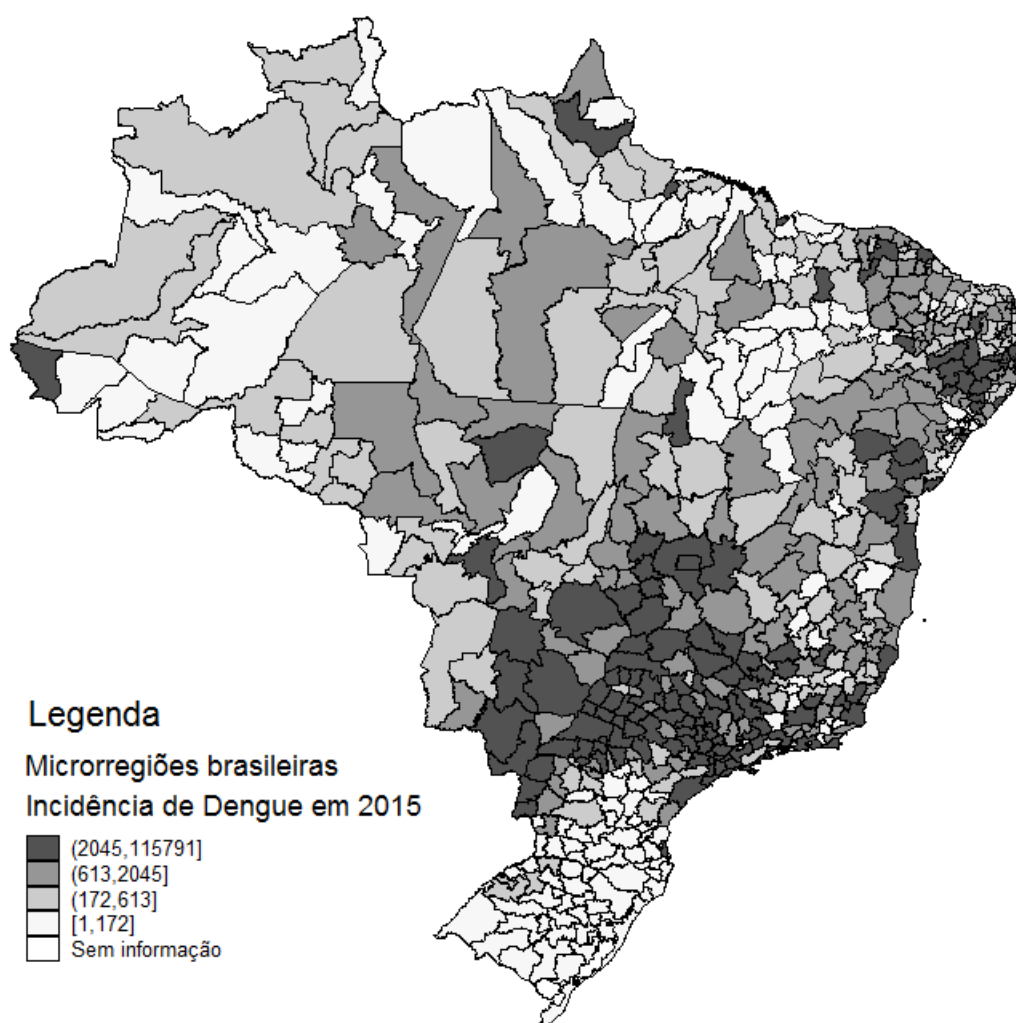
Figura 9: Distribuição espacial da incidência de dengue, microrregiões brasileiras, 2001.



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SINAN.

Nas figuras 9 e 10, em 2001 e 2015, a região Sul do país, geralmente mais fria, apresentou uma tonalidade mais clara, indicando uma menor taxa de incidência da dengue em comparação com outras regiões do país. Isso corrobora a hipótese de que há influência dos fatores climáticos na distribuição da taxa de incidência da dengue no território nacional.

Figura 10: Distribuição espacial da incidência de dengue, microrregiões brasileiras, 2015.



Fonte: elaboração própria a partir de dados do SINAN.

Além dos fatores climáticos, tem-se o enorme fluxo migratório de pessoas, facilitado pelas inovações tecnológicas na área dos transportes marítimo, terrestre e aéreo. Nesse caso, o vírus pode ser transportado mais facilmente, pois, muitas vezes, o indivíduo infectado, que não sabe que está com o vírus, se desloca para áreas em que há

a presença do vetor, contribuindo com o ciclo de reprodução do *Aedes aegypti* (TAUIL, 2001).

Outro ponto importante destacado por Tauil (2001) se refere às poucas políticas públicas efetivas em relação ao combate e controle do mosquito, juntamente com a má infraestrutura da saúde pública que são encontradas nos países menos desenvolvidos, inclusive o Brasil. Há também, o fator de risco relacionado ao não diagnóstico precoce da dengue, no qual os sintomas da dengue são confundidos com outras doenças como a rubéola ou outras viroses, podendo haver a disseminação do vírus da dengue por grandes extensões geográficas, já que o indivíduo infectado desconhece que está com o vírus.

Portanto, a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, vetor da dengue, pode estar associada a diversos fatores, como o clima, o fluxo migratório de pessoas, falta de saneamento básico adequado e falta de políticas públicas efetivas de combate e controle do mosquito. Essa gama de fatores que podem favorecer o aumento dos casos de dengue no Brasil e no mundo torna necessário mais estudos científicos que venham abordar tal temática. Estudos na área podem encontrar soluções efetivas e simples de serem implantadas pelo governo e pela sociedade como um todo.

2.4 POLÍTICAS DE COMBATE E CONTROLE DO VETOR *AEDES AEGYPTI*

O mosquito *Aedes aegypti* foi erradicado no Brasil pela primeira vez entre as décadas de 1950 e 1970, devido ao intensivo combate da febre amarela urbana, cuja doença é transmitida pelo mesmo vetor da dengue. A fundação norte-americana Rockefeller atuou fortemente no combate ao mosquito *Aedes aegypti* em grande parte da América. No período de 1923 a 1940, tal fundação atuou fortemente na região do Nordeste brasileiro, juntamente com o Departamento Nacional de Saúde Pública (BRAGA; VALLE, 2007). Porém, no final da década de 1970, o *Aedes aegypti* voltou a reinfestar o país e, desde então, não se conseguiu mais erradicá-lo. Logo, com a presença do vetor no território brasileiro, a dengue reaparece em 1981 (CATÃO, 2011).

Depois de diversas epidemias de febre amarela que ocorreram em todo o continente americano no século XX, foi necessário o fortalecimento de programas de controle e erradicação do *Aedes aegypti* (NELSON, 1986). Muitos países da América conseguiram tal objetivo, porém muitos outros não tiveram sucesso. E o Brasil, que de

1950 a 1970 conseguiu erradicar o mosquito por um determinado período, depois da reinfestação não conseguiu mais obter êxito.

Atualmente, há algumas políticas públicas que buscam combater e controlar o *Aedes aegypti* em nosso país. Porém essa não é uma tarefa fácil, pois o Brasil se encontra localizado em uma região com fatores favoráveis para a sua reprodução e desenvolvimento, como: períodos de chuva intercalados com períodos de sol; altas temperaturas e relevos não tão altos; falta de infraestrutura básica; uma grande extensão territorial que demanda altos graus de investimento em equipamentos e contratação e qualificação de trabalhadores que atuam na área de saúde e combate a endemias.

As políticas públicas adotadas no Brasil que visam controlar e combater as doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti* são de fundamental importância para enfrentar tal problema. A seguir, se faz uma pequena explanação dessas políticas, a partir da dissertação “Uma análise das políticas de controle e combate a dengue no Brasil” realizado por Amanda Araújo (2018), da Universidade Federal de Pernambuco.

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (2002) o Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa) foi o primeiro programa de erradicação do *Aedes aegypti* a ser implementado no Brasil pelo Ministério da Saúde, em 1996, após a reinfestação. No decorrer do tempo, verificou-se que o PEAa não conseguiu no curto e nem no médio prazo alcançar o seu objetivo de erradicar o mosquito *Aedes aegypti* no território brasileiro.

Porém, o PEAa obteve uma certa importância em relação a descentralização de combate ao mosquito, pois garantiu a atuação conjunta com intuito de combate a dengue nas esferas dos governos Federais, Estaduais e Municipais. Um dos principais erros do PEAa foi buscar combater o *Aedes aegypti* com o uso quase exclusivo de inseticidas. O uso de inseticidas se tornou incapaz de conseguir solucionar o problema da dengue pelo fato da sua alta complexidade epidemiológica (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2002).

Devido as falhas obtidas com a implementação do PEAa, o Ministério da Saúde, junto com a Organização Pan-Americana de Saúde, procurou elaborar e implementar novos programas de combate e controle do *Aedes aegypti*, como o PIACD e o PNCD (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2002). Esses novos programas visam intensificar o controle e combate do *Aedes aegypti* e apesar de possuir uma nova roupagem, eles contêm alguns pontos pertencentes ao PEAa.

O Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD) foi criado em 2001 devido à introdução do sorotipo (DEN 3) no Brasil e ao elevado número de casos de dengue que vinham aumentando nos últimos anos. Logo, era necessário intensificar as políticas de combate e controle da dengue naquele momento (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2002).

Assim, de acordo com a FUNASA (2002) o PIACD foi um programa que se utilizou da infraestrutura já criada a partir do PEAa, selecionando 657 municípios brasileiros para intensificar as ações no que diz respeito ao combate da dengue. As ferramentas utilizadas pelo PIACD eram mais avançadas que as que foram utilizadas no PEAa, pois no PIACD, além dos agentes capacitados, era utilizadas ferramentas como veículos, equipamentos de pulverização, microscópio e computadores.

Em seguida ao PIACD, foi criado o Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD), em 2002, que visava diminuir os impactos causados pela dengue no Brasil. O PNCD possui uma abordagem mais realista dos fatos. Segundo a Fundação Nacional de Saúde (FUNASE) (2002), o PNCD mostra que não é possível erradicar o mosquito transmissor da dengue no curto prazo, ou seja, é necessário tomar medidas em conjunto à sociedade, visando alcançar tal propósito no longo prazo. O PNCD tem, em uma das suas fundamentações, o fortalecimento da vigilância epidemiológica e entomológica. Esse fundamento busca detectar possíveis surtos precoces da dengue em uma determinada região.

Para obter dados mais precisos em relação aos indicadores entomológicos surge o LIRAA, em 2002. O LIRAA visava atender à necessidade dos gestores e profissionais que trabalhavam no programa de controle de dengue e, dessa forma, dispor de informações entomológicas em um ponto no tempo, ou seja, antes do início do verão, que é antecedente do período de maior transmissão da doença. O fortalecimento das ações de combate vetorial se dava nas áreas de maior risco (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Para o Ministério da Saúde (2009), o LIRAA trata-se de um método de amostragem que tem como objetivo principal a obtenção de indicadores entomológicos, de maneira rápida. Nesse caso, os indicadores entomológicos passíveis de serem construídos por meio dos dados obtidos nesses levantamentos são aqueles que são utilizados na rotina de programas de combate vetorial. São eles: Índices de Infestação Predial (IIP), Breteau (IB) e de Tipo de Recipiente (ITR).

O Índice de Infestação Predial (IIP) mede o percentual de edifícios positivos, ou seja, que há a presença de larvas de *Aedes aegypti*. Porém, apesar de ser utilizado para mensurar o nível populacional do vetor, este índice não considera o número dos recipientes positivos nem o potencial produtivo de cada recipiente. Já o Índice de Breteau (IB) é o índice mais utilizado e leva em consideração a relação entre o número de recipientes positivos e o número de imóveis pesquisados, porém não leva em conta a produtividade dos diversos tipos de criadouro. Por fim, o Índice por Tipo de Recipiente (ITP) é a relação em porcentagem entre o número do tipo de recipiente positivo e o número de recipientes positivos pesquisados. Esse índice ressalta a eventual importância de determinados criadouros dentre os positivos, logo se possibilita realizar uma política de controle mais específica (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013). Assim, o uso desses índices podem auxiliar no combate e controle do mosquito *Aedes aegypti*, pois os trabalhadores da área de saúde possuem uma nova ferramenta para o controle e combate do mosquito *Aedes aegypti*, que são dados que indicam em quais localidades há uma maior presença do vetor.

Por fim, temos um dos últimos programas implantado no Brasil que é o EGI-dengue, esse programa através da OPAS (Organização Pan Americana de Saúde) junto com a OMS (Organização Mundial de Saúde) foi implantado em 2008 no Brasil. Segundo, a 27ª Conferência Sanitária Pan-Americana, realizada em Washington DC, 2007, o EGI-dengue (Estratégia de Gestão Integrada para Prevenção e Controle da Dengue) é uma trabalho que visa diminuir a morbidade e mortalidade causada por surtos e epidemias de dengue. Tendo como foco os macrofatores que podem estar associados a transmissão de dengue, tais fatores são: pobreza, mudança climática, migração e urbanização sem controle ou planejamento.

De acordo com a OPAS (2007), uma das resoluções do plano se refere a promoção de políticas públicas no que tange o fortalecimento do planejamento urbano, ou seja, políticas voltadas para os cuidados com a água e o lixo urbano, pois se eles não receberem a devida atenção, podem se tornar criadouros do mosquito da dengue. Além desse, e de outros pontos importantes tratados pela OPAS (2007), tem-se a resolução que fala sobre a promoção de novas pesquisas científicas que busquem descobrir ferramentas que possam ajudar no combate e controle mais eficaz do *Aedes aegypti*.

Portanto, nessa seção, buscou-se abordar os diversos programas implantados no Brasil que visam combater, controlar e até mesmo erradicar, novamente, a dengue no território brasileiro. Tarefa essa que demanda muito trabalho e recursos, pois o Brasil

possui muitos fatores favoráveis para a proliferação do mosquito. Essa é uma tarefa que não depende apenas das forças políticas e governamentais, mas de toda a sociedade atuando em conjunto.

3 METODOLOGIA

Neste trabalho buscou-se verificar se há uma relação entre a falta de saneamento básico e a incidência da dengue nos municípios brasileiros. Tentou-se, dessa maneira, encontrar uma correlação negativa entre saneamento básico e a incidência da dengue, ou seja, quanto melhor a situação do município em relação a coleta de lixo, rede geral de esgoto e água encanada menor seria a taxa de incidência de dengue para tal município.

A investigação da relação entre os indicadores da cobertura de saneamento básico dos municípios e a taxa de incidência da dengue será como base na seguinte equação:

$$txdengue_{jt} = lixo_coletado_{jt}\lambda + rede_geral_de_esgoto_{jt}\pi + \acute{a}gua_encanada_{jt}\beta + txurbaniza\c{c}\tilde{a}o_{jt}\psi + temperatura_{jt}\delta + precipita\c{c}\tilde{a}o_{jt}\rho + \theta_j + \varepsilon_{jt} \quad 1)$$

em que t é o tempo medido em ano; j é o município brasileiro; $txdengue_{jt}$ é a taxa de incidência da dengue no município j e no ano t ; $lixo_coletado_{jt}\lambda$ é a taxa de lixo coletado nos domicílios do município; $rede_geral_de_esgoto_{jt}\pi$ é a taxa de domicílios que possuem rede de coleta de esgoto no município; $\acute{a}gua_encanada_{jt}\beta$ é a taxa de água encanada nos domicílios do município; $txurbaniza\c{c}\tilde{a}o_{jt}\psi$ é a taxa de urbanização dos municípios e serve como controle na estimação realizada na (tabela 11); $temperatura_{jt}\delta$ e $precipita\c{c}\tilde{a}o_{jt}\rho$ são variável controle; θ_j é o efeito fixo do município; ε_{jt} é o erro estocástico.

As variáveis utilizadas nos modelos econométricos foram regredidas no formato *log-log*, pois dessa forma é possível fazer comparações dos resultados das variáveis estimadas. Nesse caso os resultados obtidos das estimações são as elasticidades, ou seja, o quanto a variação percentual em uma determinada variável independente impacta na variação percentual da variável dependente (WOOLDRIDGE, 2007).

A partir da equação (1) foram estimados três modelos de regressão, o primeiro modelo se refere a 1ª diferença, o segundo ao MQO (Mínimos Quadrados Ordinários) e o terceiro se refere ao modelo em painel com efeito fixo. A necessidade de estimar três modelos se dá pela limitação dos dados, além disso, busca-se obter uma melhor robustez em relação aos resultados encontrados.

4 DESCRIÇÃO DOS DADOS

Esse estudo buscou verificar se há uma relação negativa entre incidência da dengue e saneamento básico, tendo como controle variáveis climáticas e demográficas. A área de abrangência corresponde a grande parte do território nacional, com dados dos municípios brasileiros. A seguir são descritas as variáveis utilizadas no modelo e suas respectivas fontes de obtenção.

Taxa de incidência da dengue: Os dados da dengue foram obtidos do SINAN. Para obter a taxa de incidência da dengue foram divididas as notificações anuais de dengue pela população anual residente no município, multiplicando o valor obtido por 100.

A **taxa de coleta de lixo, de rede geral de esgoto e água canalizada** foram obtidas de três bases de dados: a primeira se refere ao SIAB (Sistema de Informação de Atenção Básica) do Ministério da Saúde; a segunda base de dados sobre saneamento se refere ao SNIS (Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento) e a terceira base de dados pertence aos Censos de 2000 e 2010 realizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Para se obter as taxas de coleta de lixo, rede geral de esgoto e água canalizada dividiu-se cada um dos valores pela população e em seguida multiplicou-se por 100.

Taxa de urbanização: a base de dados da população urbana foi obtida do censo de 2010 (IBGE) e a variável taxa de urbanização foi obtida dividindo a população urbana pela população total do município.

Já os **dados meteorológicos** são baseados em um modelo de reanálise, o Era-Interim. A base de dados Era-Interim fornece informações diárias de temperatura e precipitação com uma resolução horizontal de 12 km. Utilizou-se um software geoespacial para agregar os dados ao nível do município e calcular uma média dos pontos localizados dentro dos limites do município. Para aqueles que não tiveram pontos dentro de seus limites, usamos os quatro nós mais próximos do grid para o centroide do município e construímos as séries mensais de precipitação e temperatura como a média ponderada das estimativas associadas aos quatro nós, utilizando como peso as distâncias lineares do centroide do município para cada nó.

As estimativas são realizadas com a temperatura e a precipitação do mês de janeiro de cada ano. Pois, de acordo com o Ministério da Saúde (2005), a incidência da dengue possui um padrão sazonal, sendo o verão a estação do ano com a maior incidência da doença. O ministério da Saúde afirma, ainda, que os núcleos urbanos concentram grande quantidade de criadouros naturais ou resultantes da ação humana. Porém, a dengue pode ocorrer em qualquer localidade desde que exista população humana susceptível, a presença do vetor e o vírus seja introduzido. O quadro 1 sintetiza as informações dadas nessa seção sobre a descrição, período analisado e a fonte na qual as variáveis foram obtidas.

Quadro 1: Descrição das variáveis utilizadas no modelo.

Variáveis	Descrição	Período	Fonte	Modelos em que as variáveis foram utilizadas
Taxa de dengue	(Notificações/população)*100	2000-2015	-SIAB -SNIS -CENSO	- 1ª diferença - MQO - Painel
Coleta de lixo	(Lixocoletado/população)*100	2000-2015	-SIAB -SNIS -CENSO	-1ª diferença -MQO -Painel
Rede geral esgoto	(ligações de rede esgoto/população)*100	2000-2015	-SIAB -SNIS -CENSO	- 1ª diferença - MQO - Painel
Água encanada	(ligações de rede de água/população)*100	2000-2015	-SIAB -SNIS -CENSO	- 1ª diferença - MQO - Painel
Taxa de urbanização	(População urbana dividida pela população residente total do município)	2010	IBGE	-MQO
Temperatura	Em grau Celsius	2000-2015	ERA-Iterim	- 1ª diferença - MQO - Painel
Precipitação	Em mm	2000-2015	ERA-Iterim	- 1ª diferença - MQO - Painel

Fonte: Elaboração própria.

O quadro 2 mostra os valores das principais estáticas descritivas como média, valor mínimo e o valor máximo, além da medida de dispersão representada pelo desvio padrão das variáveis utilizadas nos modelos do seguinte trabalho. Essas medidas são importantes, pois servem para fazer comparação entre os resultados encontrados.

Quadro 2: Principais estáticas descritivas

VARIÁVEIS		Nº de observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Incidência da dengue		53.306	394,6	9,3	0	33045,1
Coleta de lixo	SIAB	76.010	1,6	8,6	0	161,96
	SNIS	18.526	40	74,7	0	126,3
	CENSO	11.072	18	8,6	0	44,1
Rede geral de esgoto	SIAB	72.918	6,9	8,8	0	161,21
	SNIS	23.317	55,7	36	0	259
	CENSO	11.072	11,2	9,7	0	45,6
Água encanada	SIAB	75.902	16,2	8,3	0	161,0
	SNIS	60.091	69,8	29,9	0	473
	CENSO	11.072	23,58	7,5	0	46
Taxa de urbanização		11.071	61,3	22,8	1,6	100
Temperatura		99.709	22,5	1,8	16,5	30
Precipitação		99.709	123,6	542,9	0	29762,65

Fonte: Elaboração própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESULTADOS DAS REGRESSÕES

O objetivo do seguinte trabalho é verificar se há uma relação entre os indicadores de saneamento básico (coleta de lixo, rede geral de esgoto e água encanada) e a incidência da dengue. Assim, foram estimados três modelos de regressão em 1ª diferença, MQO (Mínimos Quadrados Ordinários) e painel.

As tabelas abaixo mostram os principais resultados obtidos com as estimações das variáveis analisadas no seguinte estudo. As (tabelas 4, 6 e 8) mostram as estimações entre a variável independente coleta de lixo, rede geral de esgoto e água encanada em relação a variável dependente que é a taxa de incidência da dengue dos municípios brasileiros no período de 2000 a 2015. Nas demais tabelas dessa seção, além das variáveis de saneamento básico, os modelos estimados possuem outras variáveis de controle como temperatura e precipitação. Já na tabela 8 foi acrescentada a variável referente à taxa de urbanização do ano de 2010.

Na tabela 1, os modelos em 1ª diferença, MQO e painel tiveram a estatística F é significantes a 1%, ou seja, conjuntamente as variáveis são significantes. Quando se analisa os valores da estatística t, observa-se que a maioria das variáveis são significantes a 1%, com exceção das variáveis coleta de lixo e rede geral de esgoto no modelo em 1ª diferença, pois são significantes a 5% e 10% respectivamente.

Em relação aos coeficientes do primeiro modelo da tabela 1 temos que há uma correlação negativa entre as variáveis independentes coleta de lixo e água encanada em relação variável dependente incidência da dengue, porém a correlação é positiva para a variável rede geral de esgoto. Para o modelo em MQO há uma associação negativa entre o fator rede geral de esgoto e a incidência da dengue, com relação as variáveis coleta de lixo e água encanada essa associação se mostrou positiva. No modelo em painel as três variáveis juntamente com a constante apresentaram uma correlação positiva no que se refere à incidência da dengue.

Tabela 1: Resultados das estimações entre a incidência da dengue e os indicadores de saneamento básico com dados do (SIAB).

Variáveis	1ª Diferença	MQO	Painel
-----------	--------------	-----	--------

Coleta de lixo	-0.074** (0.037)	0.308*** (0.014)	0.087*** (0.027)
Rede geral esgoto	0.052* (0.015)	-0.0476*** (0.004)	0.165*** (0.030)
Água encanada	-0.069*** (0.036)	0.110*** (0.013)	0.098*** (0.011)
Constante	5.353*** (0.072)	0.853*** (0.103)	1.346*** (0.173)
Teste F	F(3,8745)=21.03*** F(3,45915) = 434.16*** F(3,40913) = 136.43***		
R ²	0.007	0.027	0.008
Nº de observações	8749	45919	5003

Fonte: Elaboração própria com dados do SINAN (Dengue) e SIAB (Saneamento Básico)

1) *Nível de significância a 10%; **Nível de significância a 5%; ***Nível de significância a 1%.

2) Erros-Padrão entre parente

Na tabela 2, a qual as variáveis de saneamento estão sendo controladas por variáveis climáticas, temos que o modelo em 1ª diferença não apresentou a estatística F significativa quando se utiliza os dados de saneamento do SIAB (Sistema de Atenção Básica). Porém, para os modelos MQO e painel a estatística F se apresentou significativa a 1%, ou seja, mostrando que pelo menos um de seus coeficientes é diferente de zero. Em relação a estatística t, os modelos MQO e painel obtiveram todas as variáveis significantes, tendo todos os coeficientes apresentado uma correlação positiva com a taxa de incidência da dengue.

Tabela 2: Resultados das estimações entre a incidência de dengue e os indicadores de saneamento básico com dados do SINAN e SIAB respectivamente, controlados por variáveis climáticas.

Variáveis	1ª Diferença	MQO	Painel
Coleta de lixo	-0.045 (0.088)	0.386*** (0.014)	0.091*** (0.027)
Rede geral esgoto	-0.027 (0.039)	0.018*** (0.004)	0.094*** (0.011)
Água encanada	0.039 (0.086)	0.029* (0.013)	0.164*** (0.029)
Temperatura	-0.038 (0.054)	5.990*** (0.128)	7.892*** (0.268)
Precipitação	-0.004 (0.031)	0.027*** (0.004)	0.013*** (0.006)
Constante	4.702*** (0.198)	-18.448*** (0.430)	-23.409*** (0.872)
Teste F	F(5, 1419) = 0.44 F(5,44906) = 705.21*** F(5,39904)=278.27***		
R ²	0.001	0.072	0.059

Nº de observações	1425	44912	44912
-------------------	------	-------	-------

Fonte: Elaboração própria com dados do SINAN (Dengue), SIAB (Saneamento básico) e ERA-Interim (Temperatura e precipitação).

- 1) *Nível de significância a 10%; **Nível de significância a 5%; ***Nível de significância a 1%.
- 2) Erros-Padrão entre parenteses.
- 3) Temperatura e precipitação do mês de janeiro

Na tabela 3, os dados de saneamento foram obtidos do SNIS (Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento). Igualmente como aconteceu com os resultados obtidos na tabela 1 em que os dados de saneamento básico foram obtidos do SIA, o modelo em 1ª diferença obteve a estatística F significativa a 1%, tendo a variável água encanada obtido uma correlação negativa com a incidência da dengue em ambas as tabelas 1 e 3.

Ainda em relação a tabela 3, os resultados mostram que os modelos MQO e painel tiveram a estatística F significativa a 1%, ou seja, a regressão se mostra válida. Em relação a estatística t, temos que no modelo MQO as variáveis coleta de lixo e rede geral de esgoto foram significantes a 1% e a variável água encanada não significativa. Já para o modelo em painel apenas coleta de lixo se mostrou significativa. Quando se observa os coeficientes dos dois modelos que obtiveram as suas respectivas estatísticas F significantes, os resultados indicam uma correlação positiva entre coleta de lixo e a incidência da dengue tanto no modelo em MQO como no modelo painel.

Tabela 3: Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do SNIS.

Variáveis	1ª Diferença	MQO	Painel
Coleta de lixo	0.060*** (0.012)	0.141*** (0.009)	0.115*** (0.015)
Rede geral esgoto	0.00002*** (5.26e-06)	-0.131*** (0.027)	-0.187 (0.226)
Água encanada	-0.102*** (0.029)	-0.031 (0.078)	-0.014 (0.098)
Constante	4.184*** (0.241)	4.441*** (0.831)	5.161** (2.249)
Teste F	F(3,3077)=17.29***	F(3, 5862) = 81.14***	F(3,3798) = 19.78***
R²	0.016	0.039	0.036
Nº de observações	3081	5866	5866

Fonte: Elaboração própria com dados do SINAN (Dengue) e SNIS (Saneamento).

- 1) *Nível de significância a 10%; **Nível de significância a 5%; ***Nível de significância a 1%..
- 2) Erros-Padrão entre parenteses.

Na tabela 4 as estimações foram feitas com dados de saneamento básico do SNIS, e são controladas por variáveis climáticas. No qual a estatística F que indica significância conjunta entre as variáveis indicou que os modelos em MQO e painel possuíam significância a 1%. No modelo em painel temos que as variáveis coleta de lixo e temperatura obtiveram a estatística t significantes a 1%, nesse caso o coeficiente do fator saneamento básico coleta de lixo juntamente com a variável temperatura apresentaram uma correlação positiva em relação à taxa de incidência dengue.

Tabela 4: Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do SNIS, controlados por variáveis climáticas.

Variáveis	1ª Diferença	MQO	Painel
Coleta de lixo	0.057** (0.028)	0.125*** (0.009)	0.118*** (0.015)
Rede geral de esgoto	2.45e-06 (0.00002)	0.107*** (0.026)	0.0008 (0.101)
Água encanada	-0.119 (0.085)	0.047 (0.074)	-0.064 (0.241)
Temperatura	-0.110 (0.099)	10.61*** (0.356)	5.171*** (1.183)
Precipitação	0.022 (0.082)	-0.001 (0.014)	0.015 (0.022)
Constante	3.985*** (0.738)	-31.885*** (1.444)	-12.561*** (4.648)
Teste F	F(5, 473)= 1.81	F(5, 5776)= 234.53***	F(5,3721)=15.05***
R ²	0.018	0.168	0.152
Nº de observações	479	5782	5782

Fonte: Elaboração própria com dados do SINAN (Dengue), SNIS (Saneamento) e ERA-Interim (Temperatura e precipitação).

1) *Nível de significância a 10%; **Nível de significância a 5%; ***Nível de significância a 1%.

2) Erros-Padrão entre parentes

3) Temperatura e precipitação do mês de janeiro.

Os modelos da tabela 5 foram estimados utilizando-se os dados do censo de 2000 e 2010. Os três modelos tiveram a estatística F significativa a 1%, nesse caso os modelos estimados são válidos. No modelo em 1ª diferença as variáveis coleta de lixo, rede geral de esgoto e água encanada apresentaram significância em relação a estatística t, no qual os coeficientes indicaram uma correlação positiva da variável coleta de lixo com a incidência da dengue, porém as variáveis rede geral de esgoto e água encanada obtiveram uma associação negativa como era esperado. No modelo em painel, as

variáveis também foram significantes, apresentando correlação positiva para todas as variáveis em relação a taxa de incidência da dengue.

Tabela 5: Resultados das estimações entre a incidência da dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do Censo de 2000 e 2010.

Variáveis	1ª Diferença	MQO	Painel
Coleta de lixo	0.562*** (0.090)	0.112** (0.051)	0.184* (0.099)
Rede geral esgoto	-0.077* (0.040)	-0.147*** (0.022)	0.316*** (0.048)
Água encanada	-0.113** (0.052)	0.401*** (0.083)	0.290* (0.170)
Constante	1.674** (0.824)	0.940 (0.604)	-2.642** (1.223)
Teste F	F(3,2779) = 13.14***	F(3, 5865) = 24.80***	F(3,1513) = 30.25***
R ²	0.014	0.012	0.002
Nº de observações	2783	5869	5869

Fonte: Elaboração própria com dados do SINAN(Dengue) e Censo de 2000 e 2010 (Saneamento)

1) *Nível de significância a 10%; **Nível de significância a 5%; ***Nível de significância a 1%.

2) Erros-Padrão entre parenteses

Na tabela 6, as variáveis de saneamento básico foram controladas por variáveis climáticas como a temperatura e a precipitação. Os três modelos da tabela 6 apresentaram a estatística F significativa a 1%, mostrando que há significância conjunta entre as variáveis utilizadas no modelo. O modelo em 1ª diferença apresentou bons resultados, tendo as variáveis significantes a 1%, com exceção apenas da variável precipitação que foi significativa a 5%. Os coeficientes do modelo em 1ª diferença indicam que há uma correlação positiva entre a temperatura e a incidência da dengue, assim como a variável coleta de lixo, água encanada e precipitação também apresentaram correlação positiva. Já variável rede geral de esgoto obteve uma correlação negativa. No modelo em painel as variáveis coleta de lixo e precipitação não foram significantes, porém a variável água encanada com significativa a 1% indicou uma correlação negativa com a taxa de incidência dengue e a temperatura uma correlação positiva como era esperado.

Tabela 6: Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do Censo de 2000 e 2010, controlados por variáveis climáticas.

Variáveis	1ª Diferença	MQO	Painel
-----------	--------------	-----	--------

Coleta de lixo	0.477*** (0.145)	0.095* (0.051)	-0.023 (0.092)
Rede geral esgoto	-0.276*** (0.071)	-0.155*** (0.022)	0.228*** (0.038)
Água encanada	0.263*** (0.098)	0.432*** (0.082)	-0.426*** (0.143)
Temperatura	0.354*** (0.096)	0.384 (0.531)	15.179*** (1.798)
Precipitação	0.093** (0.047)	-0.115*** (0.018)	0.048 (0.047)
Constante	0.091 (1.387)	0.047 (1.829)	-40.371*** (5.335)
Teste F	F(5,790) = 11.71***	F(5,5832) = 22.80***	F(5,2616)= 32.23***
R ²	0.069	0.019	0.027
Nº de observações	796	5838	7036

Fonte: Elaboração própria com dados do SINAN (Dengue), Censo de 2000 e 2010 (Saneamento) e ERA-Interim (Temperatura e precipitação)

- 1) *Nível de significância a 10%; **Nível de significância a 5%; ***Nível de significância a 1%.
- 2) Erros-Padrão entre parentes
- 3) Temperatura e precipitação do mês de janeiro

Na tabela 7, as estimações foram feitas apenas utilizando os municípios da zona costeira brasileira, com dados de saneamento básico referentes a base de dados do SIAB. O modelo em primeira diferença não obteve a estatística F significativa, porém para os modelos em MQO e painel a estatística F foi significativa a 1%. No qual o modelo em painel apresentou a variável coleta de lixo significativa a 1% e possuindo uma relação negativa em relação à taxa de incidência da dengue como era esperado. A variável temperatura, quando se analisa a zona costeira, se mostra relevante com significância a 1% e correlação positiva com a taxa de incidência dengue, estando de acordo com a correlação encontrada nas tabelas 2, 4 e 6.

Tabela 7: Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do SIAB, controlados por variáveis climáticas para os municípios localizados na zona costeira.

Variáveis	1ª Diferença	MQO	Painel
Coleta de lixo	0.057 (0.028)	0.190*** (0.052)	-0.203** (0.100)
Rede geral de esgoto	-0.119 (0.085)	-0.220*** (0.056)	0.256** (0.120)
Água encanada	2.45e-06 (0.00002)	0.150*** (0.022)	0.060 (0.045)
Temperatura	-0.110	4.975	4.063***

	(0.099)	(0.694)	(1.210)
Precipitação	0.022	-0.020	0.010
	(0.082)	(0.014)	(0.013)
Constante	3.985	-12.262***	-9.598**
	(0.738)	(2.311)	(3.915)
Teste F	F(5, 473) = 1.81 F(5, 2827) = 19.44*** F(5,2827)=19.44***		
R ²	0.018	0.033	0.033
Nº de observações	479	2833	2833

Fonte: Elaboração própria com dados do SINAN (Dengue), Censo 2010 (Saneamento) e ERA-Interim (Temperatura e precipitação)

- 1) *Nível de significância a 10%; **Nível de significância a 5%; ***Nível de significância a 1%.
- 2) Erros-Padrão entre parentes
- 3) Temperatura e precipitação do mês de janeiro

Por fim, temos os resultados da última tabela, na tabela 8 foi estimado um modelo em MQO com os dados de saneamento básico foram obtidos do Censo 2010, as variáveis de saneamento são controladas por variáveis climáticas e pela taxa de urbanização dos municípios brasileiros para o ano de 2010. O modelo obteve a estatística F significativa a 1%, indicando que a significância conjunta das variáveis é válida. Em relação à estatística t, temos que a variável coleta de lixo, taxa de urbanização, temperatura e precipitação foram significantes a 1%. Como o esperado a variável taxa de urbanização obteve uma correlação positiva em relação à taxa de incidência de dengue.

Tabela 8: Resultados das estimações entre a incidência de dengue com dados do SINAN e os indicadores de saneamento básico com dados do Censo de 2010, controlados por variáveis climáticas e taxa de urbanização.

Variáveis	MQO
Coleta de lixo	0.451*** (0.063)
Rede geral esgoto	0.005 (0.016)
Água encanada	-0.015 (0.054)
Taxa de urbanização	0.376*** (0.091)
Temperatura	3.703*** (0.570)
Precipitação	0.165*** (0.019)
Constante	-13.023*** (1.919)
Teste F	F(6, 3736) = 41.07***

R ²	0.061
Nº de observações	3743

Fonte: Elaboração própria com dados do SINAN (Dengue), Censo 2010 (Saneamento), ERA-Interim (Temperatura e precipitação) e IBGE (Taxa de urbanização).

- 1) *Nível de significância a 10%; **Nível de significância a 5%; ***Nível de significância a 1%.
- 2) Erros-Padrão entre parentes
- 3) Temperatura e precipitação do mês de janeiro

Os resultados mostrados nas tabelas acima indicam que os indicadores de saneamento básico água encanada e rede geral de esgoto juntamente com as variáveis climáticas podem explicar em parte o aumento da incidência da dengue nos municípios brasileiros, tendo a variável climática temperatura uma relevância maior, ou seja, municípios com as mesmas condições de saneamento básico, porém com temperaturas diferentes podem ter diferentes níveis de incidência da dengue, nessa caso, temperaturas mais altos em contraposição com temperaturas baixas podem ser um fator relevante no aumento dos casos de dengue no Brasil. Os resultados descritos pode não indicar a total realidade dos municípios brasileiros, pois sabemos da grande extensão do território nacional, no qual possui diversas particularidades, logo para se alcançar um resultado ainda mais robusto seria necessário levar em consideração diversas outras características que não estão presentes neste trabalho, mas que poderão está presentes em trabalhos futuros. Na seção seguinte são discutidos alguns resultados que foram apresentados dessa seção.

5.2 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS OBTIDOS DAS REGRESSÕES

Os resultados encontrados nos diversos modelos apresentados nas tabelas da seção anterior não demonstram uma associação clara entre os fatores de saneamento básico e a incidência da dengue nos três modelos regredidos. Pois, alguns modelos mostram uma correlação positiva e outros modelos uma correlação negativa para a mesma variável. Há também os modelos que não foram significativos como os apresentados na tabela 4 e na tabela 7. O trabalho de Costa e Natal (1998) que faz uma análise da cidade de São José do Rio Preto - SP não encontrou uma correlação entre a dengue e a porcentagem de domicílios com abastecimento de água encanada, contrariando os resultados que foram encontrados na tabela 1 e tabela 3 referentes ao modelo em 1ª diferença no qual há uma correlação negativa entre água encanada e a incidência da dengue. Porém, o trabalho de Costa e Silva (1998) está de acordo com os resultados encontrados na tabela 2, tabela 4, tabela 7 e na tabela 8 em que não foi

encontrada correlação para a variável água encanada no que se refere ao modelo em 1ª diferença.

Almeida et al (2009) fez um estudo para a cidade do Rio de Janeiro no período correspondente a 48ª semana de 2001 a 20ª semana de 2002, os autores encontram resultados favoráveis entre os fatores de saneamento básico a incidência de dengue, ou seja, problemas em relação ao saneamento básico podem contribuir com o aumento da dengue, o contrário ocorreria se houvesse melhora nos fatores de saneamento básico. Os resultados encontrados por Almeida et al (2009) são consonantes com os resultados encontrados na tabela 1 para o fator saneamento básico rede geral de esgoto no modelo MQO e para água encanada no modelo em 1ª diferença, no qual foi encontrada correlação negativa; na tabela 3 para o fator saneamento básico relacionado a rede geral de esgoto no modelo MQO e água encanada para o modelo em 1ª diferença; na tabela 6 em relação ao fator água encanada no modelo em painel e, por fim, os resultados são consonantes com os fatores coleta de lixo no modelo em painel e rede geral de esgoto no modelo MQO pertencentes a tabela 7. Em que os resultados encontrados indicam que há uma correlação negativa entre saneamento básico e a incidência da dengue, conforme o trabalho de Almeida et al (2009).

Porém, os resultados encontrados no seguinte trabalho em relação às variáveis de saneamento básico, de forma geral, estão mais de acordo com o trabalho de Barbosa e Silva (2015) que analisaram o município de Natal-RN no período de 2008 e 2012, os autores afirmam que a dengue não está autocorrelacionada e nem apresentou correlação com a maioria dos fatores de saneamento básico. Barbosa e Silva (2015) buscam explicar o fato das contradições encontradas nos trabalhos que associam a dengue a fatores de saneamento básico, no qual alguns autores encontram correlação negativa, outros positivas e alguns não encontram nenhuma relação, isso ocorre devido a extensão e a localidade que se é analisada, ou seja, entra em discussão o fato de ser analisado um bairro, uma cidade ou um estado. No caso do seguinte trabalho, o estudo foi feito para o Brasil como um todo, logo já era esperado que alguns resultados se apresentassem com contradições, pois a dimensão territorial do Brasil permite que exista uma gama de particularidades que são únicas para cada uma das regiões do país. Além disso, tem o fato de um bairro possuir uma boa infraestrutura de saneamento básico, porém pode existir uma casa abandonada em que há criadouros do mosquito *Aedes aegypti*, pode haver vizinhos que possuem plantas no domicílio e ao mesmo tempo deixa acumular

água nos vasos, tudo isso pode acarretar no surgimento da dengue, não tendo relação com a infraestrutura de saneamento básico.

Além disso, há o fato da incidência da dengue está relacionada a fatores climáticos. Nesse caso, os modelos em 1ª diferença, MQO e painel na tabela 6 demonstraram uma correlação positiva entre a variável temperatura e a incidência da dengue, estando de acordo com os resultados encontrados por (PEREDA et al 2011; RIBEIRA et al 2006). Os fatores climáticos se mostram importantes no que diz respeito a sua relação com a dengue, ou seja, temperaturas médias são favoráveis ao desenvolvimento do mosquito enquanto temperaturas baixas são desfavoráveis para o seu desenvolvimento. As figuras 1 e 4 mostram que a Região Sul do Brasil apresentou uma coloração predominantemente mais clara em relação às demais regiões, ou seja, o fato dessa região possuir as temperaturas mais baixas do país pode levar a uma menor incidência da dengue como afirmam os dados do SINAM apresentados no decorrer desse trabalho.

Em relação à correlação negativa encontrada entre a variável precipitação e a incidência da dengue na tabela 6 no modelo MQO pode ser possível, pois de acordo com uma pesquisa utilizando o Modelo Aditivo Generalizado (MAG), realizada por Ramalho (2008). Foi encontrado um efeito protetor contra o mosquito da dengue quando ocorre o estabelecimento de estações chuvosas. Esse fato seria explicado devido ao excesso de água dificultar a sobrevivência das lavas e pupas pré-existentes no ambiente em que elas se encontram, ou seja, o excesso de chuva causaria o efeito de uma lavagem, além disso, a chuva dificultaria o voo das formas aladas do mosquito *Aedes aegypti*.

Quando se analisa a tabela 8, cujo modelo estimado MQO contém a variável taxa de urbanização, o resultado foi o esperado, ou seja, foi encontrado uma correlação positiva entre urbanização e a incidência da dengue, confirmando os estudos realizados por (GLUBER,1998 ; VASCONCELOS, 2015)..

Portanto, os resultados encontrados não demonstraram uma correlação clara entre saneamento básico e dengue, mesmo estimando modelos diferentes e utilizando base de dados de fontes diversas. Porém, a variável temperatura na maioria dos modelos apresentou correlação positiva com a taxa de incidência da dengue, assim ver-se a necessidade da realização de mais trabalhos científicos focados em mais fatores climáticos e a sua relação com a incidência da dengue.

6 CONCLUSÕES

Com o objetivo de verificar se as variáveis relacionadas com o saneamento básico possuem alguma relação com o aumento da incidência de dengue nos municípios brasileiros. Observou-se que essas variáveis isoladamente não conseguem explicar a incidência da dengue, pois se deve levar em consideração outras variáveis como taxa de urbanização, o fato do município ser localizado na zona costeira ou não e, principalmente, os fatores climáticos que influenciam de forma decisiva na proliferação do *Aedes aegypti*. Ou seja, no decorrer do trabalho foram apresentadas diversas figuras mostrando a distribuição espacial da dengue, no qual a região Sul do Brasil que possuem as temperaturas mais baixas obteve uma tonalidade mais clara indicando um número menor de casos de dengue.

Além de a região Sul possuir fatores climáticos desfavoráveis para a proliferação do vetor da dengue, ela possui bons indicadores de saneamento básico. Já os municípios da região Nordeste vêm apresentando um elevado número de casos de dengue, e infelizmente as melhorias da infraestrutura relacionada com saneamento básico não segue um ritmo acelerado como deveria ser, pois melhorias nesses fatores evitariam problemas com a falta de água, esgoto a céu aberto e uma enorme quantidade de lixo jogado nas ruas e terrenos baldios, levando ao surgimento de criadouros do mosquito.

Devido ao fato da incidência da dengue não está apenas associada aos fatores de saneamento básico, logo pode-se dizer que fatores climáticos associados com condições precárias de saneamento básico podem potencializar ainda mais a procriação do mosquito, como consequência tem-se o aumento do número de casos de dengue.

Com os resultados encontrados, que tem suporte na literatura, pode-se afirmar que as condições climáticas da maioria dos municípios do país são favoráveis a proliferação do vetor transmissor da dengue, assim sugerem-se mais investimentos em saneamento básico e ações de educação e monitoramento com a participação dos agentes de endemias, fatores estes que estão associados a doença e podem ser modificados por políticas públicas.

Portanto, o seguinte trabalho buscou mostrar que apesar dos fatores e geográficos serem bastante favoráveis a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, o descaso com o saneamento básico pode provocar o aumento do número de casos de dengue, ou seja, a falta de coleta de lixo, a falta de água canalizada e a falta de

instalações sanitárias adequadas podem se tornar um risco para a saúde da população. Logo, a prevenção é uma das melhores maneiras de evitar novos casos de dengue.

O trabalho teve como limitação as fontes de dados, no qual os dados não conseguem englobar informações da população brasileira no geral, por isso foi estimados vários modelos com bases de dados de saneamento básico diferentes. Como trabalhos futuros pretende-se analisar dados ainda mais recentes (2010 a 2020), ou seja, buscará ver se as condições de saneamento avançarão nos últimos 5 anos e a sua relação com os casos de dengue e demais doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* como Zika e Chikungunya.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Andréa Sobral; MEDRONHO, Roberto de Andrade; VALENCIA, Luís Iván Ortiz. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro. Revista Saúde Pública, 2009; 43(4): 666-673.

ARAÚJO, Amanda Bezerra de. Uma Análise das Políticas de controle e combate à Dengue no Brasil. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

ARAÚJO, J. R., FERREIRA, E., ABREU, M. H. N. G. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização de dengue no Brasil. Rev Bras Epidemiol, 2008.

BARCELLOS, Christovem; PUSTAI, Adelaide K.; WEBER, Maria A.; BRITO, Maria R. V. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 38(3):246-250, mai-jun, 2005.

BARBOSA, Isabelle Ribeiro e SILVA, Lucio Pereira. Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da dengue no município de Natal-RN. Revista Ciência Plural. 2015; 1(3):62-75.

BRAGA, Ima Aparecida e VALLE, Denise. Aedes aegypti: histórico do controle no Brasil. Epidemiologia e Serviços de Saúde; 16:113-118, Brasília-DF, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Dengue: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde FUNASA. Programa Nacional de Controle da Dengue. Brasília: FUNASA, 2002.

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.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue / Secretaria de Vigilância em Saúde / Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: < http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_nacionais_prevencao_controle_de_dengue.pdf >. Acesso em: 18 jan. 2019.

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, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Levantamento Rápido de Índices para Aedes Aegypti (LIRAA) para vigilância entomológica do Aedes aegypti no Brasil: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis – Brasília : Ministério da Saúde, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Dengue: diagnóstico e manejo clínico: adulto e criança. 5 ed.- Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção da Saúde. Saúde Brasil 2015/2016: Uma análise da situação de saúde e da epidemia pelo vírus Zika e por outras doenças transmitidas pelo Aedes aegypti [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não Transmissíveis e Promoção da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde,

2017. Disponíven em:<
http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/saude_brasil_2015_2016_analise_zika.pdf. >
 Acesso em 27 de agosto de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico 22. Secretaria de Vigilância em Saúde. Volume 49, maio 2018.

CATÃO, Rafael de Castro. Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional. 2011. xvi, 169 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2011. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/11449/96710> >. Acesso em 04 de setembro de 2018.

CORTÉS, J. J. C.; HONÓRIO, N. A.; GIBSON, G.; PEITER, P. C. Espaço e geografia. Vol.18, Nº3 (2015), 611:638.

COSTA, Antonio Ismael Paulino e Natal, Delsio. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em uma localidade urbana no Sudeste do Brasil. Revista Saúde Pública, São Paulo, v.32, n.3, 1998.

ERA-Interim. Disponível em < <https://www.ecmwf.int/>> acesso em 20 de setembro de 2018.

FERREIRA, Aline Chimello, NETO, Francisco Chiaravallote. Infestação pr Aedes aegypti e relação com níveis socioeconômicos. Revista Saúde Pública 2007; 41(6): 915-922.

FLAUZINO, Regina F.; SOUSA-SANTOS, Reinaldo; BARCELLOS, Christovem; GRACIE, Renata; MAGALHÃES; Mônica de A. M.; OLIVEIRA, Rosely, M. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais Niterói, RJ. Revista Saúde Pública 2009; 43(6):1035-43.

FUNASA. Dengue. Instrução para Pessoal de Combate ao Vetor. Manual de Normas Técnicas. Brasília, abril/2001.

GUBLER, Duane J. Dengue and dengue hemorrhagic fever. Clin Microbiol Rev. 1998 jul; 11(3): 480-496.

IBGE. Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas do Brasil/ IBGE, Diretoria de Geociências. – Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Saneamento Básico. Disponível em < https://serieestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&de=17&no=6> Acesso em: 08 de mai. 2019.

LANCIOTTI, Robert S.; KOSOY, Olga L.; LAVEN, Janeen J.; VELEZ, Jason O.; LAMBERT, Amy J.; JOHNSON, Alison J.; STANFIELD, Stephanie M.; DUFFY, Mark R. Genetic and Serologic Properties of Zika Virus Associated With an Epidemic, Yap State, Micronesia, 2007. Emerging Infectious Diseases, Colorado, USA, v.14, n.8, p.1232-1239, Ago. 2008. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2600394/> > Acesso em: 16 out. 2018.

MENDOÇA, Francisco de Assis; SOUZA, Adilson Veiga; DUTRA, Denecir de Almeida. Saúde Pública, Urbanização e dengue no Brasil. Sociedade e Natureza, Uberlândia, 21 (3): 257-269, dez.2009.

MONDINI, Adriano; CHIARAVALLOTI NETO, Francisco. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 41, n. 6, p. 923-930, dec. 2007. ISSN 1518-8787. Disponível em: < <http://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/32332> >. Acesso em: 15 jan. 2019.

NEGRI, Silvio Moisés. Segregação Sócio-Espacial: Alguns Conceitos e Análises. COLETÂNEAS DO NOSSO TEMPO, Rondonópolis-MT, v.VII, Nº8, p.129 A 153, 2008.

NELSON, Michael J. Aedes aegypti: biologia y ecologia. Washington (D.C.): Organización Panamericana de la Salud, 1986.

OPAS. Organización Panamericana de La Salud. 27ª Conferência Sanitária Panamericana. Resolución CSP27.R15. Prevención y Controle Del Dengue em las Américas. Washington, D.C. 1-5 de outubro de 2007. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=3024:monitoramento-da-egi-dengue-nas-americas&Itemid=463>. Acesso em: 18 jan. 2019.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). Preparedness and response for chikungunya virus: introduction in the Americas. Washington (DC): PAHO, 2011. Disponível em: <http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=16984&Itemid=&lang=en> Acesso em 13 de setembro de 2018.

PEREDA, P. C., ALVES, D. C. O, RANGEL, M. A. Elementos Climáticos e Incidência de Dengue: Teoria e Evidência para Municípios Brasileiros. FEA-USP, 2011. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/sbe/EBE11/paper/view/2938/1333>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

PORTAL BRASIL. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2016/05/microcevalia-ministerio-da-saude-confirma-1-271-casos-no-pais>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

PORTAL DO MINISTERIO DA SAÚDE. Quase mil cidades podem ter surto de dengue, zika e chikungunya no país. Disponível em: <<http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45407-quase-mil-cidades-podem-ter-surto-de-dengue-zika-e-chikungunya-no-pais>>. Acesso em: 03 mai. 2019.

RAMALHO, Walter Massa. Influência do regime de chuvas na ocorrência do dengue em municípios brasileiros, 2002 a 2006. Dissertação (Mestrado)-Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2008.

RIBEIRO, Andresa F.; MARQUES, Gisela R. A. M.; VOLTOLINI, Júlio C.; CONDINO, Maria Lúcia F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. Revista de Saúde Pública. Taubaté, SP, 2006.

SAIANI, C. C. S; TONETO JUNIOR, R. “Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970-2004)”. Revista Economica e Sociedade. Campinas, 2010.

SINAN. Sistema de Informação de Agravos Notificáveis. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinannet/cnv/denguePE.def>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

TAUIL, Pedro Luiz. Urbanização e ecologia do dengue. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17 (Suplementos): 99-102, 2001.

TAVEIRA, Lúcia Antonia, FONTES, Luiz Roberto, NATAL, Délsio. Manual de diretrizes e procedimentos no controle do Aedes aegypti. Ribeirão Preto: Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, 2001.

VASCONCELOS, Pedro Fernando da Costa. Doença pelo Vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas? Rev Pan-Amaz Saude 2015; 6(2):9-10.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. Introdução à econometria: uma abordagem moderna. 4ª edição. Thonson Learning: São Paulo, 2007.