

# Avaliação da efetividade do LIRAA como instrumento de monitoração da dengue

**Jonatas Sousa Vieira**

Mestrando em Economia do PPGECON-UFPE-CAA  
E-mail: jonatasv@gmail.com

**Roberta de Moraes Rocha**

Professora associada do PPGECON-UFPE-CAA  
E-mail: roberta.mrocha@ufpe.br

**Wellington Ribeiro Justo**

Professor associado da URCA e professor do PPGECON-UFPE-CAA  
Email: justowr@yahoo.com.br

**Área Temática:** 8 – Questões Urbanas e Metrópolis.

**RESUMO:** O *Aedes aegypti* é o vetor responsável pela dengue, doença que tem se tornado uma epidemia no Brasil, sendo conhecida pelo seu potencial de disseminação e contaminação. Uma forma direta de controlar esta doença é através do combate ao vetor transmissor, o qual é realizado pela implementação de políticas públicas. O presente artigo pretende investigar se a aplicação do LIRAA (Levantamento de Infestação Rápido de *Aedes aegypti*) apresentou impacto na redução da incidência da dengue no país. O estudo foi realizado considerando o período de 2001-2016. O Sistema de Informação de Notificação e Agravos Nacional (SINAN), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) constituíram as principais fontes de dados. O método utilizado foi diferenças em diferenças por meio de dados em painel. Verificou-se que os municípios que contabilizaram o LIRAA apresentaram uma redução na taxa da incidência da dengue, quando comparado com os municípios que não implementaram o programa, mesmo em anos epidêmicos. Diante disso verificamos que o LIRAA se constitui como importante ferramenta para monitoração da dengue, uma vez que promove o direcionamento de políticas públicas.

**Palavras-chaves:** dengue, *Aedes aegypti*, diferenças em diferenças.

**Classificação JEL:** I18, R15, R50.

**ABSTRACT:** The *Aedes aegypti* is the vector responsible for dengue, a disease that has become an epidemic in Brazil, and is known for its potential for dissemination and contamination. A direct way to control this disease is by combating the transmitting vector, which is accomplished by implementing public policies. This article aims to investigate whether the application of LIRAA (Rapid Infestation Survey of *Aedes aegypti*) had an impact in reducing the incidence of dengue in the country. The study was carried out considering the period 2001-2016. The National Notification and Diseases Information System (SINAN), National Sanitation Information System (SNIS), National Meteorological Institute (INMET) and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) were the main data sources. The method used was differences in differences in panel data. It was found that the municipalities that accounted for LIRAA showed a reduction in the rate of dengue incidence, when compared with the municipalities that did not implement the program, even in epidemic years. Therefore, we found that LIRAA is an important tool for monitoring dengue, since it leads to an improvement in public policies.

**Keywords:** dengue, *Aedes aegypti*, differences in differences.

**JEL codes:** I18, R15, R50.

# 1 Introdução

A dengue é uma doença provocada por um arbovírus, o qual é transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti*. Este é amplamente encontrado em regiões de clima tropical e subtropical (SIRIVICHAYAKUL et al., 2019). As primeiras manifestações de dengue, no Brasil, datam do final do século XIX em Curitiba/PR e no início do século XX, em Niterói/RJ. Nesta mesma época a febre amarela, também transmitida pelo *Aedes aegypti*, era a principal ameaça no país. A implantação de medidas de prevenção no Brasil fez com que o mosquito fosse erradicado em 1955, porém o enfraquecimento do controle do vetor provocou seu retorno e subsequente disseminação por todos os estados brasileiros (RIZZI et al., 2017).

Os casos de dengue geralmente são subnotificados, entretanto uma estimativa recente indica uma incidência anual de 390 milhões de casos, dos quais 96 milhões (24,6%) são sintomáticos enquanto que a maioria não apresenta sinais aparentes da doença (OTU et al., 2019). No Brasil, para se ter uma noção da gravidade, até a última semana de 2016 foram contabilizados mais de 1,5 milhão de casos prováveis de dengue no país. Neste mesmo ano foram atestados 642 óbitos, em comparação aos 986 ocorridos em 2015 (BRASIL, 2017).

As políticas públicas que existiram ao longo dos anos de combate à dengue no Brasil, consistiam na erradicação química do vetor. No entanto, por conta da sua rápida proliferação e adaptação ao ambiente, esta medida tornou-se ineficaz. Em consequência disto, a partir do ano de 2001, a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) objetivou a elaboração de planos mais efetivos de controle da dengue, abandonando o foco na erradicação do mosquito vetor. Em 2002, com a implementação do Programa Nacional de Combate à Dengue (PNCD), houve a descentralização e toda autonomia de controle e combate foi repassada aos municípios (GOULART et al., 2016).

O LIRAA (Levantamento de Infestação Rápido do *Aedes aegypti*) foi planejado no ano de 2002 pelo PNCD, embora tenha sido implementado somente em 2003. Consiste em uma ferramenta amplamente utilizada para medir o grau de infestação pelo *Aedes aegypti*. Inicialmente apenas 45 municípios fizeram parte deste levantamento, no entanto o LIRAA tornou-se obrigatório para todos os municípios com infestação do *Aedes aegypti* após a publicação da RDC N° 12 de 26 de Janeiro de 2017 (BRASIL, 2017).

Considerando o aumento de casos registrados de dengue no país, surge a necessidade de adoção de técnicas adequadas para controle e monitoração da doença nos municípios, cuja finalidade seria promover melhor alocação de recursos públicos para combater este mal. Dessa forma, o monitoramento do *Aedes aegypti* é realizado por programas de controle que utiliza o LIRAA para expressar a diferença entre o número de imóveis com resultados positivos e o número de imóveis pesquisado. O Ministério da Saúde recomenda este método, que tem como finalidade a identificação dos locais de reprodução do mosquito bem como a situação dos municípios brasileiros. Baseado nestes resultados são promovidas ações de combate nas áreas mais afetadas (RIVAS et al., 2018).

Visto que a dengue é uma doença que está relacionada com os fatores socioeconômicos e ambientais, é de fundamental importância verificar a relação entre os casos de dengue e tais variáveis. Isto irá permitir o desenvolvimento de novas formas de combate ao mosquito vetor (GOMES; BASTOS; NASCIMENTO, 2017). Além disso, há uma escassez de trabalhos acadêmicos na literatura sobre a avaliação da eficácia do LIRAA que envolva todos os municípios brasileiros. Destarte, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da utilização do LIRAA sobre a taxa de incidência de dengue nos municípios brasileiros bem como o impacto nas medidas de controle, prevenção e combate ao *Aedes aegypti*.

O artigo é estruturado como segue. A seção 2 apresenta uma breve explicação a respeito

da dengue e seus principais desafios, incluindo o combate ao mosquito vetor, além de evidências na literatura acerca da utilização do LIRAA como forma de combate ao *Aedes aegypti*. Na seção 3, apresentaremos os dados utilizados bem como a metodologia adotada no estudo. A seção 4 apresenta os resultados do trabalho juntamente com a análise baseada na literatura. E, por fim, são apresentadas as considerações finais na seção 5.

## 2 Os desafios no controle do *Aedes aegypti*: vetor responsável pela dengue

As arboviroses são conhecidas por possuírem um grande impacto na saúde e na economia pública, sendo responsáveis pela alta taxa de morbidade e mortalidade em regiões tropicais e subtropicais. Os vírus capazes de serem amplamente transmitidos por mosquitos são: Febre Amarela (YFV), chikungunya (CHIKV), Zika (ZIKV) e dengue (DENV). O mosquito *Aedes aegypti*, por sua vez, é o vetor responsável por arboviroses no Brasil, distribuindo-se por todos os estados brasileiros (CARVALHO et al., 2020; SIPPY et al., 2020). Embora o *Aedes aegypti* seja capaz de transmitir doenças como zika e chikungunya, a dengue é a virose mais comum transmitida por este vetor (AYALA et al., 2020).

A dengue, por sua vez, é uma doença que possui um diagnóstico desafiador devido à semelhança dos seus sintomas com outras doenças infecciosas, tais como: febre, cefaléia, vômitos, mialgia, dores nas articulações e manchas na pele (BRADY; HAY, 2019). De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), 2/5 da população mundial está suscetível à dengue. De cerca de 50 milhões de casos de dengue ao ano, 550 mil indivíduos necessitam de atendimento hospitalar enquanto 20 mil vem a óbito em consequência desta doença (CHAGAS et al., 2017).

No Brasil os quatro sorotipos da dengue manifestaram-se de maneira epidêmica em diferentes municípios do país desde 2010 (ZANOTTO; LEITE, 2018). Entre 2001 e 2016, aproximadamente 11 milhões de casos foram notificados, sendo as mais recentes epidemias 1,6 milhões e 1,5 milhões de casos para os anos de 2015 e 2016, respectivamente (BRASIL, 2017). Fatores relacionados às mudanças ambientais, climáticas, sociais e demográficas das últimas décadas, são os maiores responsáveis pelo crescimento global de casos de dengue (ANDRIOLI; BUSATO; LUTINSKI, 2020).

Atualmente as estratégias utilizadas para conter arboviroses como a dengue incluem divulgação de campanhas de conscientização, utilização de imunobiológicos, interrupção do contato hospedeiro-vetor ou através da utilização de programas de monitoramento do vetor (ZANOTTO; LEITE, 2018; MONTEIRO et al., 2020).

### 2.1 O LIRAA

A partir de 1996 houveram esforços, em âmbito nacional, com a finalidade de promover um controle do mosquito vetor, através da criação do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAA) pelo Ministério da Saúde. Embora não tenha sido completamente bem sucedido por conta da impossibilidade de eliminação do *Aedes aegypti* a curto e médio prazo, o PEAA alertou para necessidade de um modelo descentralizado para o combate à dengue, além da participação das três esferas do governo: Federal, Estadual e Municipal (SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2008).

A partir do ano de 2001 a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) objetivou o controle do vetor, em contraste com a finalidade anterior de erradicação. Simultaneamente, o Ministério da Saúde implementou o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD),

o qual priorizou as ações em municípios com maior transmissão da doença. No ano de 2002, houve um alto índice no número de casos de dengue com 701.335 pessoas contaminadas. Neste mesmo ano houve a criação do Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), o qual deu continuidade a propostas do PIACD (RIBEIRO; MOURA, 2013).

Algumas das medidas adotadas pelo PNCD incluem: elaboração de programas permanentes; desenvolvimento de campanhas de informação e participação dos cidadãos; fortalecimento da vigilância epidemiológica e entomológica; melhoria da qualidade do trabalho de campo de combate ao vetor; integração das ações de controle da dengue na atenção básica juntamente com os Programas de Agentes Comunitário de Saúde (PACS) e Programas de Saúde da Família (PSF). O PNCD foi responsável por uma redução de 73,3% dos casos de dengue no primeiro semestre de 2004 em relação ao mesmo período de 2003 (SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2008).

O Ministério da Saúde investiu uma grande quantidade de recursos no PNCD com a finalidade de controlar a dengue, já que em 2002 do valor de R\$ 1.033.817.551,00 gastos, 85% foram destinados à vigilância e controle do mosquito vetor. No ano de 2003, o custeio, compra de equipamentos e inseticidas, manutenção e capacitação de pessoas e ações de comunicação social receberam cerca de R\$ 790 milhões de investimento (RIBEIRO; MOURA, 2013).

Em 2003, foi criada uma das ferramentas utilizadas pelo PNCD, denominada LIRAA (Levantamento de Infestação Rápido de *Aedes aegypti*). Este procedimento promove rápida identificação da taxa de infestação do *Aedes aegypti* baseando-se na presença ou ausência de larvas em áreas delimitadas e escolhidas de forma aleatória a nível municipal (SOUZA et al., 2013; LAGROTTA; SILVA; SOUZA-SANTOS, 2008).

O LIRAA é capaz de apresentar a média de indicadores larvários, identificar áreas com maior densidade larvária nos espaços intra-urbanos, além de identificar criadouros predominantes e a situação de infestação de um município de forma rápida, fatores que são capazes de promover o direcionamento e efetividade das ações de combate ao vetor (FERREIRA; MACHADO; MACHADO, 2014). A princípio, foram selecionados 45 municípios com número de habitantes superior a 100 mil, distribuídos entre as regiões brasileiras e em 21 das 27 Unidades Federadas(UF). Ano após ano foram incorporados os demais municípios, pertencentes a todas as UFs, incluindo aqueles que possuíam porte abaixo de 15.000 habitantes (COELHO, 2008).

A técnica utilizada no LIRAA baseia-se na divisão de municípios por estratos ou grupos de 9.000 ou 12.000 imóveis com características semelhantes. Em cada grupo são sorteados 450 imóveis de uma localidade, os quais são visitados pelos agentes de endemias em busca de avaliar a existência de larvas ou pupas do *Aedes aegypti* a fim de calcular o Índice de Infestação Predial (IIP) e o Índice de Breteau para cada estrato (RIBEIRO, 2013). Índices de Infestação Predial inferiores a 1% são considerados satisfatórios, entre 1% e 3,9% há situação de alerta, enquanto que acima de 4% considera-se que há risco de surto de dengue (FERREIRA; MACHADO; MACHADO, 2014). De forma complementar, o Índice de Breteau (IB) é dado através do número de recipientes (depósitos) positivos por cada 100 imóveis, sendo este maior que 5, há risco de transmissão de dengue e, menor que 5, baixo risco (COELHO, 2008).

Para o caso de imóveis existentes na área urbana de municípios, a inspeção deverá ser realizada em casas e terrenos baldios. Já para edifícios, o térreo de todas as edificações deverá ser inspecionado e considerado como um único imóvel. Pontos estratégicos não deverão ser incluídos na amostra, sendo que a inspeção de cada quarteirão deverá ser iniciada pelo primeiro imóvel, deslocando-se no sentido horário contando-se quatro imóveis após o imóvel em inspeção para em seguida inspecionar o sexto imóvel, e assim sucessivamente, inspecionando-se um imóvel em cada cinco, o que corresponde a inspecionar 20% dos imóveis existentes no quarteirão sorteado. Caso a inspeção do imóvel seja recusada ou o mesmo encontre-se fechado, o agente deverá

substituir o imóvel escolhido pelo imóvel imediatamente posterior (FERREIRA; MACHADO; MACHADO, 2014) (BRASIL, 2013).

A real importância do LIRAA consiste em identificar os criadouros predominantes bem como a situação de infestação municipal, uma vez que são informações que podem ser utilizadas para o direcionamento de ações de enfrentamento para áreas mais críticas. Outro propósito desse programa é permitir o acesso, pelos serviços de saúde, às informações que irão promover melhorias na avaliação de políticas públicas através da realização de pesquisas sistemáticas e periódicas (SA, 2018). Além disso, a criação do LIRAA proporcionou a capacidade de identificar e diferenciar nos espaços intra-urbanos áreas com alta densidade larvar, promovendo o direcionamento e maior eficácia das ações de combate ao *Aedes aegypti*, o que deu suporte à atuação de gestores e profissionais envolvidos no controle da dengue (COELHO, 2008).

## 2.2 Evidências empíricas para utilização do LIRAA no controle do *Aedes aegypti*

A existência de estudos e pesquisas que objetivem o controle do *Aedes aegypti* é de fundamental importância, uma vez que a minimização da proliferação do vetor é capaz de reduzir casos de epidemias de arbovirose, reduzindo o impacto negativo na saúde da população.

No âmbito do Ministério da Saúde são recomendadas ações de combate ao vetor, como: programas permanentes de prevenção e combate ao mosquito; desenvolvimento de campanhas de informação e mobilização de pessoas; fortalecimento da vigilância epidemiológica e entomológica para ampliar a capacidade de predição e de detecção precoce de surtos da doença; melhoria da qualidade do trabalho de campo de combate ao vetor; integração das ações de controle da dengue na atenção básica, com a mobilização dos Programas de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) e Programas de Saúde da Família (PSF); utilização de instrumentos legais que facilitem o trabalho do poder público na eliminação de criadouros em imóveis comerciais, casas abandonadas ou fechadas, terrenos baldios; atuação em vários setores, por meio do fomento à destinação adequada de resíduos sólidos e a utilização de recursos seguros para armazenagem de água e desenvolvimento de instrumentos mais eficazes de acompanhamento e supervisão das ações desenvolvidas pelo Ministério da Saúde, estados e municípios.

Considerando-se a necessidade de estudos e pesquisas que apresentem melhorias na eficácia de medidas de controle do *Aedes aegypti*, alguns estudos que apresentaram como finalidade avaliar o impacto da utilização de programas como o LIRAA no controle do vetor da dengue podem ser destacados.

Em 2018 um estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o LIRAA, bem como a relação entre o Índice de Infestação Predial e as variáveis climáticas para casos de dengue no município de Foz do Iguaçu, Paraná. O método utilizado pelos autores foi a correlação de Spearman, que considerou as variáveis precipitação média, temperatura média, Índice de Infestação Predial e casos de dengue no intervalo de tempo de 2001 a 2016. Os resultados comprovaram que o LIRAA e as variáveis climáticas se correlacionam com casos de dengue (RIVAS et al., 2018).

Um estudo realizado em Nova Iguaçu-RJ no ano de 2004 apresentou como finalidade identificar áreas chaves para o controle do *Aedes aegypti* baseando-se no Índice de infestação obtido através do LIRAA. Com relação à metodologia, foi utilizado uma análise padrão espacial através da interpolação de Kernel, que consiste em mapear e estimar a distribuição de pontos no espaço utilizando estatística não paramétrica. Os resultados apresentados demonstraram que o Índice de Breteau revelou positividade para cinco áreas com alta e média densidade para locais de criadouros do *Aedes aegypti*, destacando-se áreas que apresentaram alta densidade

larval, considerada de extrema importância devido às estratégias necessárias para controle de vetores. Sendo assim, os autores deste estudo concluíram que este método seria bastante recomendado para vigilância de vetores da dengue. Entretanto, indicadores entomológicos de dados secundários, tendem a ser questionados pela baixa confiabilidade causada pela ausência de rigor sobre a vigilância entomológica do sistema e do programa de controle. Apesar disso, tais dados não devem ser ignorados, mas para corrigir tais falhas (LAGROTTA; SILVA; SOUZA-SANTOS, 2008).

Por fim, um estudo descritivo, retrospectivo e que teve como base os resultados do Levantamento Rápido de Índice para *Aedes aegypti* nos oito Distritos Sanitários do Recife-PE, obtidos no Centro de Vigilância Animal da Secretaria Estadual da cidade do Recife, foi executado entre os anos 2014 e 2015. Os mapas criados através da análise dos dados processados pelo LIRAA foram fundamentais nesse estudo, uma vez que permitiram a identificação dos bairros do Recife mais vulneráveis, além de evidenciar os locais de criadouros encontrados em maior quantidade nas regiões. Os autores concluíram que estas informações valiosas obtidas através do LIRAA permitem que as ações de prevenção e combate ao mosquito *Aedes aegypti* sejam direcionadas de forma mais eficaz (SILVA et al., 2020).

Observa-se, assim, a importância da avaliação do LIRAA enquanto ferramenta para a monitoração do *Aedes aegypti*, uma vez que os resultados obtidos através da utilização desse programa poderiam refletir na redução dos índices de infestação da dengue.

### 3 Base de dados e metodologia

#### 3.1 Dados

Para esta avaliação foram utilizados os dados anuais sobre o número de casos notificados da dengue, por avaliação clínica, isto é, não confirmado em laboratório no período de 2001-2016 por município no Brasil (Tabela 1)<sup>1</sup>.

Tabela 1 – Municípios participantes do LIRAA 2001 - 2016

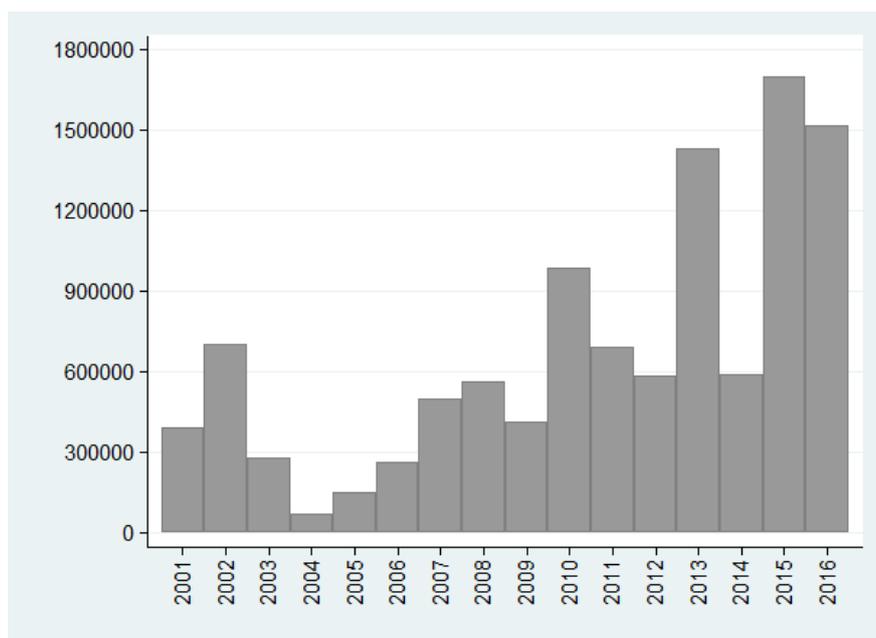
ANO	MUNICÍPIOS CONTEMPLADOS COM LIRAA	CASOS DE DENGUE
2001	-	389.480
2002	-	701.335
2003	45	277.425
2004	49	72.552
2005	131	151.412
2006	133	263.890
2007	147	500.531
2008	160	561.659
2009	157	411.733
2010	367	985.488
2011	555	689.277
2012	1230	582.365
2013	1420	1.432.234
2014	1419	591.128
2015	1589	1.697.801
2016	2202	1.518.841

Fonte: Ministério da Saúde. Elaboração própria

<sup>1</sup> Os dados de casos notificados da dengue, somente estão disponíveis a partir do ano de 2001. Não existem dados de anos anteriores. Protocolo e-SIC: d23480.005633/2020-14

Em se tratando da variável dependente, foi utilizada a taxa de incidência de dengue, isto é, casos notificados de dengue dividido pela população do município multiplicado por 100 mil.

No ano de 2016, foi superado em mais que o dobro, o limite epidêmico de casos de dengue estipulado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que consiste em 300 casos para 100 mil habitantes. No referido ano, a doença alcançou cerca de 70% dos municípios do país, registrando 733,4 casos para cada 100 mil habitantes no Brasil (LINS; CIRIACO; ANJOS-JUNIOR, 2019). A figura 1 apresenta a distribuição dos casos notificados da dengue entre os anos de 2001 e 2016.



Fonte: SINAN. Elaboração Própria

Figura 1 – Casos notificados de dengue no Brasil entre 2001 e 2016

Utilizaram-se como variáveis explicativas os dados sobre água canalizada e rede de esgoto, os quais foram obtidos através Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) e compreendem os anos de 2001 até 2016. Deve-se considerar que a fêmea do mosquito *Aedes aegypti* necessita de criadouros que possuam água para que ocorra a oviposição. Portanto, a insuficiência de serviços de saneamento básico como, por exemplo, água corrente obriga a população a reservar água nos domicílios, principalmente em recipientes sem tampas. Este comportamento promove a disseminação de potenciais criadouros do mosquito (BRASIL, 2010). Dessa forma, a inclusão de variáveis explicativas como abastecimento de água e rede coletora de esgoto controlaria melhor o efeito da política do LIRAA.

Além destas variáveis explicativas, também foram adicionadas temperatura máxima média e precipitação média. Ambos os dados foram levantados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e compreendem os anos 2001 até 2016. Como já explanado anteriormente, o vetor transmissor necessita de água parada para depor seus ovos. O acúmulo de precipitação pluviométrica em depósitos ou em objetos nas residências municipais pode aumentar a incidência de dengue em uma determinada região. Observando também as diferentes regiões do Brasil, o clima quente da zona tropical, onde situa-se a maior parte do território brasileiro, é propício para a proliferação do mosquito transmissor (PAIVA; BRANDAO; MIRANDA, 2015)

Os dados sobre o PIB (Produto Interno Bruto), dados da quantidade da população e PIB *per capita* dos municípios foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

entre os anos de 2001 até 2016. As variáveis utilizadas neste trabalho podem ser observadas na Tabela 2 divididas em: variáveis dependente e explicativas (controle).

Tabela 2 – Análise descritiva das variáveis

<b>Variável Dependente</b>		Ano	Fonte
Variável	Descrição		
txdengue <sub>jt</sub>	índice de taxa de dengue no município j no tempo t	2001-2016	SINAN
<b>Variáveis de Controle</b>			
pibmunic	PIB do município	2001 - 2016	IBGE
popmunic	população do município	2001 - 2016	IBGE
pibpcap	PIB <i>per capita</i> do município	2001 - 2016	IBGE
abastagua	porcentagem de domicílios abastecidos por água encanada no município	2001 - 2016	SNIS
abastesgoto	porcentagem de domicílios contemplados com tratamento de esgoto	2001 - 2016	SNIS
tempmedia	temperatura máxima média dos municípios	2001 - 2016	INMET
precipmedia	precipitação média em milímetros	2001 - 2016	INMET
T	dummy que assume valor 1 se o município j participou do LIRAA no tempo t;	2001 - 2016	Min. da Saúde
t	dummy que assume valor 1 para o período pós-política e 0 caso contrário;	2001 - 2016	Min. da Saúde

Fonte: Elaboração própria

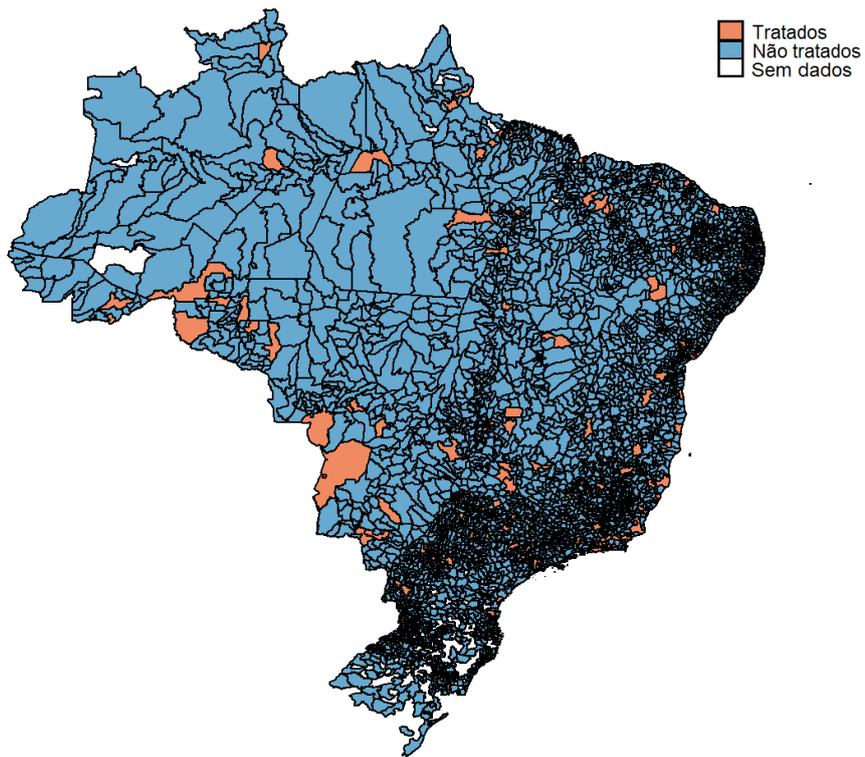
O objetivo da utilização das variáveis explicativas é verificar a influência dessas características no perfil epidemiológico da dengue, bem como na capacidade de proliferação do *Aedes aegypti*. As variáveis apresentadas não dependem da política implementada, proporcionando uma confiabilidade nos resultados apresentados. As estatísticas descritivas das variáveis explicativas mencionadas podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas das variáveis dependente e explicativas

<b>Variável Dependente</b>	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Observações
Taxa de Incidência de dengue	431	983.51	0.10	33960.45	84.036
<b>Variáveis Explicativas</b>	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Observações
PIB Municipal	664.453,5	7.399.634	1.485	6.87 <sup>8</sup>	84.036
População Municipal	35.837,33	208.276,4	803	1.20 <sup>7</sup>	84.036
PIB <i>per Capita</i> Municipal	11.630	15.491,82	301,6	815.697,8	84.036
Abastecimento de água (%)	67,07	24,33	0	100	84.036
Coleta de esgoto (%)	52,72	31,87	0	100	84.036
Temperatura máxima média (°C)	30,34	0,3510	29,76	31,08	84.036
Precipitação Média (mm)	117,07	10,26	100,44	140,11	84.036

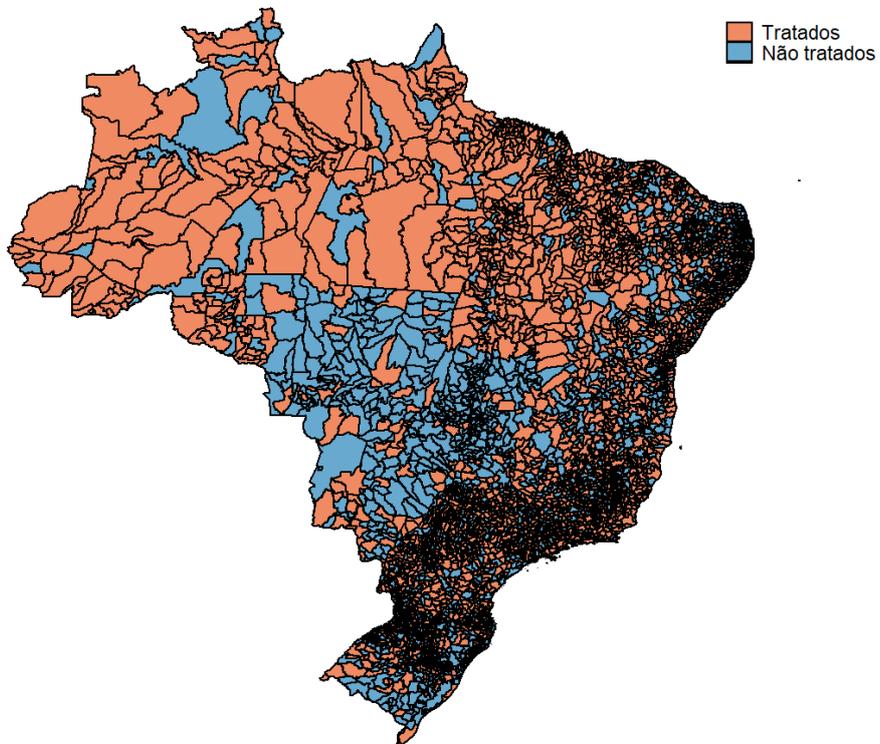
Fonte: Elaboração Própria

Os dados do LIRAA foram obtidos através do Ministério da Saúde pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). A figura 2 representa os municípios que foram tratados e não tratados no ano de 2003, quando houve o início da implantação do LIRAA. Com o passar dos anos, novos municípios foram adicionados perfazendo 2.202 municípios tratados em 2016 de um total de 5.570 municípios avaliados, como mostra a figura 3. A partir do ano de 2017, a implantação do LIRAA passou a ser mandatória para todos os municípios brasileiros.



Fonte: Minist. da Saúde. Elaboração Própria

Figura 2 – Municípios que adotaram o LIRAA em 2003.



Fonte: Minist. da Saúde. Elaboração Própria

Figura 3 – Municípios que adotaram o LIRAA em 2016

## 3.2 Metodologia

O método utilizado para estimar o impacto do programa (LIRAA) foi diferenças em diferenças (*diff-in-diff*) que consiste em comparar não só o grupo de tratamento antes e depois da adoção da política, mas também outro grupo de comparação que se assemelhe ao grupo tratado. Ainda nesse sentido, é necessário que esse outro grupo de comparação também sofra as mesmas influências das variáveis que afetam o grupo tratado e, portanto, possua função de um grupo de controle. A idéia do método diferenças em diferenças consiste no fato de que o efeito real de um tratamento é obtido através de uma dupla diferença de um resultado de interesse, em que se deve comparar os resultados médios do grupo tratado antes e depois da política com os resultados médios do grupo de controle antes e depois da política.

Tendo como principal objetivo comparar as taxas de incidência da dengue por 100 mil habitantes nos municípios que receberam o LIRAA (grupo de tratamento), após o ano de 2003, e aqueles que não foram contemplados com o programa (grupo de controle), utilizando uma base de dados em painel, foram estimados dois modelos.

Primeiramente, foi utilizado o modelo MQO descrito na equação (1):

$$txdengue_{jt} = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 t + \beta_3 T \cdot t + X_{jt} \vartheta + \epsilon_{jt} \quad (1)$$

A variável  $txdengue_{jt}$  é a taxa da incidência da dengue no município  $j$  no ano  $t$ ,  $T$  é uma *dummy* que assume 1 se  $j$  é tratado, 0 caso contrário;  $t$  é uma *dummy* que assume valor 1 no período pós política, para os anos de 2003 em diante, 0 caso contrário;  $X_{jt}$  inclui controle das características sociais e econômicas de  $j$  no ano  $t$ . O  $\epsilon_{jt}$  é o erro estocástico;

O parâmetro utilizado para realizar a análise na equação (1) foi o  $\beta_3$ , uma vez que foi através da interação entre as *dummies* de tratamento ( $T$ ) e tempo ( $t$ ) que foram obtidos os resultados referentes ao impacto da política. Assim, espera-se que a adoção do LIRAA possua um impacto na monitoração do vetor da dengue.

Considerando que os municípios brasileiros são heterogêneos, é possível que haja omissão de características importantes para explicar a taxa de incidência da dengue e que isto venha a enviesar o principal coeficiente de interesse para a análise,  $\delta$ . Desta forma, a equação foi estimada controlando o efeito fixo dos municípios e do tempo. A partir da mesma amostra para o grupo de controle e tratamento, um segundo modelo foi estimado. Destarte, tem-se a equação (2) abaixo:

$$txdengue_{jt} = \beta_0 + \phi_0 + \sum_{i=1}^T \delta_i \cdot ANO + X_{jt} \vartheta + \epsilon_{jt} \quad (2)$$

Sendo  $\phi_0$  o efeito fixo dos municípios, ou seja, controle para as características não observáveis dos municípios que não variam no tempo; e  $\delta_i$  são variáveis *dummies* de tempo.

A diferença em relação ao modelo 1 se baseia apenas no indicador do tratamento ANO, composto por variáveis *dummies* de tempo em anos. Portanto é esperado que à medida que o tempo passe, a taxa de incidência da dengue diminua sob o efeito do programa LIRAA.

## 4 Resultados

Como foi exposto anteriormente o objetivo principal do presente artigo é verificar a influência da utilização do LIRAA sobre a taxa de incidência de dengue nos municípios brasileiros, utilizando variáveis explicativas econômicas, climáticas, socioeconômicas e ambientais. Portanto, para tal, foram realizadas várias estimações visando observar como se comportou a eficácia

do programa ao longo do tempo e à medida em que foram acrescentadas outras variáveis de controle. Além do modelo MQO foi considerado um segundo modelo. Em ambos os modelos a variável dependente considerada foi a taxa de incidência da dengue para cada grupo de 100 mil habitantes.

Na tabela 4 estão apresentados a média de casos notificados de dengue para todos os municípios em cada um dos grupos antes e após o tratamento no período em que foi compreendido o estudo. Observa-se que os municípios tratados apresentam valores médios superiores aos dos municípios não tratados. Isto se explica pelo fato de que os municípios não foram escolhidos aleatoriamente para receber o LIRAA, uma vez que o programa foi aplicado preferencialmente aos municípios que começaram a apresentar grau mais elevado de infestação da dengue ao longo do tempo.

Tabela 4 – Média e desvio-padrão dos casos notificados de dengue nos municípios entre 2003 - 2016

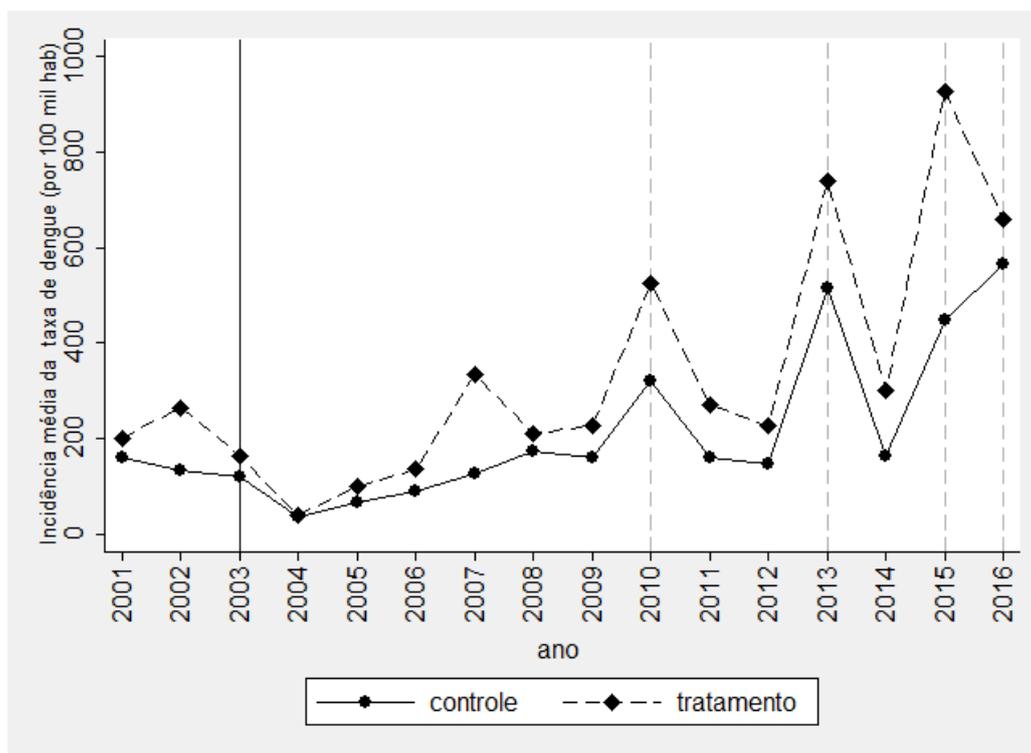
Ano	Munic. Tratados		Munic. Não tratados	
	$\mu_x$	$\sigma_x$	$\mu_x$	$\sigma_x$
2003	163,94	414,96	121,28	498,99
2004	39,59	147,29	37,42	209,71
2005	101,29	363,18	67,17	286,61
2006	138,02	396,77	91,13	364,46
2007	335,20	839,98	128,43	407,67
2008	210,88	547,76	174,42	606,85
2009	227,99	717,09	162,67	637,34
2010	524,85	978,09	322,57	908,33
2011	271,19	618,91	161,43	500,30
2012	228,02	539,56	149,21	469,78
2013	738,85	1409,94	514,99	1222,12
2014	301,28	1005,11	163,38	548,64
2015	926,53	1613,09	447,17	1106,74
2016	657,08	1322,64	563,40	1228,39

Fonte: Elaboração própria

Deve-se destacar, portanto, que a hipótese aqui testada através da metodologia utilizada é que o comportamento da variável de interesse para o grupo de municípios não tratados representa o que aconteceria com o grupo de tratados caso não houvesse nenhuma intervenção. Entretanto, pela inexistência de um contrafactual perfeito não é possível fazê-lo. Partindo do princípio que os dois grupos demonstram uma trajetória quase que paralela antes da aplicação do tratamento, é possível supor que a diferença na trajetória entre os dois grupos, após a implementação da política, seja decorrente do efeito do programa. Portanto, é razoável verificar se os dois grupos possuem as mesmas tendências temporais, dado que existem períodos pré-programa. Contudo, a ocorrência de epidemia de dengue em determinados anos afeta ambos os grupos de maneira desigual.

A figura 4 mostra a dinâmica das médias da taxa de incidência de dengue para o grupo tratamento (municípios que receberam o LIRAA a partir de 2003) e o grupo não tratado (municípios que não receberam o LIRAA) no período que compreende os anos de 2001 até 2016. Como relatado a respeito da Tabela 4, observa-se que os municípios tratados possuem maior média frente ao grupo de não tratados, devido a escolha não aleatória de aplicação do LIRAA nos

municípios. Ademais, a linha tracejada representa anos em que houveram epidemias de dengue (2010, 2013, 2015 e 2016). Apesar dos anos epidêmicos e da escolha de municípios para o grupo de tratamento (municípios com alta taxa de infestação), é possível observar que a tendência deste grupo é de permanecer com valores próximos ao grupo de não tratado. Inclusive em anos específicos, como 2007-2008 e 2015-2016, nota-se uma diminuição da taxa de incidência média no grupo de tratamento ao mesmo tempo em que há uma elevação no grupo de não tratados.



Fonte: SINAN. Elaboração Própria

Figura 4 – Dinâmica da taxa de incidência média de dengue por 100 mil habitantes

A tabela 5 apresenta os resultados do modelo estimado por MQO com base na equação (1) onde o parâmetro de interesse é a interação entre as variáveis *dummies* de tempo e tratamento, considerando dados em painel balanceado para 16 anos (2001-2016) em que foram totalizadas 84.036 observações. É possível observar que à medida que as variáveis explicativas foram adicionadas ao modelo gradativamente, o coeficiente da variável de interesse,  $\beta_3$ , foi estatisticamente significativo a 1%. O sinal se mantém negativo em todos os estágios do modelo mostrando que o efeito do tratamento é robusto em reduzir a taxa de incidência da dengue dentro de um grupo de 100 mil habitantes. Isso indica que, em média, os municípios inclusos no grupo de tratamento se beneficiaram da implementação do LIRAA.

Ao avaliarmos a última coluna da tabela 5, por exemplo, é possível observar que, em média, o LIRAA foi capaz de promover uma redução na taxa de incidência de dengue de aproximadamente 170 casos em cada 100 mil habitantes. Além disso, todos os coeficientes das variáveis explicativas (população municipal, PIB *per capita*, PIB municipal, abastecimento de água, rede coletora de esgoto, temperatura máxima máxima média e precipitação média) apresentaram significância estatística.

Tabela 5 – Teste MQO para LIRAA por ano 2001-2016

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
$\beta_3$	-174,32*** (31,53)	-171,34*** (31,53)	-169,55*** (31,46)	-173,97*** (31,38)	-168,85*** (31,33)	-169,16*** (31,33)	-169,78*** (31,32)
pibmunic	-2,59 <sup>-7</sup> (3,77 <sup>-7</sup> )	3,71 <sup>-6</sup> * ** (8,32 <sup>-7</sup> )	1,10 <sup>-6</sup> (8,42 <sup>-7</sup> )	2,26 <sup>-6</sup> * ** (8,41 <sup>-7</sup> )	2,48 <sup>-6</sup> * ** (8,40 <sup>-7</sup> )	2,58 <sup>-6</sup> * ** (8,44 <sup>-7</sup> )	2,40 <sup>-6</sup> * ** (8,45 <sup>-7</sup> )
popmunic		-0,00015*** (0,0000297)	-0,0000877*** (0,000186)	-0,000145*** (0,00003)	-0,000172*** (0,00003)	-0,000179*** (0,00003)	-0,000172*** (0,00003)
pibpcap			0,00018*** (0,00025)	0,0025*** (0,00019)	0,0021*** (0,00019)	0,0021*** (0,00019)	0,0021*** (0,00019)
abastagua				1,71*** (0,081)	1,04*** (0,090)	1,03*** (0,090)	1,04*** (0,090)
abastesgoto					1,91*** (0,11)	1,91*** (0,11)	1,91*** (0,11)
tempmedia						0,51 (0,43)	20,09*** (4,22)
precipmedia							-5,08*** (1,09)
const	202,01*** (4,14)	203,53*** (4,15)	166,39*** (4,58)	104,03*** (5,45)	116,80*** (5,49)	116,81*** (5,49)	116,56*** (5,49)
teste F	757,04**	611,56**	571,21**	555,27**	104,16**	466,70**	422,30**

\*\*\*, \*\*, \* significante a níveis de 1%, 5% ou 10%, respectivamente. Fonte: Elaboração própria

A tabela 6 apresenta os resultados estimados com base na equação (2). Neste modelo foi considerado o tempo em que os municípios aderiram ao tratamento. Inicialmente foi estimado o modelo em MQO, sem utilização do efeito fixo do tempo. Em seguida, foram obtidos os valores da estimação (1), o qual considerou o efeito fixo do tempo, embora sem as variáveis socioambientais (abastecimento de água e rede coletora de esgoto) e climáticas (temperatura máxima média e precipitação média). A estimação (2) considerou tanto o efeito fixo do tempo, quanto as variáveis explicativas socioambientais e socioeconômicas, sem considerar as climáticas. Finalmente a estimação (3) considerou o efeito fixo do tempo e todas as variáveis explicativas, incluindo as climáticas. O ANO 1 indicado na Tabela 6 se refere ao primeiro ano de implantação do LIRAA, isto é, o ano de 2003, e assim segue sucessivamente até o ANO 14 o qual indica o ano de 2016.

De maneira geral, a expectativa acerca dos resultados obtidos pelo modelo de efeito fixo é de que à medida em que os anos vão sendo analisados haja uma redução progressiva na taxa de incidência de dengue dos municípios. No entanto, os resultados observados na tabela 6 apresentaram variações na taxa de incidência de dengue conforme o ano, sendo 2010, 2013, 2015 e 2016 os anos os quais houveram picos da taxa de incidência de dengue. As variáveis de controle demonstraram semelhança em relação ao modelo anteriormente apresentado, com todas as variáveis apresentando significância estatística. A exceção se deu com relação às variáveis PIB municipal e população do município, as quais apresentaram comportamentos opostos ao observado no modelo MQO.

Tabela 6 – Estimação a partir da equação (2) por MQO e efeito fixo para o tempo

	(MQO)	(1)	(2)	(3)
ANO 1	113,00 (120,32)	-13,77 (120,15)	-26,67 (119,63)	-35,65 (119,63)
ANO 2	-180,92 (115,16)	-342,89*** (114,56)	-352,71*** (114,06)	-326,83*** (114,21)
ANO 3	-214,96 (70,52)	-328,56*** (70,21)	-332,88*** (69,91)	-320,50*** (69,96)
ANO 4	-107,27 (69,90)	-262,35*** (69,65)	-264,76*** (69,35)	-251,81*** (69,41)
ANO 5	37,76 (66,40)	-78,40 (66,22)	-83,20 (65,93)	-89,82 (65,94)
ANO 6	96,79 (63,80)	-71,88 (63,50)	-75,01 (63,22)	-48,81 (63,50)
ANO 7	178,22*** (64,75)	-11,69 (64,18)	-23,02 (63,90)	20,77 (64,67)
ANO 8	596,35*** (41,99)	462,88*** (41,69)	429,79*** (41,52)	427,81*** (41,52)
ANO 9	102,68*** (34,25)	9,42 (33,87)	-39,16 (33,74)	-24,57 (33,90)
ANO 10	-92,02*** (23,18)	-135,54*** (22,80)	-178,23*** (22,76)	-187,66*** (22,86)
ANO 11	524,70*** (21,46)	448,04*** (21,29)	415,54*** (21,24)	417,13*** (21,24)
ANO 12	-26,71 (21,48)	-104,65*** (21,37)	-140,62*** (21,33)	-143,53*** (21,33)
ANO 13	591,27*** (20,40)	541,78*** (20,25)	506,45*** (20,21)	499,41*** (20,27)
ANO 14	317,22*** (17,46)	281,95*** (17,32)	246,20*** (17,30)	241,36*** (17,34)
pibmunic	4,49 <sup>-7</sup> (8,67 <sup>-7</sup> )	-4,97 <sup>-6</sup> * ** (1,66 <sup>-6</sup> )	-3,72 <sup>-6</sup> * ** (1,65 <sup>-6</sup> )	-3,77 <sup>-6</sup> * ** (1,65 <sup>-6</sup> )
popmunic	-0,0000783** (0,0000318)	0,0015*** (0,00049)	0,0012*** (0,00049)	0,0012*** (0,00049)
pibpcap	0,0025*** (0,00019)	0,0087*** (0,00028)	0,0070*** (0,00029)	0,0070*** (0,00029)
abastagua	1,18*** (0,090)		0,19* (0,11)	0,20** (0,11)
abastesgoto	2,23*** (0,11)		3,92*** (0,17)	3,92*** (0,17)
tempmedia	22,06*** (4,33)			15,23*** (5,20)
precipmedia	-5,41*** (1,12)			-4,74*** (1,07)
const	126,83*** (4,84)	100,84*** (17,25)	66,49*** (17,68)	72,03*** (18,44)
teste F	209**	188,86**	207,21**	188,46
Efeito fixo	<i>No</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>

\*\*\*, \*\*, \* significante a níveis de 1%, 5% ou 10%, respectivamente. Fonte: Elaboração própria

## 5 Discussão

Os resultados obtidos através do modelo MQO corroboram com a literatura existente. O trabalho de Gomes e colaboradores (2017) verificou a influência do espaço (vizinhança) e das variáveis climáticas (temperatura e precipitação) e socioeconômicas na incidência da dengue, nos municípios do Estado de Minas Gerais. Para isto, os autores realizaram uma análise exploratória de dados espaciais (AEDE), de estimações por mínimos quadrados ordinários (MQO) para os anos de 2000 e 2010 e dos dados em diferença (2010/2000). Os resultados apresentados indicaram que variáveis socioeconômicas mostraram-se relevantes, havendo efeito de redução na taxa de incidência da dengue (GOMES; BASTOS; NASCIMENTO, 2017).

Em se tratando das variáveis climáticas, os resultados obtidos no modelo MQO se mantêm no modelo de efeito fixo. Em relação à variável temperatura máxima média, os modelos aplicados demonstraram que o aumento da temperatura provoca uma elevação na taxa de incidência da dengue, corroborando com os resultados encontrados por Gomes e colaboradores (2017) (GOMES; BASTOS; NASCIMENTO, 2017). No entanto, os modelos demonstram que a elevação do índice pluviométrico promovem efeito decrescente na taxa de incidência de dengue, resultados estes que se apresentam contrários aos encontrados por Gomes e colaboradores (2017), embora estejam convergindo com os resultados obtidos por Pereda, Alves e Rangel (2011) (PEREDA; ALVES; RANGEL, 2011).

Outro estudo realizado por Sousa e colaboradores (2017) objetivou analisar o impacto das variáveis socioeconômicas e ambientais na notificação dos casos de dengue em municípios cearenses durante o período de 2002 a 2012, utilizando-se de um modelo de regressão de dados em painel. Os resultados apresentados demonstraram que os parâmetros estimados foram significativos e apresentaram coeficiente negativo para a variável explicativa precipitação média (ambos os modelos MQO e efeito fixo) e positivo para PIB municipal (apenas para o modelo MQO), corroborando com os resultados apresentados no presente trabalho. Por outro lado, houve divergência nos resultados em relação às variáveis abastecimento de água (coeficiente com sinal contrário para ambos os modelos) e rede coletora de esgoto (coeficiente com sinal contrário apenas no modelo MQO) (SOUSA et al., 2017).

É importante destacar que divergências nos resultados de coeficientes de determinadas variáveis explicativas utilizadas, possivelmente podem ser explicadas devido à diferença de abrangência dos estudos, uma vez que Sousa e colaboradores (2017) apresenta um estudo localizado para o caso de municípios Cearenses e Gomes e colaboradores (2017) apresenta um estudo localizado para municípios do Estado de Minas Gerais, enquanto os resultados demonstrados para o presente trabalho são de abrangência nacional.

Com relação à variável PIB *per capita* utilizada nesta pesquisa, o parâmetro citado apresentou um aumento estatisticamente significativo da taxa de incidência de dengue em ambos os modelos (MQO e efeito fixo). A influência do aumento do PIB *per capita* na elevação da taxa de dengue está relacionada com a distribuição de riqueza e desigualdade dos municípios brasileiros, uma vez que mesmo com o aumento do desenvolvimento de cidades há ausência de infraestrutura sanitária para todos, o que favorece condições de proliferação da dengue (SOUSA et al., 2017).

No presente trabalho, a variável abastecimento de água apresentou comportamentos semelhantes em ambos os modelos, uma vez que houve aumento da taxa de incidência de dengue. Este resultado indica necessidade de melhoria das políticas públicas relacionadas ao abastecimento de água, pois quanto maior a cobertura de abastecimento, menor será a quantidade de notificações da dengue, uma vez que há menor armazenamento de água por parte da população

(SOUSA et al., 2017). Além disso, um outro estudo realizado por Carlton e colaboradores (2012) acerca da variável abastecimento de água, reforça que a dengue pode ser prevenida quase completamente através de cuidados como a cobertura ou eliminação de recipientes contendo água parada, uma vez que a eliminação dos locais de alimentação do vetor reduz a densidade do vetor, fator que prediz o risco de infecção de dengue (CARLTON et al., 2012). Ao mesmo tempo, neste estudo o coeficiente positivo da variável abastecimento de esgoto apresentou resultado estatisticamente significativo em ambos os modelos, indicando que a precariedade do sistema de saneamento básico nos municípios brasileiros reflete em um aumento da taxa de incidência da dengue, algo que necessita de maior atenção no planejamento e execução de políticas públicas (SOUSA et al., 2017).

Ao avaliarmos os resultados dos modelos estimados, observa-se que há uma mudança mais relevante na magnitude do parâmetro associado ao tempo em que os municípios aderiram ao LIRAA em relação ao modelo MQO. Esta alteração ocorre quando há a inclusão do efeito fixo do tempo no modelo. Isto indica que as características fixas no tempo da taxa de incidência da dengue são fundamentais para explicar o efeito redutivo nos valores desta taxa, e a omissão deste efeito poderia enviesar os resultados.

Outro fato que deve ser levado em consideração é que a partir de 2010 o Brasil foi acometido por uma grande epidemia da dengue, sendo o maior pico da doença registrado em 2015 (aproximadamente 1,7 milhão de casos) com término em 2016 (ZANOTTO; LEITE, 2018; FERREIRA et al., 2017). Dessa forma, o aumento na incidência de dengue apresentado na tabela 6 referente aos anos supracitados (2010, 2013, 2015 e 2016) podem ser explicados devido à esta epidemia. Assim sendo, o LIRAA foi capaz de manter as taxas de incidência do grupo tratado próximas ao do grupo não tratado. Além disso, foi possível observar em anos específicos, diminuições da taxa de incidência do grupo tratado simultaneamente a elevações das taxas do grupo não tratado.

Estes resultados apontam para um efeito positivo da aplicação do LIRAA como ferramenta na monitoração do vetor *Aedes aegypti*, uma vez que as informações obtidas através do programa são capazes de promover o planejamento e elaboração de políticas públicas mais eficazes direcionadas ao controle da dengue. Apesar disso, a ausência de vacinas, o efeito de morbidade do agente vetor e a sua grande habilidade de adaptação em ambientes densamente povoados torna o controle da doença um grande desafio.

## 6 Considerações finais

O presente artigo evidencia a contribuição do LIRAA para a redução da taxa de incidência de dengue nos municípios brasileiros. Utilizaram-se dados em painel obtidos a partir do SINAN, IBGE, SNIS e INMET para o período de 2001 a 2016. Foi empregado como referência o ano de 2003, uma vez que foi o período em que passou a vigorar a implementação do LIRAA, no qual o grupo de tratamento e o grupo de controle foram compostos por municípios contemplados ou não pelo programa. Aplicou-se um modelo diferenças em diferenças com a incorporação de variáveis de controle para as características não observáveis e fixas no tempo.

Os resultados demonstraram que o LIRAA promoveu uma redução na taxa de incidência da dengue nos municípios tratados. Em média, o programa foi capaz de reduzir aproximadamente 170 casos em um universo de 100 mil habitantes. Já no modelo que leva em consideração o efeito fixo do tempo, devido ao longo período analisado e ao tempo de exposição dos municípios ao tratamento, possivelmente ocorreu uma descontinuidade de ações de combate ao vetor por parte dos gestores municipais identificada pelo LIRAA, sugerindo que mesmo com a utilização do

programa, alguns dirigentes não adotaram políticas públicas eficazes direcionadas ao combate do *Aedes aegypti*. Apesar do aumento na taxa de incidência da dengue ocorrida nos anos 2010, 2013, 2015 e 2016, o LIRAA possivelmente foi capaz de atenuar os efeitos da grande epidemia que ocorreu nestes anos. Em ambos os modelos houveram resultados estatisticamente significantes.

O presente trabalho apresenta uma importante contribuição para a pesquisa, uma vez que se observa que o LIRAA é uma ferramenta extremamente importante para a monitoração do *Aedes aegypti*, o que poderá direcionar a elaboração de políticas públicas mais completas e eficazes. Como perspectiva para trabalhos futuros, deverão ser adicionadas ao modelo variáveis como coleta de lixo, densidade populacional e efeitos espaciais.

## Referências

- ANDRIOLI, D. C.; BUSATO, M. A.; LUTINSKI, J. A. Spatial and temporal distribution of dengue in Brazil, 1990 - 2017. *Plos One*, v. 15, n. 2, p. e0228346, 2020. Citado na página 3.
- AYALA, A. M. et al. Urban populations of *Aedes aegypti* (diptera: Culicidae) from central Argentina: Dispersal patterns assessed by bayesian and multivariate methods. *Journal of Medical Entomology*, XX, n. X, p. 1–8, 2020. Citado na página 3.
- BRADY, O. J.; HAY, S. I. The global expansion of dengue: How *Aedes aegypti* mosquitoes enabled the first pandemic arbovirus. *The Annual Review of Entomology*, Annual Reviews, v. 65, p. 1–18, 2019. Citado na página 3.
- BRASIL. *Nota Técnica Nº 118 de 3 de Setembro de 2010: Identificação de Áreas de maior vulnerabilidade para ocorrência de dengue no período de transmissão 2010/2011 com vistas a subsidiar a intensificação das ações de controle*. Brasília: [s.n.], 2010. 4 p. Ministério da Saúde. Citado na página 7.
- BRASIL. *Levantamento Rápido de Índice para Aedes aegypti (LIRAA) para vigilância entomológica do Aedes aegypti do Brasil: metodologia para avaliação dos Índices de Breteau e predial e tipo de recipientes*. 2013. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. Citado na página 5.
- BRASIL. *Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2016: Boletim Epidemiológico*. Brasília, 2017. Ministério da Saúde. Citado na página 2.
- BRASIL. *Secretaria de Vigilância em Saúde. Situação Epidemiológica/Dados. Casos de dengue: Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas, 1990 a 2016*. 2017. Acesso em: 11/02/2018. Disponível em: <<http://u.saude.gov.br/index.php/situacaoepidemiologica-dados-dengue>>. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 3.
- CARLTON, E. J. et al. Regional disparities in the burden of disease attributable to unsafe water and poor sanitation in china. *Bull World Health Organization*, v. 90, p. 578–587, 2012. Citado na página 16.
- CARVALHO, B. L. et al. Susceptibility of aedes aegypti populations to pyriproxyfen in the federal district of brazil. *Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine*, v. 53, p. e20190489, 2020. Citado na página 3.

CHAGAS, M. V. L. P. et al. Ações exitosas de combate e controle da dengue: Propostas inovadoras como modelo de promoção. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, v. 21, n. 4, p. 369–378, 2017. Citado na página 3.

COELHO, G. E. *Relação entre o Índice de Infestação Predial obtido pelo Levantamento Rápido (LIRAA) e intensidade de circulação do vírus do dengue*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal da Bahia, Fev 2008. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.

FERREIRA, E. A.; MACHADO, G.; MACHADO, C. B. Levantamento Rápido do Índice de infestação por *Aedes Aegypti* (liraa) da Zona Oeste de Londrina/PR para o período 2010-2013. *Anais do VII Congresso Brasileiro de Geógrafos*, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.

FERREIRA, H. H. et al. Avaliação espacial da dengue na Área urbana de Itú - São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia - USP*, v. 33, p. 106–116, 2017. Citado na página 16.

GOMES, B. S.; BASTOS, S. Q.; NASCIMENTO, B. R. Uma avaliação espacial da incidência da dengue nos municípios de Minas Gerais, nos anos 2000 e 2010\*. *Ensaio FEE*, v. 38, n. 1, p. 35–74, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 15.

GOULART, S. d. O. et al. Dengue no brasil: Gestão de políticas públicas de controle e erradicação. *Revista Estudo Debate*, v. 23, n. 2, p. 280–295, 2016. Citado na página 2.

LAGROTTA, M. T. F.; SILVA, W. C.; SOUZA-SANTOS, R. Identificação de áreas chave para o controle de *Aedes aegypti* por meio de geoprocessamento em Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, v. 24, n. 1, p. 70–80, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 6.

LINS, J. G. M. G.; CIRIACO, J. d. S.; ANJOS-JUNIOR, O. R. d. Avaliando o impacto do financiamento federal no controle epidemiológico da dengue no brasil. *Revista Brasileira de Economia de Empresas*, v. 2, n. 19, p. 23–28, 2019. Citado na página 7.

MONTEIRO, F. J. C. et al. Prevalence of dengue, zika and chikungunya viruses in *Aedes (stegomyia) aegypti* (diptera: Culicidae) in a medium-sized city, Amazon, Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 62, p. e10, 2020. Citado na página 3.

OTU, A. et al. Dengue fever - an update and implications for Nigeria. *Afri Health Sci*, v. 19, n. 2, p. 2000–2007, 2019. Citado na página 2.

PAIVA, P. R. d. S.; BRANDAO, C. B.; MIRANDA, R. A. C. Associação entre a incidência de dengue e os elementos climáticos na XVI RA de Jacarepaguá-rj. *Revista Eletrônica do Curso de Geografia*, n. 24, p. 1–15, 2015. Citado na página 7.

PEREDA, P. C.; ALVES, D. C. O.; RANGEL, M. A. *Elementos climáticos e Incidência de Dengue: Teoria e Evidência para Municípios Brasileiros*. 2011. Acessado em 30-09-2019. Disponível em: <[bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/sbe/EBE11/paper/download/2938/1333](http://bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/sbe/EBE11/paper/download/2938/1333)>. Citado na página 15.

RIBEIRO, A. L. N.; MOURA, G. L. d. *Análise das Políticas Públicas de Combate à Dengue*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Maria, 2013. Citado na página 4.

RIBEIRO, M. S. *Análise comparativa entre as metodologias de monitoramento da infestação do Aedes aegypti, associadas à transmissão de dengue no municípios de Itaboraí e Guapimirim, Rio de Janeiro*. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, 2013. Citado na página 4.

RIVAS, A. V. et al. Building infestation index for *Aedes aegypti* and occurrence of dengue fever in the municipality of Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil, from 2001 to 2016. *Rev Soc Bras Med Trop*, v. 51, n. 1, p. 71–76, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 2 e 5.

RIZZI, C. B. et al. Considerações sobre a dengue e variáveis de importância à infestação por *Aedes aegypti*. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, Hygeia, v. 13, n. 24, p. 24–40, 2017. Citado na página 2.

SA, A. K. G. *Monitoramento de Infestação de Aedes Aegypti por utilização de Ovitrompas e pelo método LIRAA em um bairro do município de Salgueiro, Pernambuco*. Dissertação (Mestrado) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, 11 2018. Citado na página 5.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. d. F.; SCOPEL, S. A dengue no Brasil e as políticas de combate ao *Aedes aegypti*: da tentativa de erradicação às políticas de controle. *Hygeia, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 3, n. 6, p. 163–175, 06 2008. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 4.

SILVA, M. B. A. et al. Utilização do levantamento rápido de índice para *Aedes aegypti* (LIRAA) como ferramenta de vigilância à introdução do vírus chikungunya em Recife. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 1, p. 936–954, 2020. Citado na página 6.

SIPPY, R. et al. Ingested insecticide to control *Aedes aegypti*: developing a novel dried attractive toxic sugar bait device for intra-domiciliary control. *Parasites and Vectors*, v. 13, n. 78, 2020. Citado na página 3.

SIRIVICHAYAKUL, C. et al. Monoclonal antibody-based capture elisa in the diagnosis of previous dengue infection. *Virology, BMC*, v. 16, p. 125, 2019. Citado na página 2.

SOUSA, W. L. et al. Interação entre fatores socioeconômicos ambientais e ocorrência de casos da dengue no Ceará. *Revista Espacios*, v. 38, n. 14, p. 31, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.

SOUZA, K. R. et al. Vector control measures failed to affect genetic structure of *Aedes aegypti* in a sentinel metropolitan area of Brazil. *Acta Tropica*, v. 128, p. 598–605, 2013. Citado na página 4.

ZANOTTO, P. M. A.; LEITE, L. C. C. The challenges imposed by dengue, zika, and chikungunya to Brazil. *Frontiers in Immunology*, v. 9, n. 1964, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 16.