



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Julio Cesar Barreto da Silva

**Dengue no Nordeste brasileiro: aspectos climáticos e socioambientais em áreas de influência sob alto risco e recomendações para políticas públicas**

Rio de Janeiro

2020

Julio Cesar Barreto da Silva

**Dengue no Nordeste brasileiro: aspectos climáticos e socioambientais em áreas de influência sob alto risco e recomendações para políticas públicas**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Carlos José Saldanha Machado

Rio de Janeiro

2020

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

S586 Silva, Julio Cesar Barreto da  
Dengue no Nordeste brasileiro: aspectos climáticos e socioambientais em áreas de influência sob alto risco e recomendações para políticas públicas / Julio Cesar Barreto da Silva. – 2020.  
135 f.: il.

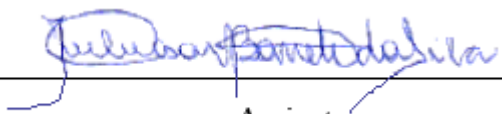
Orientador: Carlos José Saldanha Machado  
Tese (Doutorado em Meio Ambiente) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

1. Dengue – Brasil, Nordeste – Teses. 2. Políticas públicas – Brasil, Nordeste – Teses. I. Machado, Carlos José Saldanha. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III. Título.

CDU 616.988.722(812/814)

Patricia Bello Meijinhos CRB-7/ 5217- Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

  
Assinatura

14 de outubro de 2020.

Data

Julio Cesar Barreto da Silva

**Dengue no Nordeste brasileiro: aspectos climáticos e socioambientais em áreas de influência sob alto risco e recomendações para políticas públicas**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Meio Ambiente.

Aprovada em 28 de julho de 2020.

Orientador:

Prof. Dr. Carlos José Saldanha Machado  
Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Helena de Godoy Bergallo  
Departamento de Ecologia - UERJ

---

Prof. Dr. Rivaldo Venâncio da Cunha  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

---

Prof. Dr. Hugo Abi Karam  
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia Torres Codeço  
Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ

Rio de Janeiro

2020

## DEDICATÓRIA

Vivemos em um mundo tão devastador que, por vezes, não nos damos conta do que temos à nossa volta. Não sei se caberia aqui, dedicar esta obra a um ser não-humano, mas você deixou um vazio tão grande em nossos corações, com sua partida prematura, afinal, foram apenas três anos de convivência, o suficiente para amá-la incondicionalmente, além de ter nos preenchido de tamanha alegria.

Que estas maravilhosas lembranças se perduem pelo tempo. Siga em paz, minha princesinha, que você seja luz aonde estiver!

À minha cadela Amy

## AGRADECIMENTOS

À Deus, ser presente e onipotente, soberano e conhecedor de todas as coisas. Cumpra-se seus desígnios! Faça-se a sua vontade! Obrigado por guiar-me, acalentando meu espírito e me dando forças para superar cada obstáculo alçado.

Ao meu orientador, Carlos José Saldanha Machado, agradeço por cada ensinamento, por compartilhar comigo suas experiências e vivências, por me fazer enxergar o mundo de uma forma mais igualitária, mesmo com tanta adversidade e desigualdade social. Sobretudo, por me fazer acreditar que eu poderia ser capaz de alcançar novos horizontes. Obrigado por impulsionar-me a ir além, buscando limites que outrora os achava intransponíveis. Você é o principal responsável por essa história e espero tê-la realizado a contento!

À minha mãezinha, luz da minha vida, devo-lhe tudo o que sou hoje. Jamais haveria palavras suficientes o bastante para exprimir todo o carinho, apoio e amor que sinto por você e para expressar tudo o que tenho a lhe agradecer. Obrigado por me fornecer estruturas no decorrer de minha trajetória, marcada por lutas e muito suor; sobretudo, por todo amor incondicional, que me fortalece e me dá forças na busca de uma vida mais digna.

À minha irmã Vera Lúcia Filha e ao meu sobrinho Luis Felipe Barreto, vocês, conjuntamente com minha mãe, são meu alicerce e fonte de inspiração sobre a minha incessante busca por superações, com mais certeza de felicidades e aconchego. Vocês são os maiores valores que eu possuo! Sou grato a vocês por tudo!

À minha irmã Leila Varriol e sobrinhas, sangue do meu sangue!

À amiga Daniele Gonçalves Nunes, companheira de jornada, obrigado por dividir comigo seus pensamentos, discussões e até mesmo angústias, fazendo-me, por vezes, enxergar questões que antes eram invisíveis ao meu olhar.

Aos Professores do PPG-MA, um agradecimento especial, por todo o conhecimento adquirido e por cada contribuição enriquecedora a este estudo e a este indivíduo, em constante formação, principalmente quanto ao caráter interdisciplinar e humanista que o Programa fornece. De fato, fizeram-me olhar o mundo sob novas formas e perspectivas. À Prof.<sup>a</sup> Elza Neffa, por fornecer estruturas para o desenvolvimento de um ser humanista, a partir da Construção Social do Meio Ambiente, do Pensamento Científico e da Consciência Ecológica, à luz de Baumann, Marx, Gramsci, Morin. À Prof.<sup>a</sup> Fátima Branquinho, a impulsionar-me, através de olhares Latourianos, para explorar as inúmeras caixinhas dessa pesquisa. À Prof.<sup>a</sup> Helena Bergallo, por me mostrar a estatística sob uma forma menos descomplicada,

fornecendo-me ferramentas para aprimorar o refinamento de múltiplas análises. Aos Profs. Elmo e Ubiratan, quanto à oficina de textos, seus conhecimentos acerca dos materiais e métodos, sem dúvida, mediaram contribuições para o ordenamento de minhas pesquisas. À Prof.<sup>a</sup> Rosane Prado, por orientar meus caminhos pela Produção do Conhecimento Científico, proporcionando-me mais serenidade e equilíbrio para trilhar meus estudos e rumos, por uma cidade com tanta segregação urbana, uma “Cidade de Muros”, como aponta Caldeira (2000).

Ao Prof. Hugo Abi Karam, um dos idealizadores de minha vida acadêmica, devo-lhe grande parte destes dez anos de pesquisa. Você guiou meus primeiros passos e, sem dúvidas, é um dos meus maiores exemplos, como transformador de mundo e como imagem de pesquisador, por toda sua visão crítica e reflexiva acerca das ciências e, sobretudo, por todos os ensinamentos, experiência e conselhos que vem me proporcionando ao longo destes anos.

Aos Profs. Rivaldo Cunha e Denise Valle, um agradecimento especial, pelas suas contribuições no campo da pesquisa, pela vasta literatura explorada sobre a dengue e demais doenças infecciosas, concomitantemente às suas interfaces no campo do saneamento ambiental e demais aspectos socioambientais e culturais envolvidos.

Prof.<sup>a</sup> Cláudia Codeço, pelas valiosas contribuições que, de fato, enriqueceram significativamente este trabalho, ao orientá-lo à luz do conhecimento científico.

Às primas Aline e Ana [Chagas], Janaína e Miriam [Barreto], amo vocês!

Às primas Monica Poynter e Jani Cléria, traço minha caminhada pelas suas, para que esse legado se perdure em nossa árvore genealógica. Façamos nossas histórias!

Aos amigos Aline Nefertiti, Andressa Rocha, André Barbosa, Camila Pessoa, Carina Santos, Clarissa Werneck, Débora Gomes, Fernanda Souza, Graça Evelin, Gisele Giácomo, Gisely Medeiros, Luana Marinho, Luciene Aquino, Odete Santos, Susana Corrêa, Patrícia Viana, Thaís Korrouski, por me impulsionarem e pelo o que vocês representam para mim!

À minha comadre, Giselle de Mello, pela imagem do meu afilhado Lucas. Cada sorriso seu me faz enxergar a vida de forma mais singela e alegre!

Aos demais amigos do PPG-MA, em especial, a Vania Maria Sanches, Luis Claudio Medeiros, Valdevino Junior e Debora Chueiri.

Por fim, um agradecimento àqueles que, direta ou indiretamente, apesar de não terem sido citados aqui, contribuíram pra o desenvolvimento deste trabalho, auxiliando-me, até mesmo, por uma simples palavra de carinho, que em dias nublados, fizeram-me sorrir e enxergar a vida sob uma perspectiva mais leve, doce e sutil.

... hei de chegar lá!

Em tempos de quarentena...

Se houver qualquer risco para a trajetória humana, ele não reside tanto na sobrevivência de nossa própria espécie, mas na concretização da suprema ironia da evolução orgânica: no instante em que alcançou o conhecimento de si própria por meio da mente humana, a vida condenou suas mais maravilhosas criações.

*E. O. Wilson*

Séculos e séculos, e só agora as coisas acontecem.

*Jorge Luis Borges*

## RESUMO

SILVA, Julio Cesar Barreto da. **Dengue no Nordeste brasileiro**: aspectos climáticos e socioambientais em áreas de influência sob alto risco e recomendações para políticas públicas. 2020. 135 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

O Brasil é um país com grande extensão territorial e climas específicos e bem definidos para cada região, o que auxilia para análise apurada da dengue sob diferentes aspectos socioambientais. Esta doença vem se ampliando nos últimos anos, destacando-se os surtos de 2015-2016, com 20% do total de casos notificados no Nordeste brasileiro (NEB), sendo o Rio Grande do Norte (RN) um dos cinco estados brasileiros sob maiores taxas de incidência da doença. Confere ao NEB as piores condições de esgotamento sanitário e de desenvolvimento social do país, com planejamento e infraestrutura urbana, em geral, precários ou ausentes, o que o faz estar associado a significativos e constantes impactos socioeconômicos. Aliado a estas baixas condições de vida, há a questão da seca, que favorece, ainda mais, a disseminação da doença, pois falta de água leva ao seu armazenamento irregular e, sob cuidado inadequado, propicia a proliferação do *Aedes aegypti*, seu principal vetor-transmissor, sendo temperatura e água principais condicionantes de seu ciclo reprodutivo. Diante desta problemática, o objetivo é levantar o risco relativo de dengue junto aos 1.794 municípios do NEB, por estudo probabilístico, via análise exploratória de dados espaciais (AEDE), a fim de elucidar características regionais entre dengue e meio ambiente, considerando-se, sobretudo, aspectos climáticos e socioambientais. Trata-se de demonstrar a tese que as incidências médias de dengue (IDmed), nos municípios do NEB, sofrem efeito da interação ambiental sob aspecto multicausal. Busca-se, assim, 1) compreender estas associações e identificar as áreas de influência sob alto risco, para 2) propor recomendações quanto às possíveis ações em políticas públicas de governança em saúde e socioambiental, para minimizar a degradação da população impactada quanto à problemática tratada. Para isto, analisaram-se associações das IDmed às variáveis ambientais, entre 2001-2017, sob diferentes métodos probabilísticos. Houve maior correlação estatística destas IDmed, via Determinante de Pearson, à precipitação (PRP; -30,32%) e ao percentual da população no ensino médio (MED1824; 28,86%), ambos a  $p$ -valor  $< 0,0001$ , corroborando para valores do teste- $t$ . Quanto à correlação espacial, houve maior resposta à (ao): PRP (-0,2874), taxa de envelhecimento (02462), percentual da população em domicílios com coleta de lixo (0,2332) e índice de macromedicação do volume de água (IN011AE; 0,2020), todos a  $p$ -valor  $< 0,001$ , via Moran Global; enquanto, por Moran Local Bivariado e Mapa de Risco em Excesso, à PRP e ao IN011AE. Mapas de calor identificaram o Estado do RN como área sob as maiores IDmed, corroborando para análises por Cluster Espacial, que aferiu seu efeito multicausal, com próximos  $z$ -valores, aos múltiplos fatores socioambientais, especialmente, aos 60% mais pobres da população, à PRP e ao MED1824. Por fim, espera-se, com os dados descritos e analisados da realidade em foco, ter contribuído para o processo de aprimoramento em curso, de instrumentos de políticas públicas voltados ao enfrentamento da dengue, especialmente, a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n. 11.445/2007, que se mostrou efetiva na redução das altas IDmed, observadas em apenas 4 de 230 daqueles municípios que a implementaram até 2018, indo ao encontro das correlações encontradas na demonstração desta tese.

**Palavras-chave:** Áreas de Influência. Mapas de Calor. Moran Bivariado. Política Nacional de Saneamento Básico. Risco em excesso de Dengue.

## ABSTRACT

SILVA, Julio Cesar Barreto da. **Dengue fever in northeastern Brazil**: climate and socio-environmental aspects in areas of influence with high risk and recommendations for public policies. 2020. 135 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

Brazil is a country with a large territorial extension and specific and well-defined climates for each region, which helps for an accurate analysis of dengue under different socio-environmental aspects. This disease has been expanding in the last years, highlighting the 2015-2016 outbreaks, with 20% of the total of cases notified in the Brazilian Northeast (NEB), with Rio Grande do Norte (RN) being one of the five Brazilian States under the largest disease incidence rates. This Region has the worst conditions of sanitation and social development in the country, with urban infrastructure and planning, in general, precarious or absent, which makes it associated with significant and constant socioeconomic impacts. In addition to these low living conditions, there is the issue of drought, which further favors the spread of the disease, as lack of water leads to its irregular storage and, under inadequate care, allows the proliferation of *Aedes aegypti*, its main vector-transmitter, with temperature and water being the main determinants of its reproductive cycle. In view of this problem, the objective is to raise the relative risk of dengue among the 1,794 NEB municipalities, by probabilistic study, via exploratory analysis of spatial data (AEDE), in order to elucidate regional characteristics between dengue and environment, considering, above all, climatic and socio-environmental aspects. It is about demonstrating the thesis that the average incidence of dengue (IDmed), in the NEB municipalities, suffers the effect of environmental interaction under a multicausal aspect. Thus, we seek to 1) understand these associations and identify areas of influence at high risk, to 2) proposed recommendations regarding possible actions in public health and socio-environmental governance policies, to minimize the degradation of the impacted population regarding the problem treated. For this, associations of IDmed with the environmental variables were analyzed, between 2001-2017, under different probabilistic methods. There was a greater statistical correlation of these IDmed, via Pearson's Determinant, to precipitation (PRP; -30.32%) and to the percentage of the population in high school (MED1824; 28.86%), both at p-value <0.0001, corroborating for t-test values. Regarding the spatial correlation, there was a greater response to: PRP (-0.2874), aging rate (02462), percentage of the population in households with garbage collection (0.2332) and macro-measurement index of water volume (IN011AE; 0.2020), all at p-value <0.001, via Moran Global; while, by Moran Bivariate Local and Excess Risk Map, to PRP and IN011AE. Heatmaps identified the State of RN as area under the highest IDmed, corroborating for analysis by Spatial Cluster, which measured its multicausal effect, with close z-values, to the multiple socio-environmental factors, especially to the poorest 60% of the population, PRP and MED1824. Finally, it is expected, with the data described and analyzed from the reality in focus, to have contributed to the ongoing improvement process, of public policy instruments aimed at tackling dengue, especially the National Basic Sanitation Policy, Law n. 11,445/2007, which proved to be effective in reducing IDmed increases, observed in only 4 of 230 of those municipalities that implemented it until 2018, meeting the correlations found in the demonstration of this thesis.

**Keywords:** Areas of Influence. Heat Maps. Moran Bivariate. National Basic Sanitation Policy. Excess Risk of Dengue.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Mapa geográfico e político do NEB, com seus Estados e respectivas capitais.....                                                                                                                                                                       | 47 |
| Figura 2 – Esquema explicativo do diagrama de espalhamento de Moran. ....                                                                                                                                                                                        | 62 |
| Figura 3 – Totais de Notificações de Casos de Dengue por Estados do NEB, entre 2001 e 2017.<br>.....                                                                                                                                                             | 65 |
| Figura 4 – Mapas de Calor sobre incidências médias de dengue sobre os 1.794 municípios do<br>NEB, com destaque às áreas de influência sob alto risco da doença (altas<br>incidências).....                                                                       | 68 |
| Figura 5 – Moran LISA univariada, via Programa GeoDa, sobre IDmed (2001-2017).....                                                                                                                                                                               | 80 |
| Figura 6 – Moran BILISA, via Programa GeoDa, entre médias sobre IDmed (2001-2017) e<br>variáveis climáticas e socioambientais testadas. ....                                                                                                                     | 84 |
| Figura 7 – Mapa de Risco em Excesso (ERM) entre IDmed e demais variáveis testadas. ....                                                                                                                                                                          | 85 |
| Figura 8 – Cluster espectral, pelo método Skater, em função da distância euclidiana e<br>transformação padrão (z), entre IDmed e principais variáveis associadas,<br>identificado pelos testes de correlação estatística e espacial. Análise via GeoDa.<br>..... | 86 |
| Figura 9 – Cluster espectral, pelo método Skater, via GeoDa, em função da distância euclidiana<br>e transformação padrão (z), entre IDmed e variáveis climáticas e socioambientais.<br>.....                                                                     | 87 |
| Figura 10 – Mapas de calor no NEB, com imagem ampliada mostrando as áreas de Influência<br>no RN, via ArqGis.....                                                                                                                                                | 89 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1 – Totais de casos notificados de Dengue, e seus percentuais, sobre informações sociais dos indivíduos notificados com a doença, no período de 2001 a 2017, para o Território brasileiro e sua Região Nordeste. ....                                                   | 66  |
| Tabela 2 – Distribuição das IDmed (2001-2017) por Estados do NEB; com percentual de municípios classificados pelo risco da doença, conforme PNCD (BRASIL, 2009). ....                                                                                                          | 69  |
| Tabela 3 – Correlações entre as IDmed e demais variáveis do estudo pelo Determinante de Pearson. Todas em valores anuais médios sobre seus períodos de coleta.....                                                                                                             | 72  |
| Tabela 4 – Coeficientes de ajuste para modelos de regressão entre IDmed e determinada variável climática ou socioambiental, por análise bivariada. ....                                                                                                                        | 75  |
| Tabela 5 – Diagnósticos da regressão sobre resultados do Método MQO - Variável dependente: IDmed. ....                                                                                                                                                                         | 76  |
| Tabela 6 – Diagnósticos para autocorrelação espacial por MQD, entre IDmed e demais variáveis (climáticas ou socioambientais) - Valores de Ajustes: $R^2$ , $R^2$ ajustado, ML (Defasagem) robusto, ML (Erro) robusto, Fischer, Log likelihood, Critério Akaike e Schwarz. .... | 77  |
| Tabela 7 – Resultados sobre IGM, com seus coeficientes de ajuste, entre IDmed e determinada variável climática ou socioambiental. ....                                                                                                                                         | 78  |
| Tabela 8 – Políticas Públicas sobre Saneamento Básico, distribuídas pelos municípios do NEB, com referidos testes de Correlação de Pearson ( $\rho$ ), com suas significâncias (p-valor), em relação às IDmed. ....                                                            | 97  |
| Tabela 9 – Distribuição dos coeficientes sobre estimativas e seus ajustes para regressões entre Política de Saneamento vs IDmed, por Modelos Lineares Generalizados – MLG, método de ligação Binomial Negativa sobre informações (SNIS), anos 2017 e 2018. ....                | 98  |
| Tabela 10 – Municípios do NEB distribuídos por Política do SNIS, em função do risco por IDmed - PNUD (BRASIL, 2009): baixa ( $\leq 99$ casos/100 mil hab.), média (de 100 a 299 casos/100 mil hab.) e alta ( $\geq 300$ casos/100 mil hab.). ....                              | 100 |
| Tabela 11 – Detalhamento sobre variáveis utilizadas no estudo. ....                                                                                                                                                                                                            | 134 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                   |                                                                      |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------|
| ABNT              | Associação Brasileira de Normas Técnicas                             |
| AC                | Estado do Acre                                                       |
| ACP               | Análise de Componentes Principais                                    |
| AE                | Água e Esgoto                                                        |
| Ae                | <i>Aedes</i>                                                         |
| AEDE              | Análise Exploratória de Dados Espaciais                              |
| AL                | Estado de Alagoas                                                    |
| AM                | Estado do Amazonas                                                   |
| ANVISA            | Agência Nacional de Vigilância Sanitária                             |
| ARQGIS            | <i>Advanced Desktop Quantum Geographic Information System</i>        |
| BA                | Estado da Bahia                                                      |
| BDMET             | Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa                 |
| CAR               | Spatial Error Model                                                  |
| CE                | Estado do Ceará                                                      |
| CENAD             | Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres               |
| CENEPI            | Centro Nacional de Epidemiologia                                     |
| <i>Clustering</i> | Análise de Dendrogramas                                              |
| COMAER            | Comando da Aeronáutica                                               |
| DATASUS           | Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde                |
| DCC               | Dengue com complicações                                              |
| DENV              | Vírus da Dengue                                                      |
| ERM               | Mapa de Risco em Excesso                                             |
| FD                | Febre do Dengue                                                      |
| FHD               | Febre Hemorrágica do Dengue                                          |
| FIOCRUZ           | Fundação Oswaldo Cruz                                                |
| FUNASA            | Fundação Nacional de Saúde                                           |
| GeoDa             | <i>Data Exploration GIS Geography</i>                                |
| GLM               | Modelo Linear Generalizado                                           |
| GO                | Estado de Goiás                                                      |
| IBGE              | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                      |
| ICICT             | Instituto de Comunicação e Inform. Científica e Tecnológica em Saúde |

|         |                                                          |
|---------|----------------------------------------------------------|
| IDHm    | Índice de Desenvolvimento Humano – municipal             |
| INMET   | Instituto Nacional de Meteorologia                       |
| IPEA    | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada                 |
| MA      | Estado do Maranhão                                       |
| MCID    | Ministério das Cidades                                   |
| MDR     | Ministério do Desenvolvimento Regional                   |
| MDS     | Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome    |
| MG      | Estado de Minas Gerais                                   |
| MIN     | Ministério da Integração Nacional                        |
| MLG     | Modelo Linear Generalizado                               |
| MPOG    | Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.          |
| MQO     | Método dos Mínimos Quadrados Ordinários                  |
| MS      | Ministério da Saúde                                      |
| MT      | Estado do Mato Grosso                                    |
| NEB     | Nordeste brasileiro                                      |
| ODM     | Objetivos de Desenvolvimento do Milênio                  |
| ODS     | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável                 |
| OLS     | Ordinary Least Square                                    |
| OMS     | Organização Mundial de Saúde                             |
| ONU     | Organização das Nações Unidas                            |
| OPAS    | Organização Pan-Americana de Saúde                       |
| PA      | Estado do Pará                                           |
| PB      | Estado da Paraíba                                        |
| PE      | Estado do Pernambuco                                     |
| PEAa    | Programa de Erradicação do <i>Aedes aegypti</i>          |
| PGRS    | Plano de Gestão dos Resíduos Sólidos                     |
| PI      | Estado do Piauí                                          |
| PIACD   | Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue  |
| PLANSAB | Plano Nacional de Saneamento Básico                      |
| PMSB    | Plano Municipal de Saneamento Básico                     |
| PNCD    | Programa Nacional de Controle da Dengue                  |
| PNUD    | Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Urbano |
| PNSB    | Plano Nacional de Saneamento Básico                      |
| PPG-MA  | Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente               |

|           |                                                          |
|-----------|----------------------------------------------------------|
| PR        | Estado do Paraná                                         |
| PSB       | Portal do Saneamento Básico                              |
| QGIS      | <i>Quantum Geographic Information System</i>             |
| RDO       | Resíduos Domésticos                                      |
| RH        | Recursos Humanos                                         |
| RJ        | Estado do Rio de Janeiro                                 |
| RN        | Estado do Rio Grande do Norte                            |
| RO        | Estado de Rondônia                                       |
| RPU       | Resíduos Públicos Urbanos                                |
| R-Project | Programa Gratuito de Uso Estatístico para Projetos       |
| RS        | Resíduos Sólidos                                         |
| RSU       | Resíduos Sólidos Urbanos                                 |
| SAR       | Spatial Lag Model                                        |
| SCD       | Síndrome do Choque da Dengue                             |
| SE        | Estado de Sergipe                                        |
| SESAN     | Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional |
| SIDRA     | Sistema IBGE de Recuperação Automática                   |
| SIG       | Sistema de Informações Geográficas                       |
| SINAN     | Sistema de Informações Nacional de Agravos Notificados   |
| SNCI      | Sala Nacional de Coordenação Interagências               |
| SNIS      | Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento         |
| SP        | Estado de São Paulo                                      |
| SV        | Estado de Salvador                                       |
| SVS       | Serviço de Vigilância em Saúde                           |
| SUS       | Sistema Único de Saúde                                   |
| UERJ      | Universidade do Estado do Rio de Janeiro                 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|         |                                                                                                                                           |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ANA18M  | Percentual da população com 18 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples                                     |
| BAN_AG  | Percentual da população em domicílios particulares permanentes com água encanada e banheiro exclusivo <sup>1</sup>                        |
| BILISA  | Índice Local de Moran por Bivariada                                                                                                       |
| °C      | Grau Celsius                                                                                                                              |
| cDEN    | Casos de Dengue                                                                                                                           |
| CIST    | Quantidade média de cisternas instaladas, entre os anos de 2018 e 2019, junto ao Programa Cisternas do MDR                                |
| CO143   | Quantidade de RDO coletada por cooperativas ou associações de catadores que tenham parceria com a prefeitura                              |
| CS058   | Valor contratual (preço unitário) do serviço de coleta seletiva, porta a porta, contratado pelas associações/cooperativas de catadores    |
| Den     | Dengue                                                                                                                                    |
| DENV 1  | Sorotipo do vírus do Dengue tipo 1 (dia <sup>-1</sup> )                                                                                   |
| DENV 2  | Sorotipo do vírus do Dengue tipo 2 (dia <sup>-1</sup> )                                                                                   |
| DENV 3  | Sorotipo do vírus do Dengue tipo 3 (dia <sup>-1</sup> )                                                                                   |
| DENV 4  | Sorotipo do vírus do Dengue tipo 4 (dia <sup>-1</sup> )                                                                                   |
| DENV 5  | Sorotipo do vírus do Dengue tipo 5 (dia <sup>-1</sup> )                                                                                   |
| ESPVD   | Esperança de vida                                                                                                                         |
| FUN1824 | Percentual da população na faixa etária de 18 a 24 anos frequentando o ensino fundamental regular seriado                                 |
| FLSUP   | Percentual da população na faixa etária de 18 a 24 anos frequentando o ensino superior (graduação, especialização, mestrado ou doutorado) |
| IDHM    | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal                                                                                                |
| IDHM-E  | Dimensão de Escolaridade do IDHM                                                                                                          |
| IDHM-L  | Dimensão de Longevidade do IDHM                                                                                                           |
| IDHM-R  | Dimensão de Renda do IDHM                                                                                                                 |
| IDmed   | Incidência média de Dengue                                                                                                                |

---

<sup>1</sup> Banheiro exclusivo é definido como cômodo que dispõe de chuveiro ou banheira e aparelho sanitário (ATLAS BRASIL, 2013).

|                |                                                                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IGM            | Índice Global de Moran                                                                              |
| IN011AE        | Índice de macromedicação sobre volume de água                                                       |
| IN028AE        | Índice de faturamento de água                                                                       |
| IN055AE        | Índice de atendimento total de água                                                                 |
| IN056AE        | Índice de atendimento total de esgoto nos municípios atendidos com água                             |
| IN006RS        | Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana                                  |
| IN015RS        | Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO sobre população total                                 |
| LISA           | Índice Local de Moran                                                                               |
| MED1824        | Percentual da população na faixa etária de 18 a 24 anos frequentando o ensino médio regular seriado |
| mm             | Milímetro                                                                                           |
| $ML$           | Multiplicador de Lagrange                                                                           |
| $ML_{\rho}$    | Multiplicador de Lagrange de defasagem espacial robusto                                             |
| $ML_{\lambda}$ | Multiplicador de Lagrange de erro espacial robusto                                                  |
| $\rho$         | Determinante ou Coeficiente de Correlação de Pearson                                                |
| PIND           | Percentual da população extremamente pobre em domicílios particulares permanentes                   |
| PMPOB          | Percentual da população pobre em domicílios particulares permanentes                                |
| POP            | População residente total anual (nº de habitantes)                                                  |
| PRP            | Taxa de Precipitação anual (mm)                                                                     |
| PRUR           | População residente total anual sobre a área rural (nº hab.)                                        |
| RDPC1          | Renda domiciliar per capita média dos 20% mais pobres da população                                  |
| RDPC2          | Renda domiciliar per capita média dos 40% mais pobres da população                                  |
| RDPC3          | Renda domiciliar per capita média dos 60% mais pobres da população                                  |
| RDPC4          | Renda domiciliar per capita média dos 80% mais pobres da população                                  |
| RDPC5          | Renda domiciliar per capita média dos 20% mais ricos da população                                   |
| RAZDEP         | Razão de dependência                                                                                |
| S.S.           | valores padronizados de $z$ dentro dos <i>clusters</i>                                              |
| TEMP           | Temperatura anual média do ar junto à superfície (°C)                                               |
| T_ENV          | Taxa de envelhecimento                                                                              |
| TI             | Taxa de Incidência de Dengue (casos de dengue por 100 mil habitantes)                               |
| T_LIXO         | Percentual da população em domicílios particulares com coleta de lixo                               |
| T_LUZ          | Percentual da pop. em domicílios particulares com iluminação elétrica                               |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                         |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
|          | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                                                                 | 20 |
| <b>1</b> | <b>PROBLEMÁTICA E OBJETO DE ANÁLISE</b> .....                                           | 20 |
| <b>2</b> | <b>PERGUNTAS A SEREM RESPONDIDAS</b> .....                                              | 24 |
| <b>3</b> | <b>HIPÓTESE E JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA</b> .....                                      | 25 |
| <b>4</b> | <b>OBJETIVOS</b> .....                                                                  | 27 |
| 4.1      | <b>Objetivo Principal</b> .....                                                         | 27 |
| 4.2      | <b>Objetivos Secundários</b> .....                                                      | 27 |
| <b>5</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....                                                        | 28 |
| 5.1      | <b>Dengue e fatores associados</b> .....                                                | 28 |
| 5.1.1    | A Dengue .....                                                                          | 28 |
| 5.1.2    | Breve Histórico da Dengue no Brasil .....                                               | 30 |
| 5.1.3    | Ações no enfrentamento à Dengue .....                                                   | 33 |
| 5.1.4    | Fatores Climáticos e Socioambientais interrelacionados à Dengue .....                   | 37 |
| 5.1.5    | História da Arte sobre Áreas de Influência e Dengue.....                                | 38 |
| 5.2      | <b>Políticas Públicas</b> .....                                                         | 41 |
| <b>6</b> | <b>REFERENCIAL METODOLÓGICO</b> .....                                                   | 45 |
| 6.1      | <b>Caracterização da Área de Estudo</b> .....                                           | 46 |
| 6.2      | <b>Modelo Teórico-Conceitual sobre o uso dos indicadores em resposta à dengue</b> ..... | 49 |
| 6.3      | <b>Dados da Realidade Regional e Técnicas Estatísticas</b> .....                        | 51 |
| 6.3.1    | Testes Estatísticos Espaciais.....                                                      | 53 |
| 6.4      | <b>Método de Análise dos Dados</b> .....                                                | 55 |
| 6.4.1    | Análise de Dendrogramas Espaciais – Método Skater .....                                 | 56 |
| 6.4.2    | Modelo Linear Generalizado (MLG) .....                                                  | 58 |
| 6.4.3    | Coeficiente de Correlação de Pearson .....                                              | 59 |
| 6.4.4    | Mapas Temáticos.....                                                                    | 59 |
| 6.4.5    | Índice de Moran .....                                                                   | 61 |
| 6.4.6    | Mapa de Risco em Excesso (ERM) .....                                                    | 63 |
| <b>7</b> | <b>PERCURSO E CARACTERÍSTICAS DO CONHECIMENTO CONSTRUÍDO</b> ...                        | 64 |
| 7.1      | <b>Resultados e Discussões</b> .....                                                    | 64 |
| 7.1.1    | Análise da Dengue .....                                                                 | 64 |
| 7.1.1.1  | Casos de Dengue .....                                                                   | 64 |
| 7.1.1.2  | Informações sociais dos indivíduos notificados .....                                    | 65 |
| 7.1.1.3  | Incidências de Dengue e suas Áreas de Influência.....                                   | 67 |

|         |                                                                                               |            |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.1.2   | Associações da Dengue às Variáveis Climáticas e Socioambientais .....                         | 71         |
| 7.1.2.1 | Análise Estatística pelo Coeficiente de Correlação de Pearson .....                           | 71         |
| 7.1.2.2 | Testes Espaciais entre Incidências de dengue e demais variáveis.....                          | 73         |
| 7.1.2.3 | Correlações Espaciais entre de dengue e demais variáveis .....                                | 80         |
| 7.1.3   | Políticas Públicas aplicadas ao Saneamento Ambiental.....                                     | 95         |
|         | <b>CONCLUSÕES .....</b>                                                                       | <b>105</b> |
|         | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                      | <b>109</b> |
|         | <b>APÊNDICE A - Dificuldades e desafios da pesquisa em uma área interdisciplinar</b><br>..... | <b>127</b> |
|         | <b>APÊNDICE B - Trajetória do autor .....</b>                                                 | <b>131</b> |
|         | <b>APÊNDICE C - Produção científica do autor.....</b>                                         | <b>133</b> |
|         | <b>ANEXO .....</b>                                                                            | <b>134</b> |

## INTRODUÇÃO

### 1. PROBLEMÁTICA E OBJETO DE ANÁLISE

Múltiplos fatores, como os de ordem climática, ambiental e socioeconômica, formam um complexo sistema de determinantes socioambientais relacionados à dinâmica global da ecologia de vetores - como o *Aedes aegypti* - transmissores de doenças infectoparasitárias, os quais contribuem para o aumento do risco de infecções (CATÃO, 2011 apud FARIAS; SOUZA, 2016; MACHADO, 2013, p. 185).

No Brasil, prevalece, na população, um quadro endêmico com várias doenças infectoparasitárias, com destaque à dengue, principal arbovirose que atinge o homem na atualidade e que se mostra epidêmica em várias cidades brasileiras, com aumento na ocorrência de suas formas graves e no número de óbitos devido à cocirculação dos quatro sorotipos virais, associada à falta de ações efetivamente concretas de combate ao *Aedes aegypti* (*Ae sp.*) (BRASIL, 2015a; COSTA; CUNHA, 2017).

Somente entre 29 de dezembro de 2019 a 28 de março de 2020, o Ministério da Saúde (MS) notificou cerca de 484,2 mil casos prováveis<sup>2</sup> da doença no país; com incidência média de 230,43 casos por 100 mil habitantes (hab.), a uma média móvel ascendente; além de 148 óbitos confirmados pela doença e possíveis subnotificações (BRASIL, 2020a).

Especificamente, no Nordeste brasileiro (NEB), esta doença vem se intensificando. Somente em 2019, até 02 de novembro, o MS notificou cerca de 1,5 milhão de casos prováveis no país, a uma taxa de 716 casos/100 mil hab., bem próximo ao total em 2015, com 1.649.008 casos prováveis, o maior registro da série histórica desde 1990. Já em 2016 houve 1.500.535 casos prováveis, 57,2% sobre a Região Sudeste, seguida do NEB com 21,6%, com cinco dos seus estados (Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco e Alagoas) dentre as 18 (de 438) Regiões de Saúde do país com incidência acima de 100 casos/100 mil hab. (BRASIL, 2019a).

---

<sup>2</sup>O Ministério da Saúde define “casos prováveis” como sendo casos notificados, excluindo-se os descartados por diagnóstico laboratorial negativo, com coleta oportuna ou diagnosticados para outras doenças; complementando ainda que o coeficiente de incidência é calculado utilizando-se o número de casos novos prováveis, dividido pela população residente de determinada área geográfica, e expresso por 100 mil hab. (BRASIL, 2009; 2018a).

De acordo com Ramos e Machado (2014), no ano de 2013, o NEB apresentou 76,2% da concentração de larvas de *Ae sp.*, em reservatórios de água do país; enquanto o Sudeste respondeu por 63,6% dos focos, em depósitos domiciliares.

Após mais de um século da descoberta da dengue, a base tecnológica de controle do *Ae sp.* se mantém quase inalterada, com destruição de focos de ovos e larvas dos mosquitos; e, a partir da década de 40 (mais de 70 anos), com a incorporação do uso de larvicidas e inseticidas. Entretanto, esta estratégia funcionou apenas por um período e sob um cenário de reduzida densidade urbana (CUNHA, 2016; SANTOS *et al.*, 2016; VALLE *et al.*, 2019).

Ademais, ações de controle à dengue e avanços científicos neste campo de pesquisa têm se mostrado insuficientes, e indica a necessidade de aprimoramento ou substituição das tecnologias e estratégias de combate vetorial; com articulação entre diferentes setores públicos e privados e participação popular; além de um arcabouço teórico-metodológico próprio do campo das ciências humanas e sociais (CUNHA, 2016; SANTOS *et al.*, 2016; VALLE, 2016).

As consequências desta realidade, para além dos aspectos ecológicos, políticos, socioeconômicos e institucionais, colocam um grande desafio ao campo científico, que é o de conhecer, analisar e propor soluções para as doenças infecto parasitárias, (re) emergentes (MACHADO, 2012).

Em casos não raros, o aumento destas doenças se relaciona a quadros de degradação ambiental associados a processos históricos de crescimento populacional desordenado e planejamento urbano inadequado, com ocupações irregulares que agravam exponencialmente os riscos de infecções virais nas populações urbanas, como visto no NEB, Região sob uma das piores condições de saneamento e de desenvolvimento social do país (MACHADO *et al.*, 2013; IPEA, 2019).

Como prováveis causas de controle à doença, citam-se, ainda: ações não implementadas ou não alcançadas relacionadas às insuficiências dos serviços de saúde e às dificuldades de acesso aos domicílios<sup>3</sup> e comunidades; complexidade das malhas viárias urbanas; resistência dos vetores aos inseticidas/larvicidas; baixa participação da população e inadequação das ações de combate ao mosquito (FURTADO; SOUZA, MORAES, 2005; CUNHA, 2016; VALLE, 2016; VALLE *et al.*, 2019). Todas essas afirmativas podem ser consideradas verdadeiras;

---

<sup>3</sup>Nos últimos anos, evidencia-se que a maior parte dos criadouros de *Aedes aegypti* se encontra nos espaços domiciliares. Nesta perspectiva, segundo Valle (2016), perde-se um pouco o foco do combate ao mosquito sobre questões primordiais, como saneamento, levando-se a questionarem pela responsabilização desta situação: governo ou população?

entretanto, não se pode deixar de reconhecer as lacunas no conhecimento científico vigente (SANTOS *et al.*, 2016).

Ampliando-se esta abordagem, uma série de problemas conjuntos envolve o meio ambiente, como, falta de responsabilidade ambiental, desperdício dos recursos naturais e descomprometimento do poder público; sobretudo, quanto à participação do Estado na regulação de seus sistemas acoplados (MILLER JR., 2007).

Para além de toda essa problemática, há uma forte influência dos fatores ambientais sobre a população do NEB, onde a seca, enquanto fenômeno físico, representa um constante risco, que se acentua pela ausência ou insuficiência de políticas públicas, e amplia as desigualdades e conflitos sociais, desarticulando a estrutura produtiva local para as faixas mais pobres das populações, com comprometimento na oferta de serviços básicos, como o abastecimento de água e a coleta de resíduos sólidos (ALCÂNTARA SILVA *et al.*, 2013).

Ao pensar essa realidade sob uma perspectiva interdisciplinar, Mello *et al.* (2010) afirmam que, em estudos socioambientais, é fundamental um esforço para o desenvolvimento de metodologias e indicadores, para identificar e caracterizar áreas de maior risco e grupos populacionais mais vulneráveis aos problemas relacionados.

Neste sentido, ampliar a discussão sobre uma avaliação multidisciplinar fornece relevantes contribuições para o aperfeiçoamento de instrumentos sobre as políticas públicas setoriais, a fim de compreender como os processos produtivos impactam o ambiente e, por sua vez, a saúde e a qualidade de vida das populações (SILVEIRA e ARAÚJO NETO, 2014).

O viver na cidade carrega em si os desafios advindos do adensamento demográfico e das alterações socioambientais, com potencial riscos à saúde humana (CALDEIRA, 2000). Embora isto seja uma tendência demográfica irrefutável, não se verificam no momento ações consistentes voltadas ao enfrentamento dos problemas em saúde, como a dengue (SEGURADO, CASSENTE e LUNA, 2016).

A partir desta ótica, envolvendo cidade-saúde-clima, ecologistas desenvolvem modelos<sup>4</sup> estatísticos e matemáticos que simulam os ecossistemas, a fim de elucidar e compreender as mudanças nas condições do ambiente e, assim, propor soluções eficazes aos problemas relacionados (MILLER JR, 2007, p. 65).

A necessidade de estratégias integradoras, participativas e de caráter transdisciplinar, o chamado enfoque ecossistêmico em saúde, vêm sendo identificado em estudos envolvendo o

---

<sup>4</sup> Entende-se por "modelo" a representação de um sistema, obtida através de diferentes linguagens (física, matemática, lógica, icônica, gráfica, etc.) e segundo uma ou mais teorias (VYNNYCKY; WHITE, 2010), tendo como principal finalidade a de simplificar a realidade (BATTY, 1976, p. 353).

controle da dengue e fatores de risco associados (SANTOS; AUGUSTO, 2011), visto, por exemplo, através do uso de análise exploratória de dados espaciais – AEDE (ANSELIN, 1995; 1996; ALMEIDA, 2012).

Logo, a escolha das áreas de influência sob alto risco de dengue como objeto de análise desta pesquisa se deve à necessidade de ampliar o entendimento da relação espacial entre dengue-clima-meio ambiente. Para isto, consideramos os complexos e dinâmicos sistemas socioambientais envolvidos, além dos ciclos de retroalimentação das atividades humanas, para identificarmos como e o quanto estes elementos produziram as modificações na estrutura das cidades.

Desta forma, seria possível mensurarmos os efeitos hierárquicos de escala cruzada sobre a mudança local-global nos fatores associados à doença, a fim de levantarmos possíveis recomendações em políticas públicas, de fato, efetivas e integradoras sobre a população do NEB, região com diversos problemas relacionados ao planejamento urbano, político, climático e socioambiental, os quais auxiliam para a degradação desta população tão sofrida.

## 2. PERGUNTAS A SEREM RESPONDIDAS

O que se observa é uma preocupação mundial, por parte da sociedade científico-acadêmica, para buscar explicações frente às epidemias de dengue, a qual tem se destacado como um dos principais objetos de investigação, no campo da saúde pública, sobre as zoonoses e doenças infecto-parasitárias (re) emergentes. Todavia, o que se verifica são modelos de risco que se voltam, pura e simplesmente, para análises estatísticas e explicações numéricas; mas faltam, sobretudo, soluções efetivas que conduzam à proposição de recomendações em políticas públicas, no campo da pesquisa, que envolva a saúde e o meio ambiente.

Diante da realidade relacionada à esta problemática, com uma doença tão complexa, variando no tempo e no espaço, e sendo regulada por múltiplos fatores, e sob as mais variadas características regionais, cabe-se aqui perguntar:

- 1 ) Quais são os fatores socioambientais que constituem um risco efetivo para a ocorrência de dengue no nordeste brasileiro?
- 2 ) Em que magnitude seria o risco medido, tomando por base os municípios estudados?
- 3 ) Quais seriam as políticas públicas locais identificadas, e como estas contribuiriam para a qualidade de vida da população nos municípios mais vulneráveis as altas incidências de dengue?

### 3. HIPÓTESE E JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA

Esta pesquisa encontra-se ligada à hipótese da interação ambiental (ROSEN, 1958; RIBEIRO, 2004), descrita por alguns autores como teoria da multicausalidade (LEAVELL; CLARK, 1977; IDE; CHAVES, 1990; BARRETO; CARMO, 1994).

Segundo Rosen (1958), os principais problemas de saúde enfrentados pelos homens se relacionam à vida em comunidade, por exemplo, o controle de doenças transmissíveis, o controle e a melhoria do ambiente físico (saneamento), a provisão de água e alimentos em boa qualidade e em quantidade, a provisão de cuidados médicos, e o atendimento dos incapacitados e destituídos. Embora cada um desses varie no tempo, todos se encontram inter-relacionados e originaram a chamada saúde ambiental<sup>5</sup>.

Barreto e Carmo (1994) atribuem a gênese de doenças infecciosas a múltiplos fatores interrelacionados em redes de causalidade, via modelo de determinação multicausal, sendo dada ênfase aos condicionantes micro epidemiológicos ou individuais<sup>6</sup>.

No modelo da tríade ecológica de LEAVELL; CLARK (1977 apud IDE; CHAVES, 1990), a teoria da multicausalidade da doença se norteia no princípio de que o equilíbrio da saúde dependa da interação entre o meio ambiente (físico, social, econômico e biológico), os diferentes agentes (biológicos, nutrientes, químicos e mecânicos) e o hospedeiro humano (como, por exemplo, faixa etária, etnia, sexo, hábitos, costumes).

O grande número de fatores ambientais que podem afetar a saúde humana é um indicativo da complexidade das interações existentes e da amplitude de ações necessárias para melhoria daqueles determinantes em saúde (RIBEIRO, 2004). As continuidades e descontinuidades das distintas concepções de doença, desde a Antiguidade até o início do século 20, foram identificadas na abordagem histórica das representações sociais da doença, realizada por Sevalho (1993), que percorre um conjunto de autores como Canguilhem, Le Goff, Rosen, Foucault, Tamayo, Capra e outros (CÂMARA *et al.*, 2012).

Neste estudo, dentre os fatores multicausais às incidências de dengue no NEB, destacamos, a precipitação e a temperatura, por estarem diretamente relacionadas ao ciclo

---

<sup>5</sup>Caracterizada por desenvolver estudos mais sistemáticos e com linhas mais definidas, a Saúde Ambiental é moldada em modelos epidemiológicos tradicionais, e avança alinhando fatores de riscos ambientais a doenças e agravos da saúde de populações expostas a certos agentes físico-químicos e em situações definidas como não ocupacionais (TAMBELLINI; CÂMARA, 1998).

<sup>6</sup>Na tentativa de tipificar alternativas entre os dois polos de causalidade, o individual e o coletivo, Rosen (1985 apud BARRETO; CARMO, 1995) identifica uma estratégia de intervenção de base individual que busca caracterizar "grupos de risco" em contraposição a outra de base coletiva a qual designa "estratégia populacional".

reprodutivo do *Ae sp.* (KARAM *et al.*, 2016); bem como, os determinantes sociais, representativos das condições de vida da população.

A partir do estudo probabilístico, considerando as análises por correlação estatística e espacial (via AEDE), seria possível determinarmos uma medida de risco da dengue, em função daqueles fatores multicausais, sobre a população estudada e, por sua vez, um direcionamento para propor recomendações em políticas públicas para além do controle da doença, desencadeando, assim, possíveis contribuições integradas em saúde e meio ambiente.

Trata-se de demonstrar a tese que as incidências médias de dengue (IDmed), nos municípios do NEB, sofrem efeito da interação ambiental sob aspecto multicausal.

Diante desse panorama, onde meio ambiente e saúde estão imbricados, Machado *et al.* (2013) enfatizam que o resultado da colaboração científica na área das ciências humanas, sociais e da saúde deve ser útil, eficaz e eficiente no processo de implementação das políticas públicas nacionais, contribuindo para a redução das iniquidades como condição para uma sociedade sustentável.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo Principal

Levantar o risco relativo de dengue junto aos 1.794 municípios do NEB, por análise exploratória de dados espaciais (AEDE), a fim de elucidar as características regionais entre esta doença e o meio ambiente, considerando-se, sobretudo, os aspectos climáticos e socioambientais envolvidos.

### 4.2 Objetivos Secundários

- a) compreender as associações entre dengue e fatores climáticos e socioambientais envolvidos e identificar suas áreas de influência sob alto risco;
- b) por fim, espera-se, com os dados descritos e analisados da realidade em foco, contribuir não somente sobre a proposição de uma medida de risco<sup>7</sup> para as incidências médias de dengue, mas também para o processo de aprimoramento, em curso, de instrumentos e recomendações em políticas públicas de governança em saúde e socioambiental voltadas para o enfrentamento da dengue, a fim de minimizar a degradação da população impactada quanto à problemática aqui tratada.

---

<sup>7</sup>Entende-se por risco “a possibilidade de sofrer prejuízo em decorrência de um perigo que possa causar ferimento, doença, morte, perda econômica ou dano ambiental”, em geral, expresso por probabilidade (MILLER JR., 2007, p. 374). Outrossim, o autor define a avaliação deste risco como sendo “o processo científico de se estimar quanto dano um perigo específico pode causar à saúde humana” (2007, p. 374-375).

A Organização Pan-americana de Saúde (OPAS, 1997, p. 19, tradução nossa) caracteriza o risco de dengue como um conceito usado para medir a probabilidade de um evento futuro com consequências negativas, como uma infecção pelo vírus ou um surto. Esta probabilidade depende da presença de uma ou mais características ou determinantes do evento.

## 5. REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 Dengue e fatores associados

#### 5.1.1 A Dengue

A dengue é um dos principais problemas de saúde pública mundial e a principal arbovirose que atinge o homem na atualidade (COSTA; CUNHA, 2017). Cerca de 2,5 bilhões de pessoas estão expostas ao risco de se infectarem pela doença, particularmente em países tropicais e subtropicais, onde condições climáticas, sociais e econômicas favorecem a proliferação dos mosquitos vetores (VALLE; PIMENTA; CUNHA, 2015). Trata-se de uma doença febril aguda causada por um vírus de RNA. Sendo que no Brasil ocorre a circulação de quatro sorotipos virais (DENV) (BRASIL, 2011), embora um quinto sorotipo viral (DENV-5) tenha sido identificado na Malásia, por Vasilakis em 2007, a partir de amostra de soro de paciente (NORMILE, 2013; MUSTAFA et al., 2015).

Esta doença tem como principal vetor etiológico o mosquito *Ae sp.*, e como hospedeiro vertebrado, o homem e outros primatas; porém, somente o homem apresenta manifestações clínicas da infecção. Esta ocorre pela picada do mosquito-fêmea, que se alimenta de sangue e, no momento da picada, transmite um dos sorotipos virais ao hospedeiro, fornecendo-lhe proteção permanente àquele sorotipo e imunidade parcial e temporária aos demais, sendo o período de viremia de aproximadamente sete dias (FERREIRA; YANG, 2003).

A dengue clássica ocorre, primariamente, sob Febre de Dengue (FD), forma benigna e mais frequente da doença, em que o paciente sofre com febre somente manifestada após um período de incubação de 5 a 8 dias. Há ainda a Febre Hemorrágica do Dengue (FHD), com febres e hemorragias, e que acomete cerca de 5% dos infectados, podendo levar ao óbito; além da Síndrome do Choque da Dengue (SCD), uma combinação das formas anteriores, no qual o indivíduo apresenta um quadro clínico crítico, com complicações respiratórias que levam ao choque e, consequentemente, ao óbito (BRAGA e VALLE, 2007).

O *Ae sp.* apresenta duas fases distintas no seu ciclo de vida: aquática, sob os estágios de ovo, larva e pupa; e alada (fase adulta). Quando o mosquito transmite a doença ao ser humano, através da inoculação do vírus da dengue (DENV) pela picada, ocorre um período de incubação

no organismo humano. Após a contaminação, o DENV fica presente no sangue humano, entre o dia anterior de aparecimento da febre e o sexto dia da doença. Neste período, a mosquito-fêmea não-infectada, ao picar o indivíduo infectado, também se contamina, tornando-se infectante e inicia o processo de incubação extrínseca, que vai desde a ingestão do sangue infectado até o momento de sua transmissão, que varia cerca de 8 a 14 dias; entretanto, sob temperaturas elevadas, pode durar somente três dias (BRASIL, 2001; AGUIAR, 2006).

O vírus não é nocivo ao mosquito e, uma vez infectado, a doença não se manifesta neste, o qual se torna um vetor permanente da infecção, sendo apenas as fêmeas transmissoras do DENV, presentes em suas glândulas salivares. A especificidade dessas fêmeas, como agente vetor ou carreador do DENV, é explicada pela sua alimentação hematófaga, no período fértil, necessária para a maturação dos ovos. Fora do período fértil, a alimentação dos mosquitos se baseia em líquidos açucarados e seiva bruta de plantas (LIMA-CÂMARA *et al.*, 2011).

Segundo Aguiar (2006), necessariamente, cada fêmea copula uma única vez e armazena o esperma do macho em estruturas chamadas spermatecas, podendo realizar várias posturas, com cerca de 200 ovos cada. Ao contrário de muitas espécies de mosquitos, a fêmea de *Ae sp.* espalha seus ovos em diversos criadouros, compreendendo inclusive diferentes domicílios, e os deposita alguns milímetros acima da superfície da água, os quais se mantêm sob período de latência, que pode durar até 492 dias, a fim de serem maturados (SILVA; SILVA, 1999).

Para que a fase aquática se complete, o criadouro deve manter um nível de altura de água mínimo de 10 mm em relação à superfície (KARAM *et al.*, 2014). Ao entrarem em contato com a água, os ovos levam cerca de 10 a 30 minutos para eclodirem, conforme as condições de temperatura, iniciando, assim, o estágio larval, com quatro etapas de metamorfose; e, após, passando à pupa, estágio que varia de cinco a sete dias, até dar origem à fase alada, de mosquito. Este possui ciclo total de vida em torno de 30 a 45 dias, nos machos sendo mais curto que nas fêmeas. Quanto menor a sobrevivência do mosquito, menor a chance de a fêmea transmitir o DENV (AGUIAR, 2006; FOCKS *et al.*, 2000).

No Brasil, o Instituto Butantan – MS (BRASIL, 2018b), em parceria com o *National Institutes of Health* (NIH) e com Órgãos nacionais, encontra-se desenvolvendo uma vacina de dose única contra os quatro tipos de dengue, conhecida como “Vacina Dengue Butantan”. Esta foi anunciada em 2015 e tem previsão de começar a ser distribuída, após aprovação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para que seja disponibilizada à população através da rede pública de saúde. Em 2019 a pesquisa se encontrava na fase III dos ensaios clínicos, apresentando resultados extremamente positivos e seguros.

Logo, na ausência de uma vacina efetiva, a prevenção no Brasil, ainda ocorre, primariamente, por alertas de risco pela vigilância epidemiológica e via controle mecânico, biológico, legal e químico da população do vetor. Embora com todas estas medidas, seus resultados ainda são insuficientes, pois as epidemias se mantêm recorrentes (BRASIL, 2009).

Para erradicar o *Ae sp.* e todos os seus possíveis criadouros, o MS (BRASIL, 2016c) recomenda à população a adoção de uma rotina diária com medidas simples como uso de repelentes e inseticidas para o ambiente; além de, realização de 15 minutos de vistoria sobre recipientes (como, pratos com vasos de planta, ralos, calhas, garrafas, pneus e até brinquedos) que propiciem o acúmulo de água parada.

### 5.1.2 Breve Histórico da Dengue no Brasil

No Brasil, o primeiro caso de dengue data de 1846, com relatos de sua transmissão nos estados do Rio de Janeiro (RJ), Bahia (BA), Pernambuco (PE) e Paraná (PR). Já a primeira epidemia documentada clínica e laboratorialmente (com isolamento viral) ocorreu entre 1981-1982 em Boa Vista-RR, com amostras positivas para os sorotipos DENV-1 e DENV-4 (SHATZMAYR, 2000 apud FERREIRA, 2011).

Entre 1986 e 1987, houve extensas epidemias pelo DENV-1, nas regiões Sudeste e NEB, a maioria notificada nos estados do RJ, Alagoas (AL) e Ceará (CE), sendo ainda afetados, a BA, Minas Gerais (MG), PE e São Paulo (SP). Em abril de 1990, detectou-se a circulação do sorotipo DENV-2 em Niterói - RJ; e, em junho do mesmo ano, este sorotipo foi isolado, revelando a cocirculação de DENV-1 e DENV-2, no Rio de Janeiro - RJ. Já em 1991, o DENV-2 foi o único sorotipo isolado; e com ocorrência de manifestações clínicas mais graves, sendo notificados à Secretaria Estadual de Saúde 462 casos de FHD com 8 óbitos (BRASIL, 2006).

Em 1994, com a cocirculação de DENV-1 e DENV-2, notificaram-se casos de FHD nos estados do CE, PE, Rio Grande do Norte (RN), Maranhão (MA), Piauí (PI) e BA. Já em 2000, as formas FHD e SCD no Amazonas (AM) e, em dezembro do mesmo ano, o DENV-3 foi isolado em Nova Iguaçu - RJ. Após um aumento do número de casos, em 2001, ocorreu uma grande epidemia no RJ, em 2002, notificando-se 255.493 casos, com 0,74% de FHD/SCD e 91 óbitos (BRASIL, 2006).

Segundo Barreto e Teixeira (2008), em 2008, houve outro surto no RJ, o de maior gravidade registrado até dezembro de 2011, caracterizando-se pelo deslocamento dos

indivíduos infectados com FHD para a faixa etária abaixo de 15 anos, com a intensa circulação do DENV-2, sob a presença do DENV-1 e DENV-3, com a notificação de 240 mil casos (sendo 0,57% de FHD) a uma taxa de 1.527 casos/100 mil hab., com mais de 11 mil hospitalizações, 169 óbitos confirmados e outros 150 óbitos suspeitos.

Em 2009, houve redução em 50% dos casos no país em relação ao ano anterior, concentrando-se na BA; com predomínio do DENV-1, a partir do segundo semestre deste ano, em substituição ao DENV-2 (BRASIL, 2010a).

Já em 2010, houve cocirculação das DENV-1, 2 e 3, quando campanhas auxiliaram a reduzir a incidência da doença, embora com registro de mais de um milhão de prováveis casos devido à recirculação do DENV-1, 63% destes no Centro-Oeste e Sudeste; com o deslocamento de casos graves para a faixa etária de 60 anos ou mais, e redução da mediana do número de óbitos para 30 anos, passando posteriormente para 42 anos (BRASIL, 2010a).

Segundo o MS (BRASIL, 2012a), no primeiro semestre de 2011, o número de óbitos foi 44% menor, quando comparado a 2010, com redução dos casos graves em 45%, embora o país já registrasse mais de 155 mil casos, a maioria concentrada nas regiões Norte (31,6%) e Sudeste (27%); com 53% das notificações distribuídos pelos estados do AM, Acre (AC), PR, MG e RJ, que entrou em situação de alerta, devido aos cerca de 75 mil casos notificados até 10 de dezembro daquele ano, com 51 óbitos e 11 notificações de DENV-4.

Em dezembro de 2011, 48 de 561 cidades brasileiras monitoradas encontravam-se em situação de risco de surto de dengue (índice de infestação pelo *Ae sp.* acima de 3,9%), compreendendo as capitais de Rio Branco-AC, Porto Velho-RO e Cuiabá-MT; embora, sob situação de alerta (infestação entre 1% a 3,9%) em Salvador-BA, Recife-PE, Belém-PA, São Luís-MA e Aracaju-SE (BRASIL, 2011).

Em 2014, houve 591.080 casos prováveis e 410 óbitos confirmados, uma redução de 59,3% e 39,0%, respectivamente, comparados à 2013; e que se refletiu nas regiões brasileiras, embora com registro de altas incidências de dengue nos Estados do AC (3.661,7 casos/100 mil hab.), AL (399,6 casos/100 mil hab.) e SP (513,3 casos/100 mil hab. (BRASIL, 2015b).

Em 2015, notificaram-se 1.649.008 casos prováveis, 62,2% sobre a Região Sudeste, seguida do NEB com 18,9%; sendo descartados 600.432 casos. Foram ainda confirmados 1.569 casos graves, 20.329 casos com sinais de alarme e 863 óbitos, ou seja, um aumento de, respectivamente, 105,37%, 140,98% e 82,5%, comparado à 2014. Houve pico das incidências em abril (229,7 casos/100 mil hab.), com redução de maio (116,1 casos/100 mil hab.) a outubro, quando voltou a aumentar. Além disto, houve 20.661 casos autóctones suspeitos de Chikungunya e de febre de Zika, observado a partir de abril (BRASIL, 2016a; 2016b).

Em novembro de 2016, o Levantamento Rápido de Índices para Ae (LIRAA), realizado pelo MS, conjuntamente às Secretarias de Saúde Municipais, e fundamental para orientar as ações de controle da dengue, apontou 855 cidades brasileiras em situação de risco de surto de dengue, Chikungunya e Zika. No NEB, destacou-se o MA, com 33 cidades sob risco ou alerta, situação identificada também nas capitais de SE, BA e PE. Os depósitos de água – como tonéis, tambores e caixas d’água – foram os principais tipos de criadouros (ou seja, com maior número de focos) nas regiões Sul e NEB. Em situação satisfatória, encontravam-se São Luis-MA, Fortaleza-CE, João Pessoa-PB e Teresina-PI. O MS não recebeu informação sobre Maceió-AL. Já em Natal-RN, adotaram outro tipo de metodologia (BRASIL, 2016d).

Em 2016, houve 1.500.535 casos prováveis de FD, 57,2% na Região Sudeste e 21,6% no NEB; sendo 861 casos graves, 8.402 com sinais de alarme, 726.560 descartados e 642 óbitos. Investigaram-se, ainda, 401 possíveis casos graves ou com sinais de alarme e 567 óbitos. Somente em dezembro do referido ano, evidenciaram-se as maiores incidências em Iracema-CE (1.663,0 casos/100 mil hab.) e Eunápolis-BA (67,0) (BRASIL, 2017a).

Houve, também, 271.824 casos autóctones prováveis de Chikungunya (taxa de 133,0 casos/100 mil hab.), destacando-se o NEB, com 415,7 casos/100 mil hab.; bem como, suas referidas UF: RN (723,1 casos/100 mil hab.), CE (537,7 casos/100mil hab.), PE (522,3 casos/100 mil hab.), AL (514,8 casos/100 mil hab.) e PB (503,0 casos/100 mil hab.). Além de 215.319 casos prováveis de Zika, distribuídos por 2.306 cidades (incidência de 105,3 casos/100 mil hab.), sendo 67% confirmados (BRASIL, 2017a).

O ano de 2017 foi marcante para o NEB, com 34,3% dos 252.054 casos prováveis de dengue no país. O Centro-Oeste e NEB apresentaram as maiores incidências de dengue (de 502,7 e 151,8 casos/100 mil hab., respectivamente); enquanto, no país, de 122,3 casos/100 mil hab., destacando-se GO (947,3 casos/100 mil hab.), CE (453,0 casos/100 mil hab.) e TO (331,2 casos/100 mil hab.). Houve, ainda, 185.737 casos prováveis de Chikungunya no país (76,5% no NEB), com incidência de 90,1 casos/100 mil hab., sendo a maior taxa no estado do CE, com 1.271,0 casos/100 mil hab. Outrossim, notificaram-se 17.452 casos prováveis (50,6% confirmados) de Zika, a uma incidência de 8,5 casos/100 mil hab. (BRASIL, 2018a).

Neste ano, até 27 de junho de 2020, notificaram-se 874.093 casos prováveis de dengue, destacando-se os estados do AC, BA, SP, PR, MS, MT, GO e DF, com incidências acima da média no país, de 415,9 casos/100 mil hab. (BRASIL, 2020b). Segundo Gubler (2002), a cocirculação de diferentes sorotipos numa mesma cidade é um fator de risco associado ao aumento de casos de dengue, e sustenta a necessidade de desenvolver uma vacina polivalente efetiva, com proteção aos quatro sorotipos virais. Portanto, quanto maior a proliferação do

mosquito e a densidade humana, maiores as chances de contato entre estas populações e, consequentemente, a transmissão e manutenção da doença.

### 5.1.3 Ações no enfrentamento à Dengue

Fizemos uma revisão bibliográfica com base em pesquisa documental e descritiva em fontes primárias dos acervos eletrônicos, a partir da rastreabilidade na base *Scielo*, com as palavras-chaves: “políticas”, “políticas públicas”, “ações”, “dengue” e “*Aedes aegypti*”; a fim de estabelecer um direcionamento para entendimento das possíveis políticas públicas a serem recomendadas neste estudo. A pesquisa não contemplou o estabelecimento de um período pré-determinado. Desta forma, consideramos as diretrizes, ações e programas aplicados na saúde pública para controle da doença, a partir da tomada de decisão dos órgãos governamentais, tendo como ponto focal o território brasileiro, sob as esferas federal, estadual e municipal.

Segundo Segurado, Cassenote e Luna (2016), num ambiente urbano, sob rápida transformação, em que as condições de vida da população são influenciadas por fatores de natureza ambiental, demográfica, socioeconômica, política e cultural, entende-se que estes fatores podem levar à ocorrência de inúmeros agravos à saúde, como doenças não-transmissíveis e doenças infectoparasitárias, como a dengue.

Para Bueno (2019), as construções requerem tratamentos específicos, por se situarem em áreas com fragilidades socioambientais, o que as tornam inadequadas. Para isto, faz-se necessário, o desafio da universalização sobre o saneamento e reconhecer na cidade os padrões espaciais regulares e irregulares. Dessa maneira, a tecnologia deve se relacionar às políticas públicas habitacionais, para que sejam mantidas a conservação e a sustentação das condições físicas, sociais e políticas de um determinado local, possibilitando, assim, meios para um processo de urbanização ordenado e com qualidade de vida à população.

De acordo com Gonçalves *et al.* (2015), há um distanciamento entre as ações governamentais acerca da dengue e a realidade da população. Logo, verifica-se que as políticas públicas de combate à doença são, em geral, descontínuas e ineficazes. Com isto, faz-se necessário a implantação de políticas e ações menos verticalizadas, em que os conhecimentos sociais possam nortear as estratégias envolvidas, de acordo com os interesses, necessidades, desejos e visões de mundo na comunidade. Neste contexto, a população deixa de ser mera

espectadora e dependente de ações previamente definidas, para ocupar posição privilegiada no processo, assegurando-lhe efetividade e sustentabilidade das ações de combate à dengue.

Segundo Tauil (2001; 2002), os fatos para o agravamento da transmissão de dengue no Brasil são complexos e não totalmente compreendidos. Uma das causas constatadas, ainda nos primórdios das ações de controle, foi que o Programa de Controle de Vetores se baseou em métodos que buscavam apenas a eliminação do mosquito por meio químico, o que se mostrou ineficaz, devido à resistência do *Ae sp.* (CHIARAVALLOTI NETO *et al.*, 2006; VALLE *et al.*, 2019). A falta de atuação do poder público e o não atendimento às demandas de controle da dengue promoveram um crescente descrédito da população em relação às ações de governo, dentre estas, as atividades do agente epidemiológico (CHIARAVALLOTI NETO *et al.*, 2006).

No Brasil, condições socioambientais favoráveis à expansão do *Ae sp.* possibilitaram sua dispersão, desde sua reintrodução em 1976. Desta forma, programas essencialmente centrados no combate químico (com baixíssima ou mesmo nenhuma participação da comunidade, sem integração intersetorial e com pequeno uso do instrumental epidemiológico) mostraram-se incapazes de conter um vetor com altíssima capacidade de adaptação ao novo ambiente, criado pela urbanização acelerada e pelos novos hábitos (BRASIL, 2002).

O primeiro grande conjunto de diretrizes destinadas no combate à dengue surgiu em 1996, com a criação do Programa de Erradicação do *Ae aegypti*. (PEAa), do MS (JANINI, 2016). Este conseguiu apenas iniciar o processo de implantação das ações pretendidas, por celebração de convênios, a partir de 1997, alcançando, em 1999, 3.701 municípios conveniados, com mais de um bilhão de reais investidos, no combate ao vetor, aplicados, dentre outros, na contratação e capacitação de pessoal, aquisição de veículos e equipamentos. No entanto, várias áreas de atuação não foram implementadas, cita-se: RH e legislação de suporte, saneamento, informação, educação e comunicação social (BRASIL, 2002; PIMENTA JR., 2005).

Diante da ineficácia do PEAa, por não erradicar o mosquito a curto e médio prazo, a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) implantou, em 2001, o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD), que passou a atuar no controle do vetor, priorizando os municípios com maior transmissão da doença. Estas ações também fracassaram e, em 2002, foi implantado o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), para reduzir a infestação do mosquito, a incidência de dengue e sua letalidade, sendo 85% dos recursos empregados em vigilância e controle. Destes, cerca de 76,42% sobre equipamentos e inseticidas, capacitação de pessoal e ações em comunicação social, já em 2003 (BRASIL, 2002; PIMENTA JR., 2005).

Com a descentralização proposta pelo PNCD, o Governo Federal passou aos gestores estaduais e municipais atribuições e competências para desenvolverem e implementarem as ações de prevenção e controle da dengue (BRASIL, 2002).

Entre 2010 e 2015, o MS aumentou em 39% os recursos federais destinados às ações em vigilância sanitária, passando de R\$ 924,1 milhões para R\$ 1,29 bilhão, sendo também aprovado neste orçamento um adicional de R\$ 500 milhões para o combate ao *Ae sp.* Além das ações de apoio a estados e municípios, a pasta realizou a aquisição de insumos estratégicos, compra e distribuição de larvicidas, adulticidas (fumacê) e kits de diagnósticos, bem como o pagamento dos agentes de endemias (BRASIL, 2016e).

Em 2014, o Brasil adota a nova classificação de casos de dengue da OMS (dengue, dengue com sinais de alarme e dengue grave), em substituição a anteriormente adotada: FHD, SCD e dengue com complicações (DCC) (BRASIL, 2015b).

Já em 2015, com vistas ao controle do surto de microcefalia, o governo federal implementou ações de combate ao *Ae sp.*, instalando a Sala Nacional de Coordenação Interagências (SNCI), sob funcionamento no Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) e sob gerência do Ministério da Integração Nacional (MIN). Sendo também proposta a instalação das salas estaduais, com representantes do MS e de outros órgãos governamentais, nos três níveis da esfera pública, para realizarem atividades de orientação e de controle do vetor nas residências, por aplicação de inseticidas e larvicidas (BRASIL, 2015c).

Em 3 de abril de 2015, com o intuito de envolver a sociedade no combate ao vetor, o governo propôs que indivíduos vinculados ao Programa Saúde na Escola, ligados às Universidades públicas e privadas e Institutos Federais, deveriam participar das atividades de prevenção e eliminação ao *Ae sp.*, sendo, então, incluídos nesta mobilização. Com isto, o governo promove a campanha “Semana Saúde na Escola contra o *Ae sp.*”. As ações foram realizadas de forma articulada entre aquelas equipes, sendo envolvidos mais de 140 mil estudantes, em 78 mil escolas do país (BRASIL, 2015d).

Buscando uma forma de conter a doença, o Governo Federal concedeu, em 01 de fevereiro de 2016, através de Medida Provisória, a permissão da entrada forçada a imóveis públicos e particulares, no caso de situação de abandono ou de ausência, a autoridades de Saúde federais, estaduais e municipais, a fim da execução das ações de combate ao mosquito *Ae sp.* e seus criadouros (BRASIL, 2016f). Outrossim, promoveu, em 19 de fevereiro de 2016, o dia de Mobilização Nacional de Educação Zika Zero, para combate ao *Ae sp.* (BRASIL, 2016g).

Em fevereiro de 2016, a Sala Nacional de Coordenação e Controle (SNCC), verifica que, dos 40,9% dos domicílios brasileiros vistoriados (1,1 milhão imóveis estimados), para

eliminação dos criadouros do *Ae sp.*, evidencia-se a maior cobertura nos estados da PB (com 90,5%), PI (81,4%) e SE (75,5%) (BRASIL, 2016h).

Ainda em 2016, o Estado do MA lança o Plano Emergencial de Enfrentamento às doenças transmitidas pelo *Ae sp.* Este Plano, de caráter estadual, visava programar ações com a finalidade de interromper a transmissão de FD, Chikungunya e Zika por meio do controle vetorial, a curto prazo, envolvendo, pra isto, agentes comunitários de saúde, de controle de endemias e de saúde pública, dentre outros (BRASIL, 2016i).

Considerando a necessidade de intensificar as medidas de vigilância, prevenção e controle do *Ae sp.*; e de levantar índices de infestação para direcionamento e qualificação das ações de prevenção e controle daquele mosquito, o governo sancionou, em janeiro de 2017, a obrigatoriedade do LIRA pelos municípios brasileiros (BRASIL, 2017a). Em setembro do mesmo ano, a SNCC deixa oficialmente o CENAD, estrutura do MIN, para ocupar o Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em Saúde (CIEVS), do MS (BRASIL, 2017b).

Já, em outubro de 2017, o projeto Eliminar a Dengue: Desafio Brasil (ED BRASIL), implementado em 2014, em pequenas áreas do RJ, pela FIOCRUZ, em parceria com a Fundação Bill e Melinda Gates, apresenta resultados positivos. Tal estudo visava diminuir os casos das principais doenças transmitidas pelo *Ae sp.*, a partir da inoculação da bactéria *Wolbachia* em seus organismos, o que reduziria a transmissão dos arbovírus (BRASIL, 2017c).

Em janeiro de 2018, o Governo do Maranhão intensificou a orientação à população sobre as principais formas de prevenção de combate ao *Ae sp.* Outrossim, o Programa de Combate à Dengue neste Estado iniciou o monitoramento em órgãos públicos na Região Metropolitana de São Luís-MA, a fim de atuar de forma preventiva, identificando focos e orientando seus servidores (BRASIL, 2018c).

Segundo MS (BRASIL, 2018d), em 30 de janeiro de 2018, o Governo da PB, por meio da sua SES, iniciou o “Carnaval sem Mosquito”, uma ação (conforme preconizado pelo MS: para locais de eventos de massa e com elevada concentração de turistas), sobre áreas de praia de 12 municípios, incluindo João Pessoa e Campina Grande, no período que antecedia o carnaval, e que teve por objetivo eliminar os *Ae sp.* adultos, por meio da utilização do carro Fumacê. Quanto às prefeituras, recomendou-se a intensificação de ações de controle ao mosquito, a preparação das Unidades de Saúde Pública, além de cartilhas informativas, alertando sobre riscos, proteção e orientação médica.

#### 5.1.4 Fatores Climáticos e Socioambientais interrelacionados à Dengue

Os parâmetros entomológicos (isto é, os parâmetros que caracterizam as etapas de vida dos insetos) dependem das condições do inseto, assim como de fatores ambientais, particularmente a co-dependência com a temperatura do ar é conhecida (OTERO; SCHWEIGMANN; SOLARI, 2008). De acordo com MS (BRASIL, 2005), a situação epidêmica da dengue se agrava em países de clima tropical e subtropical e sob elevada urbanização, ou seja, com condições mais favoráveis à proliferação do *Ae sp.*

Por outro lado, segundo PORTAL DO SANEAMENTO BÁSICO (PSB, 2019), precárias condições de saneamento básico, como vistas no NEB, contribuem para as incidências de dengue, uma vez que a falta de acesso de uma parte da população aos serviços de água tratada e coleta de lixo favorecem o acúmulo irregular, com potencial risco ao desenvolvimento de criadouros de *Ae sp.* (SARDÃO, 2016; SILVA; MACHADO, 2018a).

A construção e a consolidação da vigilância em saúde são produtos vitoriosos herdados pela institucionalização do SUS, em 1988; pela criação do Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI), em 1990; pela estruturação do financiamento das ações de vigilância e controle de doenças e, mais recentemente, pela criação da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do MS, em 2003, que coordena o Sistema Nacional de Vigilância em Saúde (SNVS) em todo o território brasileiro (BOCCATTO, 2012).

Ainda segundo Boccatto (2012), o desenvolvimento de sistemas de vigilância implica o acesso à elevada gama de informações, especialmente as relativas à morbidade, à mortalidade, à estrutura demográfica, ao estado imunitário e nutricional da população, à situação socioeconômica e ao saneamento ambiental, sendo que o serviço de saúde, atualmente, tem sido a porta de entrada para vários sistemas, tendo íntima relação com a situação social regional.

O entendimento das relações entre a dengue e as variáveis climatológicas é de primordial importância para ampliar o conhecimento dos possíveis impactos que estes possuem para o aumento de suas epidemias. Logo, associado aos efeitos da urbanização, as modificações e flutuações climáticas contribuem para variações na temperatura e na quantidade de água nos reservatórios hidrológicos dos seus mosquitos-vetores e, conseqüentemente, alteram significativamente o seu ciclo de desenvolvimento, nos seus diferentes estágios e fases de vida (HAY et al., 2000).

Ao considerar tais variáveis climáticas, há ainda o entendimento do efeito sazonal do clima associado ao surgimento e prevalência dos ciclos epidemiológicos da dengue em certa região (RIBEIRO et al, 2006; CHEN; HSIEH, 2012; GOMES; NOBRE; CRUZ, 2012).

A compreensão da complexidade das interações que se dão entre os vários elementos envolvidos com a transmissão da dengue leva à procura por abordagens integradas, não parciais, que abranjam a globalidade desses elementos e suas conexões. Assim, pensou-se a utilização da abordagem ecossistêmica para esse problema, que considera essencial o entendimento das formas de participação e equidade social existentes na sociedade, exigindo um olhar multidisciplinar em como se dá essa relação na compreensão da determinação do processo saúde-doença-meio ambiente (SANTOS; AUGUSTO, 2011).

#### 5.1.5 História da Arte sobre Áreas de Influência e Dengue

Para controlar a transmissão da dengue e o surto de outras doenças transmitidas por vetores, faz-se importante identificar os padrões espaciais e temporais de fatores socioambientais, como o clima, e seus possíveis impactos à saúde humana (PATHIRANA; KAWABATA; GOONATILAKE, 2009). Para isto, dados espaciais de área são comumente empregados em saúde ambiental, embora tenham sua importância frequentemente subestimada por receio da denominada falácia ecológica<sup>8</sup>, que busca estimar associações entre indivíduos, a partir de dados agregados (BRASIL, 2007a, p. 22).

Nos últimos anos, amplia-se o uso das geotecnologias, como as técnicas de geoprocessamento e os sistemas de informações geográficas – SIG, como ferramentas para a gestão dos recursos naturais. Essas tecnologias são importantes subsídios, e eficazes instrumentos de monitoramento de doenças que envolvem múltiplos fatores socioambientais. Contudo, os produtos cartográficos gerados ainda são subutilizados, pois a abordagem crítica sobre os objetos e fenômenos, por vezes, não é discutida e/ou não há aprofundamentos das análises espaciais, por meio da aplicação de algoritmos, comumente encontrados em geoprocessamento (como, mapa de *kernel*, *buffer*, dentre outros), que otimizam aquele uso e

---

<sup>8</sup> “Um estudo ecológico ou agregado focaliza a comparação de grupos, ao invés de indivíduos. A razão subjacente para este foco é que dados a nível individual da distribuição conjunta de duas (ou talvez todas) variáveis estão faltando internamente nos grupos; neste sentido um estudo ecológico é um desenho incompleto” (MORGENSTERN, 1998).

tornam a análise espacial um instrumento extremamente significativo para o ordenamento e manejo dos recursos naturais sob suas áreas de influência (SILVA, 2013).

Segundo Kulldorff (1997 apud SANTOS, 2018, p. 20), as metodologias que buscam por regiões de maior risco são denominadas métodos de detecção de *clusters*. Estes são definidos como uma região onde o risco de ocorrência de um fenômeno é mais alto quando comparado às demais áreas. Dentre os métodos de detecção de *clusters*, destacam-se a análise por áreas de influência (ou *buffers*) e o uso de mapas de calor (ALMEIDA, 2011; BRASIL, 2007a). “Um cluster espacial é qualquer agregado de eventos que não seja meramente casual, cuja identificação é foco de pesquisas na área de estatística espacial. Estes aglomerados podem ser causados por diferentes fatores, tais como agentes infecciosos” (BRASIL, 2007a, p. 20).

Segundo Silva (2013), áreas de influência de um determinado objeto ou fenômeno são definidas como qualquer tipo de representação espacial no formato vetorial (ponto, linha ou polígono). A identificação destas áreas se dá em função das atividades humanas, que têm impacto direto em locais atingidos, por exemplo, pela ocorrência de doenças (SILVA, 2013).

Segundo Barcellos, Silva e Andrade (2010), o caso mais simples de construção de taxas de incidências, a partir de pontos (embora também possam ser criadas em torno de linhas e de polígonos.), é quando se tem uma fonte suspeita de riscos. Uma solução analítica para esse problema é apontar a fonte suspeita no mapa. Neste sentido, cria-se uma área de influência em torno desta fonte e, após, calcula-se a taxa de incidência do agravo à saúde dentro e fora daquela área (polígono). Ou seja, delimitada a área de influência, localiza-se área sob altas e baixas taxas de incidência. Após, é possível quantificar o número de eventos e sua população local dentro da área (BARCELLOS; SILVA; ANDRADE, 2010, p. 50).

Sendo assim, a partir destas áreas de influência, é possível identificar “pontos quentes” (do inglês *hotspots*) ou padrões pontuais sobre focos de calor, também conhecidos como pontos de acesso ou ponto de extensão, que pode se referir a diversas áreas, dependendo da concentração dos eventos, conforme a intensidade do fenômeno ou processo (PAIVA; RODRÍGUEZ; CORREIA, 1999 apud SILVA, 2013).

Muitos autores fizeram uso de mapas para compreender as distribuições de dengue sobre o território brasileiro (LINHARES; CELESTINO, 2006; CATÃO, 2011; FARIAS; SOUZA, 2016; LIMA, MOREIRA; NÓBREGA, 2016).

Gandhi (2019) aponta o “mapa de calor” como uma das melhores técnicas de interpolação para visualização de dados por densidade de pontos, a fim de identificar áreas ou aglomerados espaciais sob alta concentração de uma grandeza de medida, também conhecidas como *clusters* espaciais ou pontos de calor (do inglês, *heatmaps*).

Segundo Lima *et al.* (2003), o uso de SIG no monitoramento de epidemias, como FD, tem como um de seus objetivos a espacialização dos dados convencionais, propiciando análises mais ricas e acessíveis de um quadro epidemiológico mais amplo, contribuindo assim em tomadas de decisões mais adequadas.

Santos *et al.* (2009), utilizaram SIG para calcular *buffers* (áreas de influência) ao redor de áreas de garimpo, matas e potenciais criadouros, para análise de áreas de exposição a possíveis fatores ambientais de risco à malária, ou seja, considerou-se que esses fatores poderiam estar diretamente relacionados à dispersão do vetor.

Alguns autores fizeram uso de AEDE, por exemplo, via *Kernel*, para caracterizar a área de influência e analisar o risco de dengue associado a fatores ambientais sobre o território brasileiro (SOUZA-SANTOS *et al.*, 2000; BARBOSA; LOURENÇO, 2010; CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017).

No NEB, destaca-se o trabalho de Magalhães *et al.* (2019), em Fortaleza – CE, que correlaciona (por *Kernel*, Determinante de Pearson e Índice de Moran) a dengue a condicionantes climáticos e socioambientais, compreendendo precipitação, temperatura, umidade relativa, tamanho populacional, ocupação domiciliar, escolaridade, renda, extrema pobreza e serviço domiciliar de saneamento – água, RSU e esgotamento.

Huang *et al.* (2018) aplicaram Mapas de Calor, associados à Correlação de Spearman, Índice de Moran e MLG, para avaliar a autocorrelação espacial das incidências de dengue, a partir dos efeitos de alocação de espaços verdes, no sul de Taiwan em 2014 e 2015.

Fernandes, Silva Neves e Neves (2014) utilizaram SIG associado ao índice de Moran Global e Local, via programa ARQGIS, para analisar, em municípios do Pantanal Mato grossense, a transmissão da dengue, a partir de três medidas de risco espaço-temporal: frequência, duração e intensidade, contatando que os índices usados podem ser úteis nas tomadas de decisão das autoridades e da saúde pública.

Já Archarya *et al.* (2016) utilizaram mapa de risco em excesso (ERM), via GeoDa, para analisar padrões, distribuição espaço-temporal e risco da dengue em Nepal. O estudo demonstrou a importância da abordagem geoespacial na pesquisa epidemiológica. Os autores propõem que esta metodologia pode ajudar instituições e formuladores de políticas a desenvolver melhores estratégias preventivas. Fan *et al.* (2014) aplicaram mapa de risco em excesso para analisarem a influência dos fatores climáticos sobre a dengue em Guangdong – China, entre 2005 e 2011.

Dom *et al.* (2016) aplicaram ERM por Processo Hierárquico Analítico, associado a SIG, para identificar e mensurar as áreas de zoneamento por risco à dengue, em função dos fatores

ambientais, na Malásia. Segundo os autores, esta metodologia fornece informações valiosas que auxiliam a melhorar, potencialmente, as iniciativas em saúde pública.

Santos, Honório e Nobre (2019), aplicaram cluster espaciais para definição de áreas persistentes com risco aumentado de dengue no Rio de Janeiro-RJ.

## 5.2 Políticas Públicas

Segundo Heidemann e Salm (2009, p. 29), a política é entendida por ações, práticas e diretrizes políticas, fundadas em leis empreendidas pelo Estado, para resolver as questões da sociedade, que passa a sofrer a presença mais prática e direta daquele; sobretudo, por meio do planejamento, que pressupõe políticas previamente definidas, tanto de alcance geral ou "horizontal" (e. g., política econômica), quanto de alcance "setorial" (e. g., política de saúde).

Ainda segundo tais autores, política é concebida como o conhecimento dos fenômenos ligados à regulamentação e ao controle da vida humana em sociedade, sob organização, ordenamento e administração das suas jurisdições político-administrativas.

Política pública, segundo Dye (2005, p. 1), é tudo o que os governos decidem ou não fazer. Seu ciclo conceitual compreende a tomada de decisões para resolução dos problemas sociais previamente estudados, a implementação de ações, a prestação de contas dos seus gestores e o processo de (re) avaliação destas políticas (HEIDEMANN; SALM, 2009, p. 34).

Neste sentido, é balizada na noção social dos direitos, na perspectiva da sua coletivização, com vistas à garantia dos direitos sociais (SADER, 2004; PAIVA, 2006).

De acordo com Leandro *et al.* (2016), algumas práticas e ações da vigilância em saúde que utilizamos hoje existem desde a Era Romana, sendo consideradas práticas históricas, dentre estas: o registro compulsório de doenças e agravos, a investigação de doentes e a quarentena. Em meados do século XVIII, a vigilância passa a estar mais relacionada ao controle focal, à investigação e ao monitoramento epidemiológico das doenças transmissíveis.

Já no século XX, o Estado passa a atuar no exercício do planejamento socioeconômico, mediante seu fortalecimento, ao delegar à vigilância a responsabilidade pelo desenvolvimento dos programas de controle de doenças verticais, institucionais e permanentes, como tuberculose, hanseníase e malária. Além disso, são criados sistemas de informação de registro contínuo para o monitoramento de agravos e identificação de epidemias (LEANDRO, 2016).

As Políticas Públicas estão sempre situadas entre o Estado e a sociedade, variando no tempo e no espaço, em função das características de cada região (MACHADO; VILANI, 2015). Uma política não se transforma em política pública antes que seja adotada, implementada e feita cumprir por alguma instituição governamental. As políticas públicas possuem três características distintas: legitimidade, universalidade e coerção (DYE, 2005 apud HEIDEMANN; SALM, 2009, p. 101).

No Brasil, cada vez mais, aceita-se a necessidade de criar mecanismos que possibilitem participação mais efetiva e direta da comunidade na formulação, detalhamento e implementação das políticas públicas. Enfoque, em parte, fruto do processo de democratização do país e, por outro lado, devido à nova abordagem que tem predominado a cunho internacional (BANDEIRA, 1999; MAIA, 2015).

Segundo Machado (2003), a crescente mundialização do capital explicita sua face mais áspera na sua incontornabilidade<sup>9</sup> como processo sócio metabólico, atingindo a modernidade capitalista. Entretanto, neste ambiente de predominante descontrole, os países e regiões que têm obtido os melhores resultados na economia, nos últimos anos, foram aqueles que conseguiram, com maior eficiência, dirigir e controlar políticas públicas externas que beneficiassem seus interesses, priorizando seus atores locais no processo de desenvolvimento. Logo, o conhecimento desses atores em tal cenário é, portanto, elemento-chave para se entender o processo desigual, fragmentado e contraditório que se observa hoje nos diferentes locais, como, por exemplo, no combate à dengue.

Segundo Battini (2015), a política social pública é dever do Estado, sendo concebida como materialização das lutas e reivindicações da classe trabalhadora e dos segmentos socialmente vulneráveis, na perspectiva do atendimento às condições dignas de vida, o que a transforma em objeto da agenda pública, portanto, reconhecidas e legitimadas.

O desafio do Estado é ampliar esse espectro por meio de ações coletivas democráticas, de efetivação do controle social, de tornar presente e reconhecidas as demandas sociais inseridas nos processos de formulação das decisões políticas, de efetivação de programas e projetos que extrapolem serviços tradicionalmente acionados pelo Estado, na direção do exercício constante de uma nova cultura cívica que materialize o caráter público da política (BATTINI, 2015).

A política de saúde deve ser tratada como uma política social e, desta forma, voltada à preservação dos indivíduos e das coletividades, para compreensão das ações sobre os múltiplos determinantes envolvidos, embora, por vezes, contraditórios. Logo, faz-se pertinente um

---

<sup>9</sup>Tal incontornabilidade do capital financeiro, pode ser vista também, como a perda de controle dos agentes sociais.

melhor entendimento sobre as políticas de formação no âmbito geral da saúde e, em específico, no controle e combate à dengue (FLEURY; OUVÉNEY, 2015; PIMENTA JR., 2015).

Para Wanderley (2015), o real enfrentamento da pobreza e da desigualdade social dependem do enfrentamento de questões estruturais e da opção pelo modelo de desenvolvimento que se quer para o país, no seio do qual a proteção social pública é dever o Estado e direito inalienável de todo cidadão. Estado e a Sociedade são atores fundamentais na construção de uma nação democrática, responsável por seus cidadãos e sem distinção, fortalecendo, assim, a globalização contra hegemônica.

As diferentes dinâmicas de desenvolvimento regional dependem de uma crescente organização social das comunidades regionais. E, desta forma, uma crescente organização social equivale diretamente a um melhor envolvimento político nas decisões e definições dos rumos do desenvolvimento regional e econômico da sociedade (BECKER, 2002, p. 40).

Para Brousselle *et al.* (2011), tal questionamento se constitui num complexo espaço social, formado por diversos agentes, com inserções nas mais diversas áreas, o que tem resultado em uma produção acadêmica diversificada, tanto do ponto de vista teórico e conceitual, quanto às estratégias empíricas, inclusive, no sentido de aperfeiçoar um modelo integrador de controle e combate a doenças infecciosas, como a dengue, o que resulta numa contribuição relevante para o campo da saúde.

O Brasil evoluiu em relação às diversas políticas públicas adotadas; contudo, muitos fatores podem estar ligados à falta de controle e enfrentamento às epidemias de dengue, como ações ineficientes de combate ao vetor, visto nas três esferas governamentais; além da falta de participação popular. Estas ações de combate devem ser monitoradas o ano todo, pelos órgãos de saúde pública, e não pode haver negligências quanto ao seu controle (SOUZA SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2008; RIBEIRO; BALSAN; MOURA, 2013).

Segundo Machado *et al.* (2013), para estabelecer contribuições em Políticas Públicas Nacionais na gestão do enfrentamento à dengue, a proposição de ações integradas e articuladas em áreas susceptíveis e sob potencial risco à doença devem estar alinhadas com o papel dos instrumentos de políticas públicas nacionais de Meio Ambiente (lei n. 6.938/81); de Recursos Hídricos (lei n. 9.433/97); do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (lei n. 9.782/99); da Política Urbana ou Estatuto da Cidade (lei n. 10.257/01); da Política Federal de Saneamento Básico (lei n. 11.445/07) e da Política Nacional sobre Mudança Climática (lei n. 12.187/09).

A escolha dessas políticas se baseia no argumento de Machado *et al.* (2013) de que a construção de ações intra-intersectoriais é o eixo central para a formulação de políticas públicas nacionais sustentáveis, pois, assim, pode-se compatibilizar os procedimentos da Vigilância em

Saúde, desenvolvidas no SUS, com aqueles praticados por outros setores, a fim de potencializar os recursos disponíveis, e evitar a superposição de ações e conflitos entre instituições. Nesta perspectiva, faz-se necessário conhecer a fundo o campo de pesquisa estudado, a fim de compreender os fatores comumente associados (ARAÚJO; ARAÚJO, 2016).

Segundo Garcês Jr. (2017), a compreensão dos diversos sistemas que se relacionam no desenvolvimento da dengue se faz necessário. A noção de complexidade na apreensão dos fenômenos a partir da abordagem sistêmica é discutida por Christofolletti (1998 apud AMORIM, 2012), ao considerar que os sistemas complexos apresentam diversidade de elementos, encadeamentos, interações, fluxos e retroalimentação compondo uma entidade organizada.

## 6. REFERENCIAL METODOLÓGICO

Esta pesquisa foi estruturada em três partes:

- 1 ) Estudo descritivo da dengue, com caracterização das informações sociais dos indivíduos notificados e posterior identificação das áreas de influência sob risco das incidências de dengue;
- 2 ) A análise das associações entre a incidências médias de dengue, para o período de 2001 a 2017 (IDmed: variável dependente), e as demais variáveis estudadas (variáveis explicativas), para caracterização dos possíveis riscos interrelacionados, junto aos municípios do NEB; e
- 3 ) Recomendações para políticas públicas integradas às relações encontradas entre ID e variáveis climáticas e socioambientais.

Para o delineamento da Pesquisa, consideramos:

- 1 ) Análise Descritiva:
  - a) por pesquisa bibliográfica sobre o histórico da dengue, ações em controle e combate à dengue, além da história da arte sobre as áreas de influência de risco de dengue; a fim de entender as especificidades do NEB e de seus municípios, as técnicas comumente empregadas e autores relacionados;
  - b) por análise estatística direta sobre casos de dengue e informações sobre os indivíduos notificados;
- 2) Análise Exploratória de Dados Espaciais – AEDE sobre:
  - a) Incidências médias de dengue (2001-2009, 2009-2017 e 2001-2017), para identificação das áreas sob alto risco da doença, a partir de *buffers* por mapas de calor, via ArqGis.
  - b) testes estatísticos espaciais, para análise das associações entre os valores médios tanto sobre incidências de dengue (2001-2017) – ou IDmed – quanto às demais variáveis, dispostas na Tabela 11 (Anexo A), por Moran Global e pelos ajustes produzidos pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários – MQO, ambos via GeoDa (esta análise foi antecedida por teste de correlação estatística, por Coeficiente de Correlação de Pearson, via R-Project).

- c) análise bivariada por Cluster Espacial, Moran e Mapa de Risco em Excesso (ERM), todos via GeoDa;
- 3) Estudo Analítico entre IDmed e Políticas Públicas, a partir de suas correlações, por Determinante de Pearson e Modelos Lineares Generalizados (MLG), ambos via *R-Project*, tomando por base a categorização dos questionários, disponibilizados pelo Governo Federal, sobre aquelas políticas, estando estas no escopo das variáveis identificadas como sendo mais correlacionadas às IDmed.

No geral, trata-se de uma pesquisa estatística probabilística de cunho analítico espacial exploratório, responsável por permear todas as associações bivariadas aqui tratadas ao risco da incidências de dengue por variáveis climáticas e socioambientais; considerando-se, o tratamento dos dados e o refinamento sobre as características do objeto de estudo: as áreas de influência de dengue, tendo como unidades agregadas espaciais, os 1.794 municípios do NEB.

## 6.1 Caracterização da Área de Estudo

Para a caracterização da área de estudo, consideramos os fatores climáticos e socioeconômicos, incluindo-se os aspectos relacionados ao saneamento ambiental e à seca, via Programa Cisternas (BRASIL, 2019b), além das questões físico-geográficas e territoriais, a fim de compreender a dinâmica ambiental e urbana junto aos municípios estudados.

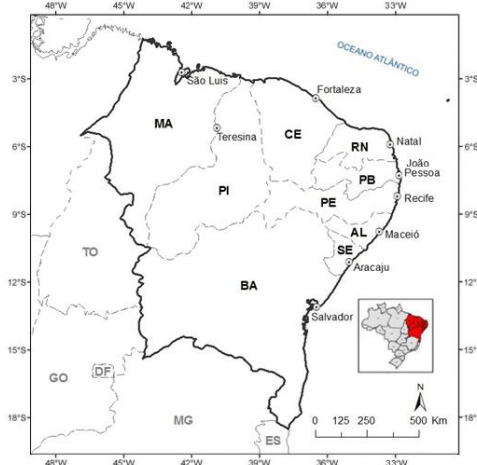
A

Figura 1 apresenta a Região do NEB, um dos cinco constituintes do território brasileiro, composto por nove Unidades da Federação ou Estados: Alagoas (AL), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Sergipe (SE); cada um com sua respectiva capital: Maceió, Salvador, Fortaleza, São Luís, João Pessoa, Recife, Teresina, Natal e Aracaju.

Sua extensão territorial é de 1.554.257,0 quilômetros quadrados, aproximadamente 18,2% da área do território brasileiro, sendo limitada com as regiões Norte (a Oeste), Centro-Oeste (a Sudoeste), Sudeste (ao Sul), além de ser banhado pelo Oceano Atlântico (a Norte e Leste).

Com exceção de São Luis e Teresina, todas as outras capitais se localizam na Zona da Mata, no passado coberta pela Mata Atlântica, hoje quase extinta (BRASIL, 2010b).

Figura 1. Mapa geográfico e político do NEB, com seus Estados e respectivas capitais.



Fonte: IBGE (BRASIL, 2010c).

Com uma densidade populacional de 34,1 habitantes por quilômetro quadrado e um crescimento populacional de 1,3% ao ano, a população do NEB é predominantemente urbana (aproximadamente 73% de sua população total, ou seja, considerando-se urbana e rural) e possui cerca de 56.915.936 habitantes, o equivalente a 27,62% da população brasileira, segundo estimativas da população residente no país, feita pelo IBGE, em 1º de julho de 2016. Quanto à etnia, é composta por 62,5% dos pardos; 29,2% de branco; 7,8% de negros e 0,5% de indígenas (BRASIL, 2010b; 2016b).

Segundo o Instituto de Pesquisas Aplicadas (IPEA, 2019), Alagoas, Maranhão e Piauí detinham, em 2018, os piores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) do país, compreendendo com os demais 6 Estados do NEB o *ranking* dos 11 piores do país. de acordo com o IBGE<sup>10</sup>, aqueles três Estados se destacam, ainda, conjuntamente ao Amapá e Rondônia, pelas maiores taxas de mortalidade infantil do país, em 2017: Maranhão (com 20,3 óbitos por mil nascidos vivos), Piauí (18,5) e Alagoas (18,3). Além disso, segundo a Agência Nacional de Águas<sup>11</sup>, cerca de 45% dos domicílios brasileiros não possuem tratamento de esgoto; sendo os menores índices de coleta de esgoto do país (de 51,9%), em 2016, vistos nas regiões Norte e Nordeste, respectivamente, de 10,5% e 26,8%. Embora sob vários problemas socioeconômicos aqui explicitados, esta Região vem apresentando melhorias significativas em seus aspectos sociais (MENEGUIN; PRADO, 2018).

De acordo com Lima e Barreto (2015), sua população, no período de 1980 a 2014, teve um aumento de 62%; com o número de extrema pobreza caindo, acentuadamente, de cerca de

<sup>10</sup>IBGE. Tábuas Completas de Mortalidade. Disponível em: <<https://bit.ly/33F4CU9>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

<sup>11</sup>Agência Nacional de Águas. Atlas Esgotos. Disponível em: <<https://bit.ly/3iLyv9D>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

15 milhões para 6 milhões de habitantes, no período 2001-2013. Sem suspeita de erro, esse resultado se deve à expansão do Programa Bolsa Família e aos aumentos que houve em seu valor (CAMPELLO; NERI, 2014). O grande número de pessoas nessa situação para 2013 é observado, primeiramente, nos Estados da BA, seguido por MA e, após, CE. Em termos percentuais, o índice médio de pessoas em extrema pobreza junto ao NEB, para o ano de 1976, foi de 71,85%, com uma queda para 28,55%, em 2006, ou seja, uma diferença significativa de 43,30% no decorrer deste período; queda também verificada no índice de pobreza extrema pelo tamanho da população: 30% na década de 80, 40% em 90, 31% nos anos 2000, e 10% em 2013.

A diversidade bioclimática observada no Brasil se deve aos diferentes sistemas climáticos atuantes em cada região e às suas especificidades físicas, geográficas e biológicas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Observam-se, no NEB, subtipos climáticos, como o tropical úmido, do litoral da BA ao RN; tropical, em áreas da BA, CE, MA e PI; e tropical semiárido (no Sertão Nordeste). Essa diversidade de climas se deve à atuação dos múltiplos mecanismos físicos envolvidos e responsáveis pela distribuição da precipitação na região, com marcada variabilidade anual entre 300 e 2.000 mm, com anos de intensa seca e outros extremamente chuvosos, o que o caracteriza como uma das regiões da América do Sul, onde os sinais de variabilidade intrasazonal são mais evidentes (MOLION; BERNARDO, 2002).

Quanto à temperatura, o NEB apresenta médias anuais entre 20°C a 28°C, sendo que, em áreas acima de 200 m e na sua Costa Leste, estas médias anuais variam de 24°C a 26°C; enquanto, nas áreas mais altas da Chapada Diamantina e do Planalto da Borborema, mantêm-se abaixo de 20°C (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

O NEB sempre sofreu grandes problemas de desenvolvimento com a seca, um dos seus principais fatores de vulnerabilidade socioambiental e que afeta periodicamente a Região (OLIVEIRA, 2011; SILVA, 2014).

Segundo informações do SIDRA (IBGE), o NEB se destaca sob as condições mais precárias de esgotamento sanitário, em relação às demais, desde 2001 a 2015, embora tenha havido uma melhoria gradual no serviço, passando, respectivamente, de 78,29% a 94,66% dos domicílios atendidos com sua coleta; enquanto, na Região Sudeste, com maior abrangência, sua variação foi de 98,24% para 99,7%. Situação bem semelhante ao NEB é visto na Região Norte, com suas menores taxas registradas em 2004 e 2005, respectivamente, 90,7% e 90,4%.

A fim de minimizar os impactos produzidos pela seca, o Governo Federal implementou no país, o Programa Cisternas, sendo instalados até julho de 2019, 1.114.164 cisternas no país; sendo 1.041.113 somente no NEB, em sua maioria no Semiárido Nordestino, com 28,69% daquelas cisternas no Estado da BA, 24,16% no CE e 15,23% em PE (BRASIL, 2019b)

Segundo Alves da Silva (2009), nas últimas décadas, tem sido ampliado o debate sobre a necessidade de mudanças profundas nas políticas públicas de desenvolvimento regional que possibilitem a harmonização entre a justiça social, a prudência ecológica, a eficiência econômica e a cidadania, com base em um conjunto de práticas socioeconômicas e de diretrizes culturais e políticas para o desenvolvimento sustentável dessa região, com um povo tão sofrido.

Ainda segundo Alves da Silva (2009), o impulso na modernização das atividades produtivas, como a agricultura irrigada no Semiárido, não foi acompanhado por mudanças estruturais e políticas, e nem considerou as fragilidades ambientais da Região, o que levou ao agravamento de problemas socioambientais, ao mesmo tempo em que houve uma evolução nos indicadores econômicos devido a formação de “ilhas de desenvolvimento”. Neste sentido, a AEDE das associações entre dengue aos indicadores sociais testados, deve mostrar essa desigualdade distribuída pelos municípios do NEB, junto às áreas de influência sob alto risco de dengue.

## **6.2 Modelo Teórico-Conceitual sobre o uso dos indicadores em resposta à dengue**

Esta Seção visa explorar aspectos conceituais e metodológicos sobre a seleção e uso dos indicadores socioambientais utilizados neste trabalho.

Os indicadores são reconhecidos como uma ferramenta poderosa no fornecimento de informações quando relacionadas, por exemplo, nas áreas das ciências sociais e do meio ambiente (SINGH et al., 2012). Dentre os componentes básicos constituintes dos indicadores, destaca-se a medida, definida como grandeza qualitativa e quantitativa que possibilita classificar características, atributos, e consequências do objeto mensurado, quais sejam produtos, processos ou sistemas (MARTINS; MARINI, 2010).

Os indicadores possuem duas funções básicas: a “descritiva”, que consiste em fornecer informação sobre determinada realidade empírica, situação social ou ação pública; e a “valorativa”, ou “avaliativa”, que permite agregar juízo de valor à situação em foco, de modo a possibilitar a adequação do desempenho alcançado por determinada ação. Segundo o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), tais funções permitem diagnosticar a situação-problema para propor possíveis intervenções, ou ainda, avaliar metas, resultados alcançados e impactos sobre a sociedade (BRASIL, 2010e, p. 23).

Contudo, caso um indicador não represente adequadamente a realidade que pretende medir, sua elaboração constituirá desperdício de tempo e de recursos. Desse modo, os indicadores selecionados devem apresentar o maior grau possível de aderência a certas propriedades e requisitos que caracterizam uma boa medida de desempenho (BRASIL, 2010e; MARTINS; MARINI, 2010).

O estudo dos determinantes socioambientais para o dengue vem sendo tema de inúmeros trabalhos acadêmicos. Contudo, não há consenso nos resultados encontrados, principalmente em relação aos indicadores sobre fatores ambientais e condições de vida das populações, com respostas associadas, tanto positivas quanto negativas.

Sobre a análise da Dengue, observamos múltiplas realidades, uma vez que a doença é regulada por diferentes fatores, evidenciando as mais variadas respostas, conforme suas múltiplas associações, nas escalas espaciais (variando conforme suas distribuições locais e regionais) e temporais (considerando-se aqui o efeito da sazonalidade). A partir disto, surge aqui alguns questionamentos a esta problemática:

- 1 ) Uma vez que os fenômenos possuem diferentes estruturas, como estas podem ser mensuradas ou observadas conjuntamente?
- 2 ) E como pode ser medido o risco da dengue sobre os diferentes municípios estudados?

Para além das diferentes metodologias aplicadas, sugerimos que os diferentes resultados sejam reflexo das variações espaço-temporais, bem como da qualidade dos dados utilizados, considerando-se suas formas de agregação e uso (FLAUZINO et al., 2009).

A OPAS (1991) cita como macro determinantes da dengue: a densidade populacional moderada ou alta, os padrões de assentamento inadequado, as habitações com ausência de água encanada e com recipientes para armazenamento vedados inadequadamente, a coleta de lixo deficiente e as condições socioeconômicas precárias.

Para Marzochi (1994) e Laporta (2004 apud GOMES; BASTOS; NASCIMENTO, 2017), a ausência de infraestrutura, a existência de rede irregular ou inexistente de abastecimento de água, os serviços insuficientes de coleta de lixo, o baixo envolvimento da população e a presença de recipientes expostos têm favorecido a proliferação do *Ae sp.* e dificultado a tomada de medidas de controle eficientes por parte do poder público.

Alguns autores fizeram uso de indicadores socioambientais para entender a dengue e promover subsídios para ações de prevenção e controle sobre a doença (CATÃO, 2011; FEITOSA; SOBRAL; JESUS, 2015).

### 6.3 Dados da Realidade Regional e Técnicas Estatísticas

Segundo Magnusson, Mourão e Costa (2005), delinear uma amostragem é coletar dados de forma a ter uma boa chance de tomar uma decisão. Neste sentido, o delineamento amostral pode ser tão crítico, que pequenas diferenças nos procedimentos de amostragem podem torná-la inapropriada, a ponto de não responder a determinada questão (p. 6).

Para o presente estudo, delinear a amostra, com base nos 1.794 municípios do NEB, a princípio, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2019, contemplando-se:

- a) Casos notificados de Dengue<sup>12</sup>, por distribuição mensal e anual, entre janeiro de 2001 a dezembro de 2017, junto ao Serviço Único de Saúde – SUS, via Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Departamento de Informática do SUS – SINAN-Net/DATASUS<sup>13</sup>, do Ministério da Saúde – MS. Informações adicionais sobre outras doenças infectoparasitárias também foram coletadas, com a finalidade de compreender algumas associações, tanto à dengue, quanto às demais variáveis ambientais;
- b) Variáveis Climáticas sobre temperatura (TEMP) e precipitação (PRP), por distribuição mensal e anual, entre janeiro de 2000 a dezembro de 2015, via Observatório de Clima e Saúde<sup>14</sup>, do Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz – ICICT/FIOCRUZ, do MS;
- c) Populacional total de residentes (POP), por distribuição anual, entre 2001 e 2019, sendo os anos de 2000 e 2010, coletados via Censo, e os demais anos por estimativa, todos extraídos do Sistema de Recuperação Automática do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – SIDRA/IBGE<sup>15</sup>;
- d) Indicadores de Saneamento sobre água e esgoto (AE), a partir de 2001; enquanto sobre resíduos sólidos (RS), a partir de 2002. Todos com distribuição anual, até o ano de 2018,

---

<sup>12</sup>No Brasil, os casos de dengue nos Órgãos Públicos de Saúde são notificados para fins de controle, estatística, estudos, bem como para vigilância epidemiológica. A notificação oportuna destes casos é medida essencial para que a vigilância seja capaz de acompanhar o padrão de transmissão da doença numa determinada área, a partir da elaboração da curva endêmica. Todos os casos suspeitos (sendo ou não confirmados) de dengue devem ser, obrigatoriamente, notificados ao SVS do Município (embora nem todos sejam computados, gerando subnotificações). Para isto, há um sistema informatizado no SUS, chamado Sistema de Informações Nacional de Agravos de Notificação (SINAN), o qual tem como objetivo coletar, transmitir e disseminar dados gerados rotineiramente pelo Sistema de Vigilância Epidemiológica, nas três esferas do Governo, por intermédio de uma rede informatizada, para apoiar o processo de investigação e dar subsídios à análise das informações epidemiológicas das doenças de notificação compulsória, conforme SVS (BRASIL, 2006).

<sup>13</sup>Disponível em: <<https://bit.ly/2oP0Hmq>>. Acesso em: 01 dez. 2019.

<sup>14</sup>Disponível em: <<https://bit.ly/2Js8BbQ>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

<sup>15</sup>Disponível em: <<https://bit.ly/2O4Exb4>>. Acesso em: 01 dez. 2019

extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS<sup>16</sup>, do Ministério das Cidades – MCID: Índice de macromedicação (IN011AE), Índice de faturamento de água (IN028AE), Índice de atendimento total de água (IN055AE), Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (IN056AE), Total de RDO coletado por associações de catadores parceiras da prefeitura (CO043), Valor contratual do serviço de coleta seletiva porta a porta contratado pelas associações de catadores (CS058), Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana (IN006RS), Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (IN015RS);

Ainda sobre o SNIS, coletamos indicadores sobre Políticas Públicas, para os anos de 2017 e 2018, dispostos sob forma de questionário, com respostas “sim” e “não”, que foram categorizados, “1” e “0”, respectivamente; a fim de analisarmos suas correlações àquelas IDmed, pelo Determinante de Pearson e também por MLG (método de ligação binomial negativo). As variáveis encontram-se destacadas na Tabela 11 (ANEXO A).

- e) Informações socioeconômicas dos Censos realizados em 2000 e 2010 pelo IBGE, extraídas via ATLAS BRASIL 2013<sup>17</sup>: População residente na área rural (PRUR); Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM); % da população em domicílios com energia elétrica (T\_LUZ), com banheiro e água encanada (BAN\_AG) e com coleta de lixo (T\_LIXO); Dimensão de Educação do IDHM (IDHM\_E); Taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais (ANA18M); % de 18 a 24 anos no ensino fundamental (FUN1824), no ensino médio (MED1824) e no Ensino Superior (FLSUP); Dimensão de Renda do IDHM (IDHM\_R); Renda per capita média dos 20% mais pobres (RDPC1), dos 40% mais pobres (RDPC2), dos 60% mais pobres (RDPC3), dos 80% mais pobres (RDPC4), dos 20% mais ricos (RDPC5); % de pobres (PMPOB) e de extremamente pobres (PIND); Dimensão de Longevidade do IDHM (IDHM\_L); Razão de dependência (RZDEP); taxa de envelhecimento (T\_ENV) e Esperança de vida ao nascer (ESPVD);
- f) Número médio de cisternas (CIST) instaladas entre 2018 e 2019 pelo Programa Social Cisternas, da Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SESAN), pertencente ao extinto Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome

<sup>16</sup> Disponível em: <<https://bit.ly/31eovOH>>. Acesso em: 01 dez. 2019

<sup>17</sup> Disponível em: <[atlasbrasil.org.br/2013/](https://atlasbrasil.org.br/2013/)>. Acesso em: 12 jan. 2020.

(MDS), atual Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), via Portal de dados abertos do Governo Federal.

Com isto, constituiu-se o estudo de 35 variáveis, dispostas na Tabela 11 do Anexo A.

Após a coleta dos dados, com o intuito de normalizar o tamanho da população e manter uma mesma escala de distribuição, dividimos os casos notificados de dengue pelo tamanho populacional por município, a cada ano, e multiplicados por 100 mil. Com isto, extraímos as taxas de incidência de dengue (casos por 100 mil hab.), que foram, em seguida, classificadas por categoria de risco: baixa (0 a 99 casos por 100 mil hab.), média (100 a 299 casos por 100 mil hab.) e alta (acima de 299 casos por 100 mil hab.), conforme PNCD (BRASIL, 2009).

Extraímos também as médias para cada uma das variáveis, a fim de correlacionar as IDmed (entre 2001 e 2017) às demais variáveis, primariamente pelo Determinante de Pearson; e, após, por correlação espacial via Índice de Moran e Mapa de Risco em Excesso (ERM);

A posteriori, considerando-se que as análises estatísticas devem refletir não somente as variações ambientais, mas também as interações biológicas, verificamos a qualidade da informação, ou seja, o quanto esta se faz suficiente (MAGNUSSON; MOURÃO; COSTA, 2015, p. 52). Neste sentido, aplicamos alguns testes estatísticos espaciais entre as médias sobre incidências de dengue e variável associada.

### 6.3.1 Testes Estatísticos Espaciais

Realizamos os testes pelo programa GeoDa, para análise da dependência espacial e de outros diagnósticos comumente empregados em análise espacial, abaixo descritos:

#### a) Aleatoriedade:

O primeiro passo em estudos exploratórios em análise espacial é testar a hipótese de que os dados espaciais sejam distribuídos aleatoriamente. Intuitivamente, aleatoriedade espacial significa que os valores de um atributo numa região não dependem dos valores deste atributo nas regiões vizinhas (ALMEIDA, 2012). Para a referida análise, utilizamos o modelo espacial clássico linear pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), disponível no GeoDa, e definido por:

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

Sendo  $\beta$  's os coeficientes de regressão e  $\varepsilon$  é o termo de erro não observado ou resíduo.

Na regressão clássica, Bailey e Gatrell (1995), contextualizam que o MQO provê um modelo no qual o valor gerado é a soma dos quadrados dos erros. Além disso, para efetuar inferências, é necessário que os erros tenham uma distribuição normal, média zero e variância ( $\sigma^2$ ) constante e independente entre si.

Há diferentes formas para introduzir explicitamente efeitos espaciais em modelos de regressão, sendo comumente aplicado o modelo com efeitos espaciais globais, que tem como objetivo capturar a estrutura de correlação espacial em um único parâmetro e adicioná-lo no modelo de regressão clássico, o que pode ser feito através do modelo Spatial LAG Model (SAR), ou ainda pelo modelo Spatial Error Model (CAR) (BAILEY; GATRELL, 1995). O primeiro considera a correlação espacial da variável dependente; enquanto o segundo, os efeitos de autocorrelação dos erros aleatórios (CÂMARA *et al.*, 2005).

Por conseguinte, testamos a hipótese de ausência de autocorrelação espacial em função de defasagem ou erro. Para isto, aplicamos as estatísticas do Multiplicador de Lagrange de defasagem espacial robusto ( $\sigma^2 ML_\rho$ ) e do Multiplicador de Lagrange de erro espacial robusto ( $ML_\lambda$ ) (BAILEY; GATRELL, 1995, ALMEIDA 2012). A partir dos ajustes produzidos, identificamos as variáveis que melhor expliquem as IDmed, a partir do uso de modelos de regressão, dispostos no Geoda, por autocorrelação espacial via SAR e CAR e, ainda, pelo diagnóstico OLS (Ordinary Least Square), que não utiliza a autocorrelação espacial na sua predição ( $R^2$ , AIC, BIC e Log *linkeding*), todos produzidos pelo método MQO (BAILEY; GATRELL, 1995, ALMEIDA 2012).

#### b) Multicolinearidade

O teste permitirá avaliarmos se dengue (variável dependente) se mantém altamente correlacionada às demais variáveis (independentes), ou seja, se há grandes variações das estimativas e baixa significância dos coeficientes, embora a regressão possa ter um bom ajuste ( $R^2$  alto com baixos valores de  $t$  é um indicador da presença de multicolinearidade). Via de regra, valores para número de condição acima de 30 são considerados suspeitos. Já um número de condição de 1 aponta uma total falta de multicolinearidade. Ressalta-se que o Geoda, por si só, informa sobre a presença de multicolinearidade, quando da aplicação do MQO.

#### c) Erros não-Normais

A maioria dos diagnósticos de regressão assume a distribuição do erro normal. É difícil avaliar até que ponto isso possa ser violado, pois os erros não devem ser observados. Via de regra, os testes de erros não-normais devem ser calculados a partir da regressão residual. Para

isto, aplicamos o Teste *Jarque-Bera*. Este assume que uma baixa probabilidade (*p*-valor) indica uma rejeição da hipótese nula do erro normal (JARQUE; BERA, 1980).

#### d) Heterocedasticidade

Há heterocedasticidade quando o erro de regressão aleatória não possui uma variância constante sobre todas as observações. Em análise espacial encontra-se frequentemente este problema, especialmente ao utilizar dados com unidades espaciais irregulares (como diferentes áreas), quando há diferenças regionais sistemáticas nas associações do modelo ou, ainda, quando há desvio espacial contínuo em seus parâmetros. Para isto, aplicamos os testes de Breusch-Pagan (1979), Koenker-Bassett (1982) e White (1980), descritos por MATTHEWS (2006). A hipótese nula desse teste é o coeficiente ser zero (condição de homocedasticidade).

### 6.4 Método de Análise dos Dados

Trata-se, primariamente, de uma análise exploratória de dados espaciais (AEDE) envolvendo as IDmed e variáveis climáticas e socioambientais associadas, a partir de seus referidos *clusters* espaciais, aqui tratados por “áreas de influência” ou áreas de risco.

De acordo com Anselin (1996) e Almeida (2012), faz-se necessário trabalhar com os efeitos provocados pela autocorrelação espacial, heterogeneidade espacial e também com a estrutura espacial em AEDE, a fim de explicar os fenômenos sob variabilidade espacial.

Segundo o MS (BRASIL, 2007a, p. 20), as principais áreas de aplicação da estatística espacial são o mapeamento de doenças, os estudos ecológicos, a identificação de aglomerados espaciais (cluster) e o monitoramento de problemas ambientais.

O mapeamento de doenças consiste na descrição do processo de distribuição espacial, visando a avaliar a variação geográfica na sua ocorrência para identificar diferenciais de risco, orientar a alocação de recursos e levantar hipóteses etiológicas. Os métodos têm como objetivo produzir um mapa “limpo”, sem o “ruído” gerado pela flutuação aleatória dos pequenos números, e controlando as diferenças na estrutura demográfica (BRASIL, 2007a).

Para isto, transformamos os casos de dengue em incidências, classificando-as por categoria de risco: baixa (0 a 99 casos por 100 mil hab.), média (100 a 299 casos por 100 mil hab.) e alta (acima de 299 casos por 100 mil hab.) , conforme PNCD (BRASIL, 2009).

Segundo Domingues (2017) os modelos espaciais permitem identificar clusters, padrões, relações, ou seja, propiciam analisar a distribuição da dengue na área de estudo; além de evidenciar as regiões de maior incidência e com quais variáveis se encontra mais relacionada.

O estudo também se caracteriza como do universo ecológico, pois visa ampliar o conhecimento sobre a relação entre a incidência de uma determinada doença, a dengue, e os potenciais fatores etiológicos, que possam vir a explicar as diferenças daquela incidência e, neste sentido, possibilitar seu controle e manutenção. Do ponto de vista estatístico, esses estudos ecológicos tomam por base modelos de regressão, a fim de explicar a variação na incidência da doença por meio de outras variáveis (BRASIL, 2007a, p. 20).

A escolha do nível da agregação espacial em estudos que tratam dos fatores associados ao dengue é um fator determinante sobre os resultados produzidos. Dependendo do nível de agregação da informação, esta pode ser homogeneizada ou produzir um mosaico com variadas informações, visto, respectivamente, sob o uso de ampla e pequena escala geográfica (FLAUZINO *et al.*, 2009).

Alguns conceitos estatísticos fundamentais definem os problemas metodológicos tratados pela estatística espacial, como o entendimento da noção de sua dependência e estacionariedade (BRASIL, 2007a). No tocante à dependência espacial, sua quantificação se dá através de funções como a de autocorrelação espacial (BRASIL, 2007a, p. 23). Neste sentido, utilizamos os testes de Moran e das estatísticas do Multiplicador de Lagrange (ML) nos resíduos da equação estimada, via MQO (ALMEIDA, 2012).

Por fim, o estudo irá envolver uma exploração detalhada de mapas, a fim de observar especificidades e, assim, possibilitar a construção de um arcabouço para estabelecer um delineamento sobre possíveis recomendações em políticas públicas no enfrentamento à Dengue, utilizando para isto da interpretação de imagens, por triangulação de métodos (MINAYO; ASSIS; SOUZA, 2005; MINAYO, 2012), considerando-se para a análise os aspectos climáticos e socioambientais sob as áreas de influência identificados, bem como, suas correlações, nível de similaridade, estimativas de risco produzidas.

#### 6.4.1 Análise de Dendrogramas Espaciais – Método Skater

A análise de agrupamento ou *cluster* compreende uma variedade de técnicas e algoritmos cujo objetivo é encontrar e separar objetos em grupos semelhantes com a referida determinação do coeficiente de similaridade.

Assim, dada uma amostra de  $n$  objetos (cada um medido conforme  $p$  variáveis), buscase classificá-los em grupos, a partir de classes homogêneas ou heterogêneas (BUSSAB; MIAZAKI; ANDRADE, 1990). A similaridade entre duas amostras ( $S_1$  e  $S_2$ ) será expressa como uma função da distância entre dois pontos representativos dessas amostras no espaço  $n$ -dimensional.

Neste estudo, aplicamos *Cluster Espacial* (VON LUXBURG, 2007; HAN; KAMBER; PEI, 2012; ANSELIN, 2020). Optamos pelo seu uso através da distância Euclidiana - descrita por Gauch (1982), conjuntamente ao método *Skater*, disposto no programa GeoDa (ANSELIN, 2020), para medir a similaridade ou dissimilaridade entre as amostras de dados,  $S_1$  e  $S_2$ . O classificador compara a distância Euclidiana das amostras de dados médios anuais agrupados por  $n$  variáveis em relação à média de cada agrupamento ou agrupamento, de acordo com:

$$d(S_1, S_2) = \left| \sum p_i (S_{ij(1)} - S_{ij(2)})^2 \right|^{1/2} \quad (2)$$

onde  $S_{ij}$  é uma dada variável, agrupada dois a dois,  $S_1$  e  $S_2$  (neste estudo, as médias sobre incidências de dengue e variáveis climáticas e socioambientais). Segundo Brower e Zar (1977), quanto menor a distância Euclidiana entre duas amostras, mais próximas elas estão, em termos de parâmetros quantitativos por classes; portanto, quanto menor a distância Euclidiana, maior a eficiência do procedimento.

Para validar a análise, optamos pelo uso acoplado dos  $z$ -valores padronizados (ANSELIN, 1995), oferecido pelo próprio GeoDa – ao implementar a análise. Este programa processa os resultados informando, sobre cada uma das partições sobre número de cluster escolhidos pelo usuário: os  $z$ -valores padronizados por variável selecionada (em cada *cluster*); além da soma dos quadrados: total, entre-*clusters* e dentro dos clusters (S.S.). Esta medida, em especial, auxilia a classificar os subgrupos formados, pois quanto menor o valor de S.S., melhor a associação das variáveis naquele subgrupo (ANSELIN, 2020).

Detalhamentos sobre a técnica, como suas propriedades matemáticas, encontram-se dispostas no tutorial de von Luxburg (2007); sendo também descritos por Han, Kamber e Pei (2012) e Anselin (2020).

#### 6.4.2 Modelo Linear Generalizado (MLG)

Nelder e Wedderburn (1972) introduziram os Modelos Lineares Generalizados (MLGs). Esta classe de modelos permite a uma determinada resposta, uma distribuição da família exponencial, que se estende a modelos capazes de ir além da resposta Gaussiana. MLGs consideram a independência entre as variáveis de ajuste em resposta à variável dependente.

De acordo com McCullagh e Nelder (1989), MLGs têm um algoritmo comum para a estimativa de parâmetros por máxima verossimilhança, que utiliza mínimos quadrados ponderados com uma variável dependente ajustada e não requer suposições preliminares a serem feitas do valor dos parâmetros. Um aspecto importante da generalização é a existência, em todos os modelos, de um preditor linear baseado em uma combinação linear de variáveis explicativas que podem ser contínuas ou categorizadas (ou mesmo uma mistura dos dois).

A suposição inicial para MLGs, segundo Nelder e Wedderburn (1972), é a existência de variáveis aleatórias independentes  $Y_i, \dots, Y_n$ , com médias  $\mu_i, \dots, \mu_n$ , respectivamente, e um conjunto de observações  $y_i, \dots, y_n$ , onde  $y_i$  é um dado da observação relacionado à variável aleatória  $Y_i$ . Tais observações representam as respostas de uma amostra, e  $\beta$  um vetor de parâmetros desconhecidos que se correlaciona às distintas variáveis explicativas  $x_i, \dots, x_n$  para cada uma das respostas da amostra.

Seja  $x$  a dada matriz do modelo, um vetor de  $y$  observações com  $n$  componentes assume ser um conjunto de variáveis aleatórias  $Y$  distribuídas independentemente e com média  $\mu$ . Logo, a relação entre as variáveis explicativas e a variável resposta pode ser expressa, em notação matricial, por:

$$Y = x\beta + \varepsilon \quad (3)$$

Onde, os componentes de  $Y$  são variáveis aleatórias independentes, normalmente distribuídas por  $E(Y) = \mu$  e variância ( $\sigma^2$ ) constante; o componente sistêmico é representado pelas covariâncias  $x_i, \dots, x_n$ , que produzem um preditor linear  $\zeta = \sum_{j=1}^n \beta_j x_j$ ; e a função de ligação entre os componentes aleatórios e sistemáticos é, de fato, a função identidade:  $\mu = \zeta$ .

Neste estudo, após caracterizado o risco de dengue associado variável socioambiental, levantamos as políticas públicas existentes sobre os municípios do NEB, dispostas em formato de questionário. Após, categorizamos tanto as IDmed (Alta Incidência = 1; Média ou Baixa = 0); quanto as respostas daqueles questionários (SIM = 1; NÃO = 0). Após, correlacionamos às IDmed aos questionários, com uso do Coeficiente de Correlação de Pearson e também por

MLG, a fim de compreender estas associações e, por conseguinte, propor possíveis recomendações em políticas públicas ao controle daquelas incidências de dengue.

Por MLG, testamos as políticas (variável explicativas) às IDmed (variável dependente), pelo método de ligação por distribuição binomial, *link logit*, via *R-Project*, com uso dos pacotes “MASS” e “readr”, sob a função:

$$y = glm(IDmed \sim P0001 + \dots + P0050, data = dados, family = binomial(link = logit)) \quad (4)$$

#### 6.4.3 Coeficiente de Correlação de Pearson

Utilizamos o "coeficiente de correlação produto-momento" ou simplesmente de " $\rho$  de Pearson" (PEARSON, 1901; FIGUEIREDO FILHO; SILVA JR., 2009) para medir a relação estatística da IDmed às demais variáveis estudadas e, a partir destas correlações, compará-las com as correlações espaciais produzidas pelos outros modelos, validando-se estas associações. Segundo Mukaka (2012), o Coeficiente de Correlação de Pearson permite medir o grau (e a direção, positiva ou negativa) da associação estatística entre duas variáveis de escala métrica, e é expresso por:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{COV(X,Y)}{\sqrt{var(X) \cdot var(Y)}} \quad (5)$$

onde  $x_i$  e  $y_i$  são as variáveis correlacionadas e  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  as médias aritméticas de ambas as variáveis. O valor de  $\rho$  varia apenas entre +1 e -1, e caracteriza uma correlação perfeita (de +1 ou -1), quando cada uma das variáveis é uma função monótona perfeita da outra. À medida que  $\rho$  se desloca para 0, a relação entre as duas variáveis será mais fraca.

Para sua aplicação, utilizamos o *R-Project*, sob a função: *cor.test* (IDmed,variavel\_resposta).

#### 6.4.4 Mapas Temáticos

Para modelagem de um determinado cenário são necessários mapas temáticos analíticos. Esses, por sua vez, são mapas estatísticos baseados em hierarquização e classificação de dados,

com o intuito de expressar a variabilidade temática de uma informação dentro do espaço investigado. No raciocínio analítico da cartografia temática, os mapas estáticos envolvem um comprometimento dirigido à análise do espaço geográfico, mobilizando procedimentos de classificação, de combinação e de busca das explicações sobre fatos ou fenômenos entrevistados na realidade (MARTINELLI; MACHADO HESSE, 2014).

Em virtude da complexidade dos estudos em saúde, as imagens são, em geral, potentes dispositivos para produzir reflexão crítica, além explicitar o que antes não era possível ser observado (TITTONI, 2015). Um dos diferenciais das modelagens pelos mapas é a crença na capacidade das imagens em demonstrar, conjuntamente, os componentes de uma certa situação-problema, considerando-se seu ordenamento, seu fluxo e seu encadeamento lógico (AUMONT, 1995; KELLOGG FOUNDATION, 2004; MARTINELLI; MACHADO-HESS, 2014).

Mapas temáticos contêm informações selecionadas sobre determinado fenômeno ou tema do espaço geográfico: aspectos naturais (relevo, vegetação, clima, etc.) ou sociais (população, urbanização, etc.). Nestes mapas a precisão planimétrica ou altimétrica tem menor importância, diante da relevância das suas representações, dentre as quais, a análise espaço-temporal da representação cartográfica de fenômenos dinâmicos<sup>18</sup> (MOREIRA; SENE, 2008).

De acordo com Catão (2011), as técnicas de geoprocessamento aumentam o poder de compreensão do fenômeno, mas somente a cartografia de síntese, a partir do conhecimento e da compreensão dos autores sobre o fenômeno pode elucidar o problema proposto, e garantir um salto qualitativo na análise. Espera-se, conforme sugerido por Catão (2011), que o mapeamento aponte os aspectos naturais e ou sociais que modulam a distribuição do dengue, e que tais aspectos se tornem visíveis através da cartografia (de síntese) apresentada.

Ainda segundo Catão (2011), estudos sobre espacialização da dengue devem considerar a análise do espaço urbano e seus componentes externos associados, dentre estes: fatores de barreira estrutural (clima, orografia, infraestrutura e participação popular) e conjecturais (como políticas locais e relações sociais); aspectos geográficos e da doença (como porta de entrada de sorotipos e vetores e distribuição regional da doença) e a estrutura dos serviços de saúde.

Mapas temáticos de risco de dengue utilizam, como base de agregação dos dados, diferentes ferramentas em AEDE, dentre as quais destaca-se a densidade Kernel, técnica de interpolação e alisamento para identificar locais sob maior densidade da doença, e que consiste

---

<sup>18</sup>A dinâmica da transmissão dos vírus do dengue é determinada pela interação do ambiente, do agente, da população de hospedeiros, e de vetores, que existem juntos num habitat específico. A magnitude e a intensidade irão definir a transmissão em uma comunidade, região ou país (OPAS, 1997, p. 19 apud CATÃO, 2011).

em uma função bidimensional dos eventos, formando uma superfície cujo valor é proporcional à intensidade das amostras por área (HONÓRIO *et al.*, 2009). Alguns autores fizeram uso da técnica para caracterizar o risco da dengue associado a fatores ambientais sobre o território brasileiro (SIMÕES, 2010; REITMAN; SOARES FILHO, 2015; BARBOSA *et al.*, 2017).

Neste estudo, utilizamos o ArqGis, para construirmos os mapas e, assim, analisarmos os municípios sob alto risco de incidência de dengue e impactos climáticos e socioambientais associados, considerando-se, para isto, aquelas sob maior resposta à dengue, a partir dos modelos matemáticos e estatísticos testados. Os pontos plotados foram suavizados (alisados) - através da ferramenta do ArqGis conhecida como “mapa de calor” - para formar manchas e, desta forma, caracterizar os *clusters* espaciais, evidenciando os municípios sob alto risco da doença e alta degradação climática e/ou socioambiental (exemplo, área de seca – baixa pluviosidade; ou sob falta de acesso a serviços básicos).

Conhecidos os *clusters*, aplicamos, secundariamente, o Índice de Moran, via GeoDA<sup>19</sup>, para análise bivariada daqueles *clusters* (sob efeito da dengue vs variável socioambiental). A partir da identificação destas *clusters*, analisamos as políticas públicas possivelmente recomendadas para melhoria da população atingida.

#### 6.4.5 Índice de Moran

Utilizamos o Índice Local de Moran (LISA), associado ao método dos  $k$  vizinhos mais próximos, a fim de validarmos as correlações tanto estatísticas (por Pearson e z-valor) quanto espaciais (pelo Índice de Moran Global - IGM), bem como para verificarmos as variáveis cruzadas mais eficientes.

Em análises de associação espacial, assumir uma estabilidade estrutural ou estacionariedade pode ser complexo, especialmente quando envolve um elevado número de dados e informações observacionais (ANSELIN, 1995). Neste sentido, o autor propõe o uso de LISA para testar a extensão da significância de um “*cluster*” com distribuição de valores próximos ou semelhantes.

Proposto por Anselin (1994), utiliza-se LISA para analisar a autocorrelação local e detectar objetos espaciais sob influência do IGM. Para isto, aplicamos a estimativa de segunda

---

<sup>19</sup>GeoDA - Multiplataforma para análise de dados espaciais. Versão 1.14.0 de 24 ago. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3cbKtat>>. Acesso em: 12 out. 2019.

ordem sobre o conjunto espacial de dados. Desta forma, enquanto LISA avalia a covariância entre as diferentes unidades de área, num determinado polígono, comparada à sua vizinhança, em função de uma dada distância  $d$  (aqui aplicada a Euclidiana), o IGM informa o nível de interdependência espacial entre todos os polígonos de dados, sendo que seu coeficiente de correlação varia de -1 a 1 (CRESSIE, 1993).

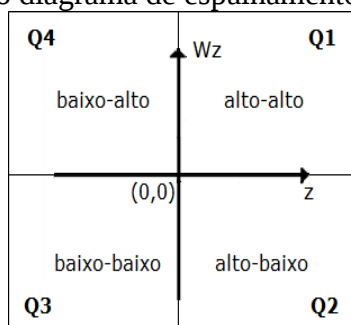
Para o teste, aplicamos a matriz de proximidade espacial (matriz de vizinhança que define os vizinhos em um certo polígono ou área) pelo método dos  $k$  vizinhos mais próximos (CÂMARA et al., 2002; BAUMONT, 2004). Ou seja, esta matriz usa a distância do centro do polígono de cada município em relação aos  $k$  municípios com menor distância geográfica.

Segundo Campos *et al.* (2013), quando se dispõe de elevado número de áreas, é possível que ocorram diferentes regimes de associação espacial e que apareçam máximos locais de autocorrelação espacial onde a dependência espacial é ainda mais evidenciada.

Consideramos também o diagrama de espalhamento (ou dispersão) de Moran, que representa uma forma alternativa de visualizar a dependência espacial existente no conjunto de dados (DRUCK *et al.*, 2004). Sendo assim, diante de uma autocorrelação espacial positiva entre as incidências de dengue e a variável ambiental testada, os *outliers* espaciais serão aqueles localizados nos quadrantes alto-baixo (Q2) e baixo-alto (Q4); enquanto as observações situadas nas associações alto-alto (Q1) e baixo-baixo (Q3) representam pontos de alavancagem, por definição, tratados como locais que exercem alta influência na determinação do grau de associação espacial, embora acompanhem a mesma associação espacial do restante dos dados (ANSELIN, 1996 ; CAMPOS *et al.*, 2013).

Logo, municípios sob efeito “alto-alto” (em vermelho) terão alta incidência de dengue, circunvizinhos àqueles sob altas taxas da variável ambiental correlacionada; enquanto aqueles sob efeito baixo-baixo (em azul escuro), baixa incidência circunvizinhos a municípios sob baixa intensidade daquela variável ambiental testada.

Figura 2. Esquema explicativo do diagrama de espalhamento de Moran.



O teste forneceu também a significância estatística dos municípios classificados por LISA, sob quatro grupos distintos: a) não significantes; e com significância: b)  $\geq 0,05$  ; c)  $\geq 0,01$ ; e d)  $\geq 0,001$  (ANSELIN, 1994; 1995). Segundo Campos (2003), uma vez determinada a significância, é possível tratar as áreas identificadas como “bolsões” de não-estacionariedade, por apresentarem dinâmica espacial própria, e merecerem, assim, análise detalhada.

#### 6.4.6 Mapa de Risco em Excesso (ERM)

O risco excessivo ou relativo é uma forma de taxa padrão de morbimortalidade (SMR) frequentemente usada na saúde pública, estimada como a razão da taxa observada para a taxa esperada. A taxa esperada é a taxa média para toda a população em risco em cada localidade, que é calculada como a razão da soma de todos os eventos em todos os locais para a soma de todas as populações em risco (ANSELIN, 2003; 2005).

Os mapas de risco em excesso são baseados em proporções entre a contagem real e a esperada de eventos (ou sua diferença). As contagens de eventos esperadas são calculadas como o produto entre uma medida de proporção (por exemplo, número de mortes por dengue sobre a população total) e o risco geral médio na região do estudo. Logo, os mapas de risco em excesso apenas redimensionam a taxa bruta e determinam a sua magnitude, e não a ordem dos dados originais. Outrossim, embora estes mapas estejam listados no GeoDa como opção de suavização, na verdade, eles são baseados em redimensionamento (ANSELIN, 2003; 2005).

Com isto, elaboramos os Mapas de Risco em Excesso (ERMs) das IDmed (variável de evento) em função de cada variável socioambiental testada (variável de base). Desta forma, o GeoDa evidenciou em cada mapa gerado, o grau de risco da doença (de 1 a 4) espacialmente suavizado, quantificando o número de municípios do NEB atingidos por aquele risco.

Em suma, os mapas de risco excessivo visualizam até que ponto a taxa em um município excede ou está abaixo do risco médio que seria observado naquele município; porém, esses mapas não fornecem, em relação ao teste, informações sobre a significância estatística das taxas evidenciadas por município aferido.

## 7. PERCURSO E CARACTERÍSTICAS DO CONHECIMENTO CONSTRUÍDO

Neste capítulo serão discutidos os resultados e discussões da pesquisa, sendo dispostos, no Apêndice: (A) as dificuldades encontradas nesta pesquisa, além da (B) trajetória e (C) produção científica do autor.

### 7.1 Resultados e Discussões

Iniciamos esta pesquisa com dados somente das capitais; contudo, por se tratar de evidenciar as áreas de risco de dengue sob influência das variáveis socioambientais, em escala espacial, verificamos que isto seria somente possível ao cruzar as informações de certa cidade às suas circunvizinhas. Logo, optamos por ampliar a distribuição amostral sobre os 1.794 municípios do Nordeste Brasileiro (NEB), o que, de fato, veio a enriquecer o trabalho e trazer significativas contribuições à respeito, especificamente, daquelas áreas sob alto risco de dengue e, com isto, propormos recomendações para políticas públicas à doença relacionadas.

#### 7.1.1 Análise da Dengue

##### 7.1.1.1 Casos de Dengue

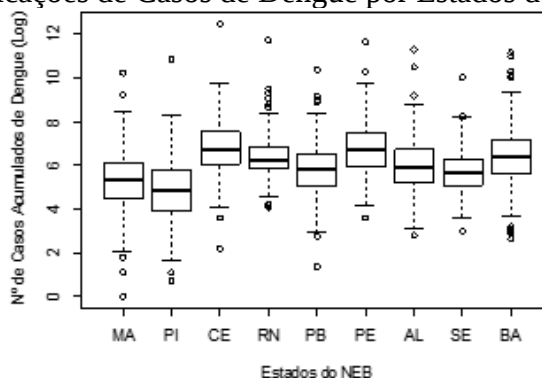
No NEB, entre janeiro de 2001 e dezembro de 2017, houve 2.703.130 (média anual de 159.007,6) notificações de casos de dengue registrados junto ao SINAN-Net – DATASUS. De acordo com estes registros, o ano de 2015 (332.264 casos) foi o mais epidêmico, seguido de 2016 (319.183), 2002 (267.746), 2012 (217.072) e 2008 (179.784), nesta ordem decrescente. Considerando-se os casos encontrados em 2015 e 2016 como um único evento epidemiológico, os picos ocorreram, em média, a cada 4,3 anos.

Em relação à distribuição destes casos por Estados, a maioria ocorreu na BA; (24,26%), seguido do CE (21,41%), PE (17,32%), RN (11,46%), AL ( 7,65%), PB (6,8%), MA (4,49%), PI (4,23%), e SE (2,39%). Sobretudo, observam-se as maiores médias no CE e PE (Figura 3).

Quanto aos municípios, destacou-se Fortaleza-CE, com 10,04% do total; seguido de Natal-RN (4,6%), Recife-PE (4,25%), Maceió-AL (3,08%), Salvador-BA (2,71%), Itabuna-BA (2,27%), Teresina-PI (1,98%), Arapiraca-AL (1,39%), João Pessoa-PB (1,19%), Jaboatão dos Guararapes-PE (1,11%), Ilhéus-BA (1,1%), São Luís-MA (1,05%), Feira de Santana-BA (0,94%), Aracaju-SE (0,85%), Jequié-BA (0,83%), Cabo de Santo Agostinho-PE (0,62%), Olinda-PE (0,62%).

Os menores registros destes casos ocorreram em municípios do MA (Bacurituba, Marajá do Sena, Serrano do Maranhão, Palmeirândia, São João do Cairu, São Vicente Ferrer, São João Batista) e do PI (Pedro Laurentino, Aroeiras do Itaim, São Miguel do Fidalgo, Lagoa do Piauí, Queimada Nova, Vera Mendes, Nova Santa Rita).

Figura 3. Totais de Notificações de Casos de Dengue por Estados do NEB, entre 2001 e 2017.



Fonte: O autor, 2019.

Fonte dos Dados: SINAN-Net – DATASUS/MINISTÉRIO DA SAÚDE.

A doença vem se acentuando nos últimos anos, com um aumento de 51,43%, de 2001-2009 para 2009-2017, respectivamente, 1.041.844 e 1.577.684 casos totais notificados.

Quanto à sua distribuição sazonal, no Brasil, atinge pico em março decrescendo gradativamente até setembro, mês em que ocorre o menor número de casos, enquanto no NEB, respectivamente, em abril e outubro.

#### 7.1.1.2 Informações sociais dos indivíduos notificados

A Tabela 1 apresenta a distribuição dos casos prováveis de dengue notificados junto ao SUS, com referidas informações sociais dos indivíduos infectados, no período de 2001 e 2017, tanto no território brasileiro quanto no NEB, com 11.070.522 e 2.711.152 casos,

respectivamente. No estudo, descartamos 8.022 casos ignorados encontrados no NEB, por não se mostrarem associados a nenhum município, mantendo-se apenas os 2.703.130 casos confirmados.

A respeito das informações sociais dos indivíduos com dengue, notificados junto ao SUS, houve uma prevalência sobre o sexo feminino, tanto em relação ao território brasileiro quanto no NEB, respectivamente, de 55,80% e 57,79%. Outrossim, a classificação de gênero foi a que apresentou o menor índice de registros ignorados ou ausentes. Neste sentido, ressalta-se a fragilidade institucional na orientação, seja à população, seja aos responsáveis, para o relevante preenchimento das informações e consecutiva alimentação do banco de dados, haja vista o alto índice de informações ignoradas ou em branco acerca de etnia e de escolaridade par ambas as regiões.

No tocante à escolaridade (variável com maior percentual de dados faltantes, tanto no Brasil quanto no NEB, de 54,57% e 54,05%, respectivamente), as amostras evidenciaram predomínio da dengue, no Território brasileiro em indivíduos com 4 a 7 anos de estudo concluídos (12,69% dos indivíduos notificados); enquanto, no NEB, em indivíduos com 8 a 11 anos de estudo (17,09%), ou seja, por anos de ensino, subentende-se que a maioria são indivíduos com ensino médio (Tabela 1).

Quanto à faixa etária, a doença prevalece em indivíduos entre 20 e 39 anos de idade, seguidos daqueles entre 40 e 59 anos, totalizando índices de 63,37% no território brasileiro e de 59,86% no NEB. Já em relação à etnia, ao desconsiderar os casos ignorados, observa-se prevalência da doença em indivíduos brancos e pardos, no território brasileiro; enquanto, no NEB, em pardos (Tabela 1).

Logo, concluímos que o perfil social da dengue no NEB prevalece em indivíduos do gênero feminino, na faixa etária entre 20 e 39 anos, com 4 a 7 anos de estudos concluídos e de etnia parda, indo ao encontro de Silva e Machado (2018).

Tabela 1. Totais de casos notificados de Dengue, e seus percentuais, sobre informações sociais dos indivíduos notificados com a doença, no período de 2001 a 2017, para o Território brasileiro e sua Região Nordeste.

| Variáveis do Estudo                       | Municípios do NEB    |              | Municípios brasileiros |              |
|-------------------------------------------|----------------------|--------------|------------------------|--------------|
|                                           | n° de registros      | %            | n° de registros        | % Den        |
| *Casos totais de Dengue Notificados (Den) | 2.711.152            | <b>Den</b>   | 11.070.522             |              |
| Ign./não preenchido                       | 1.479.546            | <b>54,57</b> | 5.983.365              | <b>54,05</b> |
| Analfabetos                               | 71.570               | 2,64         | 143.533                | 1,30         |
| <b>Escolaridade</b>                       | 1-3 anos concluídos  | 5,78         | 539.538                | 4,87         |
|                                           | 4-7 anos concluídos  | <b>12,69</b> | 1.335.489              | 12,06        |
|                                           | 8-11 anos concluídos | <b>12,35</b> | 1.892.470              | <b>17,09</b> |

|                     |                     |           |              |           |              |
|---------------------|---------------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
|                     | 12+ anos concluídos | 67.817    | 2,50         | 455.060   | 4,11         |
|                     | Não se aplica       | 256.612   | 9,47         | 721.067   | 6,51         |
| <b>Faixa Etária</b> | Ign./em branco      | 6.857     | 0,25         | 34.730    | 0,31         |
|                     | <1 ano              | 52.593    | 1,94         | 147.927   | 1,34         |
|                     | 1 a 4               | 115.201   | 4,25         | 311.756   | 2,82         |
|                     | 5 a 9               | 184.948   | 6,82         | 572.900   | 5,18         |
|                     | 10 a 14             | 234.947   | 8,67         | 889.423   | 8,03         |
|                     | 15 a 19             | 283.031   | 10,44        | 1.143.576 | 10,33        |
|                     | 20 a 39             | 1.059.456 | <b>39,08</b> | 4.365.939 | <b>39,44</b> |
|                     | 40 a 59             | 563.444   | <b>20,78</b> | 2.649.186 | <b>23,93</b> |
|                     | 60 a 64             | 72.772    | 2,68         | 353.045   | 3,19         |
|                     | 65 a 69             | 53.394    | 1,97         | 247.083   | 2,23         |
|                     | 70 a 79             | 60.876    | 2,25         | 268.000   | 2,42         |
|                     | 80 ou mais          | 23.509    | 0,87         | 86.518    | 0,78         |
| <b>Etnia</b>        | Ign./não preenchido | 1.202.962 | <b>44,37</b> | 4.654.281 | <b>42,04</b> |
|                     | branca              | 338.643   | 12,49        | 2.952.744 | <b>26,67</b> |
|                     | preta               | 86.298    | 3,18         | 401.694   | 3,63         |
|                     | amarela             | 19.503    | 0,72         | 83.439    | 0,75         |
|                     | parda               | 1.056.931 | <b>38,98</b> | 2.949.936 | <b>26,65</b> |
|                     | indígena            | 6.815     | 0,25         | 28.428    | 0,26         |
| <b>Sexo</b>         | Ign./em branco      | 3.210     | 0,12         | 14.959    | 0,14         |
|                     | masculino           | 1.141.044 | 42,09        | 4.878.479 | 44,07        |
|                     | feminino            | 1.566.898 | <b>57,79</b> | 6.177.084 | <b>55,80</b> |

Fonte: O autor, 2018.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net – DATASUS/MINISTÉRIO DA SAÚDE).

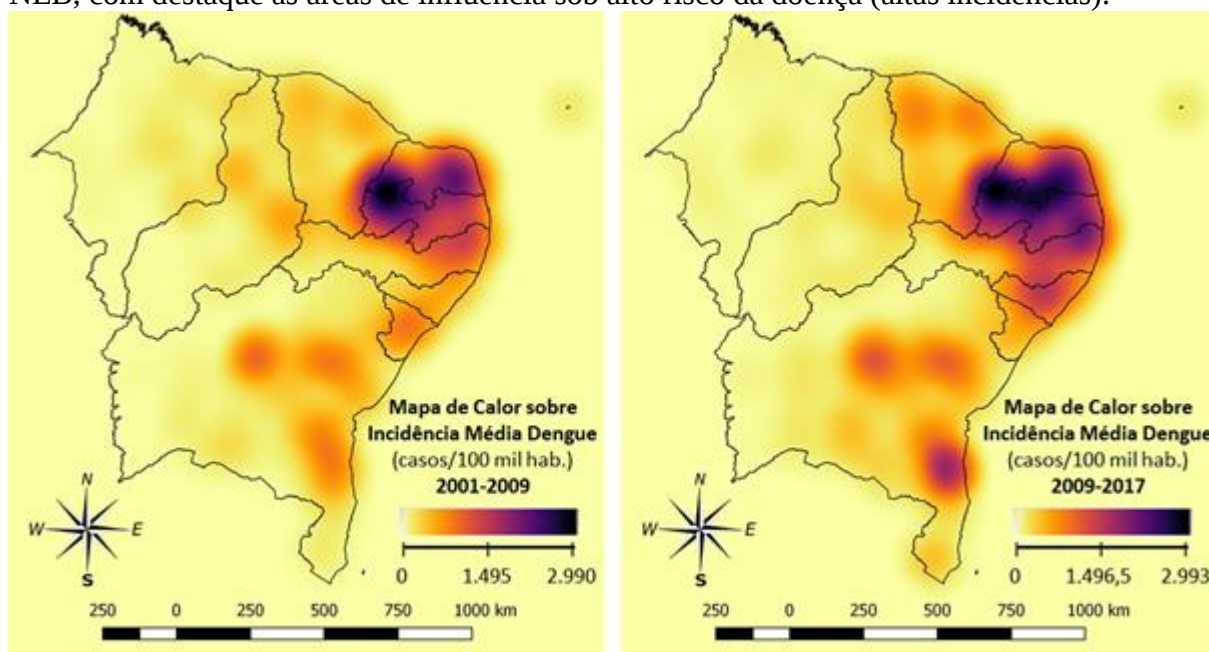
### 7.1.1.3 Incidências de Dengue e suas Áreas de Influência

O NEB vem apresentando uma intensificação de suas incidências de dengue (nº de casos/100 mil hab.), ao longo do período, com uma taxa média mensal de 243,5 casos/100 mil hab., entre 2001-2009; passando a 284,6 casos/100 mil hab., entre 2009-2017, indo ao encontro do aumento revelado pelos casos, nos períodos.

A Figura 4 apresenta os Mapas de Calor sobre as incidências médias de dengue, conforme períodos anteriormente destacados, os quais revelam as áreas de influência (*buffer*) sob alto risco à dengue, com foco no RN, principalmente junto aos seus limites territoriais com a PB, para o período 2001-2009, conforme Figura 4A; e que, sobretudo, intensificam-se, entre 2009-2017, com o surgimento de um *hotspot* ao sul da BA e outro na porção central de AL, ambos próximos ao litoral, Figura 4B. Ao comparar os períodos, evidencia-se uma intensificação das altas taxas de incidência (( $TI \geq 300$ )), em 2009-2017, principalmente em AL,

conforme Figura 4B; embora, haja um foco permanente destas epidemias nos Estados do RN, PE e PB, bem como na porção Centro-Sul da BA, em ambos os períodos, Figs. 4A e 4B.

Figura 4. Mapas de Calor sobre incidências médias de dengue sobre os 1.794 municípios do NEB, com destaque às áreas de influência sob alto risco da doença (altas incidências).



(a)

(b)

Legenda: Incidências médias de dengue para período de: (A) 2001-2009 e (B) 2009-2017

Fonte: O autor, 2019.

Fonte dos Dados: SINAN-Net – DATASUS/MINISTÉRIO DA SAÚDE.

Entre 2001 e 2009, o município de Ubaí-BA apresentou a maior taxa de incidência de dengue anual máxima, com 2.990,9 casos/100 mil hab.; embora também houvesse altas taxas em Emas-PB, Fernando de Noronha-PE, Galinhos-RN, Viçosa-RN, Carrapateira-PB, Nova Fátima-BA, Pedra Preta-RN, Rafael Fernandes-RN, Francisco Dantas-RN, Caiçara do Rio do Vento-RN, Olho D'água-PB, Barra do Mendes-BA, Monteiro-PB, Angicos-RN, Pilões-RN, São José do Seridó-RN, Presidente Dutra-BA, Jardim de Angicos-RN, Taboleiro Grande-RN, Nova Iorque-MA, Lafaiete Coutinho-BA, Santa Helena-PB, Belém do Brejo do Cruz-PB, João Dourado-BA, Itabuna-BA.

Já, entre 2009 e 2017, observou-se a maior taxa de incidência em Cruzeta-RN, com 2.993,1 casos/100 mil hab.; destacando-se, ainda: Pau dos Ferros-RN, Itabuna-BA, Rafael Fernandes-RN, Ibicaraí-BA, Fernando de Noronha-PE, Guamaré-RN, Monte Horebe-PB, Jardim do Seridó-RN, Monteiro-PB, São José da Vitória-BA, Canarana-BA, Parelhas-RN, São Gabriel-BA, Arapiraca-AL, São José do Seridó-RN, Carnaúba dos Dantas-RN, Zabelê-PB.

Quanto à distribuição das incidências de dengue, em função dos meses, entre janeiro de 2001 a dezembro de 2017, sua ocorrência é frequente durante o decorrer de todo o ano, com picos em abril/maio, e mínimos entre setembro e dezembro, quando as taxas voltam a se elevar. Em relação às altas incidências ( $TI \geq 300$ ), é distribuída no decorrer de todo o ano, com maiores médias entre novembro e março; e mínimos em junho. Já em relação às taxas médias ( $100 \geq TI \geq 299$ ), não há quase variação destas distribuições ao longo do ano, embora se observem as menores médias nos meses de agosto, setembro e novembro.

Quanto à sua distribuição pelos Estados do NEB, evidencia-se o RN e o CE com maiores taxas; enquanto as menores no PI e MA. No tocante ao risco, a partir de médias extraídas para período de 2001 a 2017, houve no RN e na PB predomínio de altas taxas ( $TI \geq 300$ ), sobre 70,66% e 43,5% de seus municípios, respectivamente; enquanto no MA, baixas taxas ( $TI < 100$ ), observado em 61,75% de seus municípios; prevalecendo, nas demais UFs, taxas médias ( $100 \geq TI \geq 299$ ), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição das IDmed (2001-2017) por Estados do NEB; com percentual de municípios classificados pelo risco da doença, conforme PNCD (BRASIL, 2009).

| UF<br>NEB | Nº<br>municípios | % municípios classificados por IDmed |       |       |
|-----------|------------------|--------------------------------------|-------|-------|
|           |                  | Alta                                 | Média | Baixa |
| MA        | 217              | 1,84                                 | 36,41 | 61,75 |
| PI        | 224              | 9,82                                 | 48,66 | 41,52 |
| CE        | 184              | 38,59                                | 48,91 | 12,50 |
| RN        | 167              | 70,66                                | 25,75 | 3,59  |
| PB        | 223              | 43,50                                | 40,36 | 16,14 |
| PE        | 185              | 31,89                                | 53,51 | 14,59 |
| AL        | 102              | 20,59                                | 49,02 | 30,39 |
| SE        | 75               | 10,67                                | 54,67 | 34,67 |
| BA        | 417              | 32,37                                | 42,93 | 24,70 |

Fonte: O autor, 2019.

Fonte dos Dados: SINAN-Net – DATASUS/MINISTÉRIO DA SAÚDE.

Alguns autores apontam Fortaleza-CE como um dos municípios do Nordeste com maiores casos de dengue. De acordo com o Magalhães e Zanella (2013), entre 2001 e 2009, o número de casos de dengue na Região Metropolitana de Fortaleza representou 64,58% do total de casos do Estado.

Segundo Oliveira, Araújo e Cavalcanti (2018), de 2001 a 2012, notificaram-se 194.446 casos suspeitos de dengue, em Fortaleza-CE, destacando-se, como epidêmicos, os anos de 2001, 2006, 2008, 2011 e 2012. Os autores apontam, ainda, um aumento progressivo de suas incidências (587,0/100 mil hab. [2001] e 1.561,1/100 mil hab. [2012]), com cocirculação de até

três sorotipos virais; além de elevada infestação vetorial, especialmente em depósitos para armazenamento de água.

Os picos de 4,3 anos encontrados corroboram com os achados de Silva, Karam e Machado (2018), sobre dados mensais, nas capitais do NEB, de 2001 a 2012, via *wavelets*, em não demonstrados nesta Tese, que evidenciaram picos médios com ocorrência de 3,6 a 4,6 anos.

No tocante ao perfil social da dengue identificado sobre o NEB, segundo censo demográfico do IBGE (BRASIL, 2010), esta Região é predominantemente parda (62,5%), seguida por brancos (29,2%) e com a menor expectativa de vida do país, nos últimos 70 anos.

Ribeiro *et al.* (2006), embora tenham analisado o perfil da dengue em São Sebastião-SP, evidenciaram ser o gênero feminino o mais acometido ( $n = 969$ ; 60%), e ambos os sexos com predominância nas faixas etárias entre 20 e 29 e 30 e 39 anos, corroborando para os resultados aqui descritos.

No que diz respeito às Incidências de dengue, sua distribuição no NEB segue um padrão sazonal que se perdura a mais de 20 anos, como apontou, na época, Merchán-Hamann (1997). Segundo o autor, as epidemias aumentam ao longo do primeiro semestre para depois declinar no segundo, com uma média de 14,7% dos casos nos três primeiros meses, aumentando para 22,6% em abril, atingindo o ápice em maio, com 35,2% dos casos, quando há um declínio rápido (14,7% dos casos em junho; 6,9% em julho e 3,4% em agosto), para estabilizar-se, nos meses seguintes, a uma média de 2,5% dos casos.

Quanto às áreas de influência, identificadas pelos *hotspots* nos Mapas de calor, os resultados aqui encontrados se aproximam dos achados por Merchán-Hamann (1997), o qual explicitou um maior número de casos no RN, PE, PB e BA.

Souza (2018), ao analisar a distribuição espaço-temporal da dengue no NEB, evidenciou que o Norte e o Sul do Semiárido estão entre as áreas que apresentaram as maiores taxas de incidência de dengue ( $TI \geq 300$ ). As imagens geradas por *Grade of Membership* (GoM) revelaram, 41,3% de predominância em áreas nos Estados do CE, PB, RN e BA, onde se concentraram as maiores taxas ( $TI \geq 300$ ), consideradas *hotspots* da dengue neste estudo.

Silva (2014), ao analisar os aspectos socioepidemiológicos no Estado do RN, evidenciou serem as microrregiões de Pau dos Ferros, Umarizal e Seridó Oriental e Ocidental as que apresentam maior risco a doenças como dengue e leishmaniose, causa direta dos elevados indicadores de vulnerabilidade observados nestas microrregiões, em 2010, inclusive com maior risco à seca; indo ao encontro das áreas de risco, dentro do RN, aqui identificadas.

Diante deste cenário, questiona-se sobre as possíveis variáveis socioambientais envolvidas ao risco de dengue; além do nível destas associações e municípios mais impactados.

### 7.1.2 Associações da Dengue às Variáveis Climáticas e Socioambientais

#### 7.1.2.1 Análise Estatística pelo Coeficiente de Correlação de Pearson

A Tabela 3 apresenta os resultados das correlações do Determinante de Pearson entre as IDmed e as variáveis socioambientais estudadas, a partir de seus valores médios, sobre períodos anuais de coleta, junto aos municípios do NEB.

O teste revelou não haver significância nas associações entre as IDmed ao valor contratual do serviço de coleta seletiva porta a porta contratado pelas associações/cooperativas de catadores ( $p$ -valor = 0,4162); bem como, à quantidade de resíduos domésticos coletados por cooperativas ou associações de catadores que tenham parceria com a prefeitura ( $p$ -valor = 0,1278) e à temperatura ( $p$ -valor = 0,1535). Todas as demais correlações se mostraram altamente significativas a 99,99% ( $p$ -valor < 0,001).

Dentre as variáveis testadas, destacou-se a precipitação acumulada, com resposta negativa de 30,32% às IDmed, ou seja, quanto maior a ocorrência de chuvas, menores as taxas de incidência da doença.

Quanto ao nível de escolaridade, houve maior resposta de IDmed à proporção de indivíduos que frequentam o ensino médio, seguido daqueles no ensino fundamental, ambos testados sobre a faixa etária de 18 a 24 anos de idade, respectivamente 28,86% e 22,63%. Observa-se menor resposta ao percentual de indivíduos no ensino superior, passando a valores negativos quando associada ao percentual da população analfabeta, ambos testados em relação à proporção de indivíduos na faixa etária de 18 ou mais, respectivamente 21,63% e -14,16%.

Quanto à renda, as IDmed obtiveram melhor resposta à proporção dos 60% mais pobres da população (em 25,97%); seguido dos 80%, 40% e 20% mais pobres, respectivamente, em 24,6%, 25,15% e 23,5%. As menores respostas foram aos 20% mais ricos (13,97%). Além disto, houve respostas negativas à proporção de indivíduos pobres e de extremamente pobres, de -26,13% e -23,45%, respectivamente.

Sobre as correlações das IDmed aos componentes da dimensão de Longevidade do IDHM, houve maior resposta à taxa de envelhecimento, em 25,65%, e que se justifica, em partes, sobre a resposta à razão de dependência (-24,11%), tendo em vista que ambas medidas

são compostas pelo número de indivíduos com 65 anos ou mais de idade. Ressalta-se, ainda, as respostas de IDmed ao percentual da população em domicílios com coleta de lixo (25,65%), ao índice de macromedição do volume de água (24,38%) e ao índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (22,37%); todos acima de 20%.

Dentre os testes que se mostraram significativos, houve menor resposta e negativa (-9,34%) à quantidade média de cisternas instaladas entre os anos de 2018 e 2019.

Tabela 3. Correlações entre as IDmed e demais variáveis do estudo pelo Determinante de Pearson. Todas em valores anuais médios sobre seus períodos de coleta.

| <b>Variáveis associadas à IDmed</b>                                 | <b>Pearson</b> | <b>p-valor</b> |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Precipitação acumulada                                              | -30,32%        | < 0,0001       |
| % da população no ensino médio, entre 18 e 24 anos                  | 28,86%         | < 0,0001       |
| Proporção de indivíduos pobres                                      | -26,13%        | < 0,0001       |
| Renda domiciliar per capita do 60% mais pobres da população         | 25,97%         | < 0,0001       |
| % da população em domicílios com coleta de lixo                     | 25,66%         | < 0,0001       |
| Taxa de envelhecimento                                              | 25,65%         | < 0,0001       |
| Renda domiciliar per capita do 40% mais pobres da população         | 25,16%         | < 0,0001       |
| Renda domiciliar per capita do 80% mais pobres da população         | 24,60%         | < 0,0001       |
| Índice de macromedição do volume de água                            | 24,38%         | < 0,0001       |
| Razão de dependência                                                | -24,11%        | < 0,0001       |
| Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)                   | 24,01%         | < 0,0001       |
| Renda per capita do 20% mais pobres da população                    | 23,50%         | < 0,0001       |
| Proporção de indivíduos extremamente pobres                         | -23,45%        | < 0,0001       |
| Dimensão de Escolaridade do IDHM                                    | 23,08%         | < 0,0001       |
| % da população no ensino fundamental, entre 18 e 24 anos            | 22,63%         | < 0,0001       |
| Índice de atendimento total de esgoto nos municípios com água       | 22,37%         | < 0,0001       |
| % da população no ensino médio, com 18 anos ou mais                 | 21,63%         | < 0,0001       |
| Dimensão de Renda do IDHM                                           | 20,32%         | < 0,0001       |
| População Rural                                                     | -18,68%        | < 0,0001       |
| % da população em domicílios com luz elétrica                       | 18,41%         | < 0,0001       |
| % da população em domicílios com banheiro e água encanada           | 18,40%         | < 0,0001       |
| Índice de atendimento total de água                                 | 17,37%         | < 0,0001       |
| <b>Valor contratual do serviço de coleta seletiva porta a porta</b> | 17,01%         | <b>0,4162</b>  |
| Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO pela pop. total       | 16,36%         | < 0,0001       |
| Dimensão de Longevidade do IDHM                                     | 15,47%         | < 0,0001       |
| Esperança de vida                                                   | 15,45%         | < 0,0001       |
| Índice de faturamento de água                                       | 14,38%         | < 0,0001       |
| % da população analfabeta com 18 anos ou mais                       | -14,16%        | < 0,0001       |
| Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana  | 14,24%         | 0,0002         |
| <b>Quantidade de RDO coletada por associações de catadores</b>      | 14,22%         | <b>0,1278</b>  |
| Renda domiciliar per capita dos 20% mais ricos                      | 13,86%         | < 0,0001       |
| Cisternas instaladas entre 2018 e 2019 (Programa Cisternas)         | -9,34%         | 0,0015         |
| <b>Temperatura</b>                                                  | -3,37%         | <b>0,1535</b>  |

Legenda: IDHM = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; RDO = resíduos domésticos; RSU = resíduos sólidos urbanos.

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Clima (ICICT/FIOCRUZ), Socioeconômicos (ATLAS BRASIL 2013); Saneamento (SNIS/MDR), Cisternas (MDR)

#### 7.1.2.2 Testes Espaciais entre Incidências de dengue e demais variáveis

Esta Seção apresenta o resultado do Método de Mínimos Quadrados Ordinários - MQO, sendo o IDmed a variável dependente, testada em relação às demais variáveis do estudo (variáveis explicativas), que representam características dos municípios do NEB que podem impactar sobre a doença.

Na Tabela 4 encontram-se os coeficientes estimados das regressões pelo Modelo ajustado. Fischer revelou não haver significância estatística da IDmed, quando correlacionadas ao índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água, ao valor contratual do serviço de coleta seletiva porta a porta contratado pelas associações/cooperativas de catadores (CS058), à quantidade de RDO coletada por cooperativas ou associações de catadores e à temperatura (CO143). As demais foram significativas a  $p\text{-valor} \leq 0,001$ . Quanto ao sinal, o teste apontou correlação negativa entre as IDmed e: precipitação, % de indivíduos pobres, razão de dependência, % de indivíduos extremamente pobres, população residente na área rural, taxa de analfabetismo da população com 18 anos ou mais e temperatura.

A Tabela 5 apresenta os diagnósticos da regressão sobre resultados do MQO sobre a variável dependente IDmed. Quanto à condição de multicolinearidade, o programa detectou-se multicolinearidade extrema ao CS058 e à CO143. Outrossim, suspeitamos de haver multicolinearidade junto à dimensão de Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, à esperança de vida e à temperatura, devido seus “*condition number*” encontrados, com seus valores acima de 30, respectivamente, 40,97, 65,11 e 32,7.

No tocante à Normalidade, o teste *Jarque-Bera* demonstrou que os erros se distribuem normalmente somente em relação ao valor contratual do serviço de coleta seletiva porta a porta contratado pelas associações/cooperativas de catadores ( $p\text{-valor} = 0.42686$ ). Às demais variáveis não foi aferido normalidade ( $p\text{-valor} < 0,0001$ ).

Quanto à heterocedasticidade, aplicaram-se os testes *Koenker-Bassett*, *Breusch-Pagan* e *White*. Ambos demonstraram presença de homocedasticidade associada à (o): valor contratual do serviço de coleta seletiva porta a porta contratado pelas associações/cooperativas de catadores, à quantidade de RDO coletada por cooperativas ou associações de catadores, ao índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água, ao índice de

faturamento de água e à população rural; embora, somente *Koenker-Bassett*, à renda domiciliar per capita dos 20% mais ricos e à temperatura. *White* validou os testes anteriormente realizados, exceto à população rural. Todos os testes foram significativos ao intervalo de confiança de 95% ( $p\text{-valor} \geq 0,05$ ).

A Tabela 6 apresenta os valores de ajuste para os diagnósticos da autocorrelação espacial, via MQD, entre IDmed e demais variáveis. Os valores referentes ao multiplicador robusto da defasagem ( $\sigma^2$  ML) são superiores aos do multiplicador robusto de erro (S.E. ML), bem como aos dos demais ajustes, e indica que o modelo espacial com defasagem (SAR) é o mais adequado para verificar a relação entre as variáveis explicativas selecionadas e o IDmed, nos municípios do NEB.

Os resultados evidenciados pelo Índice Global de Moran (IGM), por BILISA, entre IDmed e demais variáveis, apontam ser a variável da precipitação a mais correlacionada espacialmente à doença, com IGM de -0,2874 ( $z\text{-valor} = -27,2339$ ), seguida pela taxa de envelhecimento (IGM = 0,2462;  $z = 23,0273$ ), do percentual da população em domicílios com coleta de lixo urbano (IGM = 0,2332;  $z = 21,5344$ ); bem como, do índice de macromedição do volume de água (IGM = 0,202;  $z = 18,2233$ ). Todas a alto nível de significância ( $p\text{-valor} \leq 0,001$ ), ou seja, rejeitamos a hipótese nula de que não há correlação espacial (Tabela 7).

Outrossim, o teste por IGM aponta haver independência espacial das IDmed à quantidade de RDO coletada por cooperativas ou associações de catadores que tenham parceria com a prefeitura, ao valor contratual do serviço de coleta seletiva porta a porta contratado pelas associações/cooperativas de catadores e ao índice de despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana.

O resultado do teste para autocorrelação espacial sobre a taxa de incidência de dengue, através do Índice Global de Moran (IGM) – Univariada, foi positivo (IGM = 0,407265;  $z\text{-valor} = 29,4561$ ), indicando que os municípios sob altas taxas de dengue estão cercados por vizinhos com taxas acima da média, enquanto unidades municipais sob baixas taxas são circunvizinhos de municípios com condição semelhante.

Tabela 4. Coeficientes de ajuste para modelos de regressão entre IDMed e determinada variável climática ou socioambiental, por análise bivariada.

| Variável                                                                   | Coeficiente | Erro     | t-teste  | p-valor       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|----------|---------------|
| Precipitação acumulada                                                     | -0,24       | 0,0176   | -13,4653 | < 0,0001      |
| % da população no ensino médio, entre 18 e 24 anos                         | 13,40       | 1,0504   | 12,7614  | < 0,0001      |
| Proporção de indivíduos pobres                                             | -7,44       | 0,6500   | -11,4500 | < 0,0001      |
| Renda domiciliar per capita dos 60% mais pobres                            | 1,81        | 0,1588   | 11,3778  | < 0,0001      |
| % da população em domicílios com coleta de lixo                            | 3,71        | 0,3311   | 11,2058  | < 0,0001      |
| Taxa de envelhecimento                                                     | 45,63       | 4,0634   | 11,2293  | < 0,0001      |
| Renda domiciliar per capita dos 40% mais pobres                            | 2,34        | 0,2130   | 11,0020  | < 0,0001      |
| Renda domiciliar per capita dos 80% mais pobres                            | 1,10        | 0,1026   | 10,7335  | < 0,0001      |
| Índice de macromedição do volume de água                                   | 1,89        | 0,1822   | 10,3952  | < 0,0001      |
| Razão de dependência                                                       | -9,62       | 0,9539   | -10,0806 | < 0,0001      |
| Índice de Desenvolvimento humano Municipal (IDHM)                          | 1358,31     | 138,8290 | 9,7840   | < 0,0001      |
| Renda domiciliar per capita dos 20% mais pobres                            | 4,06        | 0,3971   | 10,2324  | < 0,0001      |
| Proporção de indivíduos extremamente pobres                                | -6,73       | 0,6594   | -10,2136 | < 0,0001      |
| Dimensão de Escolaridade do IDHM                                           | 990,81      | 120,0110 | 8,2560   | < 0,0001      |
| % da população no ensino fundamental, entre 18 e 24 anos                   | 7,52        | 0,9281   | 8,0978   | < 0,0001      |
| Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios com água     | 1,93        | 1,5237   | 1,2670   | <b>0,2085</b> |
| % da população no ensino superior com 18 anos ou mais                      | 29,04       | 3,4475   | 8,4233   | < 0,0001      |
| Dimensão de Renda do IDHM                                                  | 1040,99     | 166,2780 | 6,2605   | < 0,0001      |
| População Rural                                                            | -0,01       | 0,0011   | -7,2951  | < 0,0001      |
| % da população em domicílios com luz elétrica                              | 4,10        | 0,7613   | 5,3899   | < 0,0001      |
| % da população em domicílios com banheiro e água encanada                  | 2,75        | 0,4620   | 5,9544   | < 0,0001      |
| Índice de atendimento total de água                                        | 2,11        | 0,3889   | 5,4131   | < 0,0001      |
| Valor contratual do serviço de coleta seletiva porta a porta por catadores | 0,29        | 0,3342   | 0,8608   | <b>0,4062</b> |
| Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO pela pop. total.             | 2,27        | 0,4393   | 5,1563   | < 0,0001      |
| Dimensão de Longevidade do IDHM                                            | 1344,33     | 244,9920 | 5,4872   | < 0,0001      |
| Esperança de Vida                                                          | 22,37       | 4,0836   | 5,4791   | < 0,0001      |
| Índice de faturamento de água                                              | 1,16        | 0,2886   | 4,0100   | 0,0001        |
| % da população analfabeta com 18 anos ou mais                              | -5,07       | 1,0415   | -4,8676  | < 0,0001      |

|                                                                         |       |        |         |               |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|--------|---------|---------------|
| Despesa per capita com manejo de RSU pela população urbana              | 0,52  | 0,0973 | 5,3130  | < 0,0001      |
| Quantidade de RDO coletada por cooperativas ou associações de catadores | 0,11  | 0,0705 | 1,5342  | <b>0,1278</b> |
| Renda domiciliar per capita dos 20% mais ricos da população             | 0,12  | 0,0254 | 4,6512  | < 0,0001      |
| Nº de instalações pelo Programa Cisternas entre 2018 e 2019             | -0,03 | 0,0104 | -3,1856 | 0,0015        |
| <b>Temperatura</b>                                                      | -6,20 | 4,3421 | -1,4278 | <b>0,1535</b> |

Legenda: IDHM = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; RDO = resíduos domésticos; RSU = resíduos sólidos urbanos.

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Clima (ICICT/FIOCRUZ), Socioeconômicos (ATLAS BRASIL 2013); Saneamento (SNIS/MDR), Cisternas (MDR).

Tabela 5. Diagnósticos da regressão sobre resultados do Método MQO - Variável dependente: IDmed.

| Variável                                                       | Colinearidade | Teste JB | p-valor | Teste BP | p-valor       | Teste  | p-valor       | Teste  | p-valor       |
|----------------------------------------------------------------|---------------|----------|---------|----------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|
| Precipitação Acumulada                                         | 5,305798      | 7965,976 | 0,0000  | 130,843  | 0,0000        | 23,578 | 0,0000        | 26,086 | 0,0000        |
| % população no ensino médio (18-24 anos)                       | 6,386082      | 5569,456 | 0,0000  | 323,268  | 0,0000        | 68,827 | 0,0000        | 68,879 | 0,0000        |
| Proporção de indivíduos pobres                                 | 10,229021     | 5908,022 | 0,0000  | 192,248  | 0,0000        | 39,913 | 0,0000        | 59,411 | 0,0000        |
| Renda domiciliar per capita dos 60% mais pobres                | 6,621670      | 5399,879 | 0,0000  | 235,569  | 0,0000        | 50,993 | 0,0000        | 51,683 | 0,0000        |
| % da população em domicílios com coleta de lixo                | 7,704964      | 7085,417 | 0,0000  | 142,572  | 0,0000        | 27,242 | 0,0000        | 29,255 | 0,0000        |
| Taxa de envelhecimento                                         | 8,859976      | 8530,849 | 0,0000  | 77,8071  | 0,0000        | 13,556 | <b>0,0002</b> | 16,115 | <b>0,0003</b> |
| Renda domiciliar per capita dos 40% mais pobres                | 5,159089      | 5316,232 | 0,0000  | 255,254  | 0,0000        | 55,733 | 0,0000        | 55,758 | 0,0000        |
| Renda domiciliar per capita dos 80% mais pobres                | 7,036410      | 5528,848 | 0,0000  | 253,769  | 0,0000        | 54,351 | 0,0000        | 55,011 | 0,0000        |
| Índice de macromedicação do volume de água                     | 2,608893      | 6156,740 | 0,0000  | 135,309  | 0,0000        | 27,028 | 0,0000        | 30,238 | 0,0000        |
| Razão de dependência                                           | 17,579743     | 5718,599 | 0,0000  | 154,139  | 0,0000        | 31,925 | 0,0000        | 45,317 | 0,0000        |
| Índice Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)                 | 20,171193     | 5434,936 | 0,0000  | 212,071  | 0,0000        | 44,952 | 0,0000        | 47,744 | 0,0000        |
| Renda domiciliar per capita dos 20% mais pobres                | 3,532658      | 5358,381 | 0,0000  | 186,163  | 0,0000        | 40,545 | 0,0000        | 42,147 | 0,0000        |
| Proporção de indivíduos extremamente pobres                    | 6,021583      | 6293,650 | 0,0000  | 130,693  | 0,0000        | 26,384 | 0,0000        | 40,518 | 0,0000        |
| Dimensão de Escolaridade do IDHM                               | 10,940313     | 4255,840 | 0,0000  | 189,798  | 0,0000        | 39,763 | 0,0000        | 40,140 | 0,0000        |
| % população no ensino fundamental (18-24 anos)                 | 9,694574      | 4101,935 | 0,0000  | 213,371  | 0,0000        | 45,513 | 0,0000        | 49,813 | 0,0000        |
| <b>Índice de atendimento total de esgoto (munic. com água)</b> | 2,867291      | 267,4008 | 0,0000  | 3,6426   | <b>0,0563</b> | 0,8157 | <b>0,3664</b> | 1,1564 | <b>0,5609</b> |
| % população no ensino superior (18 ou mais anos)               | 3,243338      | 4711,585 | 0,0000  | 96,2845  | 0,0000        | 19,202 | 0,0000        | 31,827 | 0,0000        |
| Dimensão de Renda do IDHM                                      | 20,953494     | 4542,625 | 0,0000  | 108,356  | 0,0000        | 22,104 | 0,0000        | 24,371 | 0,0000        |
| <b>População Rural</b>                                         | 2,551238      | 4853,876 | 0,0000  | 3,0351   | <b>0,0814</b> | 0,5992 | <b>0,4388</b> | 28,092 | 0,0000        |
| % da população em domicílios com luz elétrica                  | 15,965159     | 4869,677 | 0,0000  | 73,1722  | 0,0000        | 14,436 | 0,0001        | 15,470 | <b>0,0004</b> |
| % população em domicílios com banheiro e água encanada         | 5,702223      | 4738,786 | 0,0000  | 90,2721  | 0,0000        | 18,045 | 0,0000        | 18,162 | 0,0001        |

|                                                                  |                   |          |               |         |               |        |               |        |               |
|------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|---------------|---------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|
| Índice de atendimento total de água                              | 5,598277          | 5021,990 | 0,0000        | 58,2868 | 0,0000        | 11,321 | <b>0,0007</b> | 13,156 | <b>0,0013</b> |
| <b>Valor serviço coleta seletiva porta a porta por catadores</b> | <b>**3,862111</b> | 1,7026   | <b>0,4268</b> | 0,0041  | <b>0,9489</b> | 0,0088 | <b>0,9251</b> | 0,0227 | <b>0,9887</b> |
| Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO pela pop.          | 7,372554          | 4711,389 | 0,0000        | 71,8323 | 0,0000        | 14,382 | 0,0001        | 14,681 | <b>0,0006</b> |
| Dimensão de Longevidade do IDHM                                  | *40,968516        | 4850,256 | 0,0000        | 43,2341 | 0,0000        | 8,5451 | <b>0,0034</b> | 23,727 | 0,0000        |
| Esperança de vida                                                | *65,113532        | 4848,678 | 0,0000        | 41,7587 | 0,0000        | 8,2548 | <b>0,0040</b> | 23,985 | 0,0000        |
| <b>Índice de faturamento de água</b>                             | 5,054980          | 5318,819 | 0,0000        | 3,5136  | <b>0,0608</b> | 0,6648 | <b>0,4148</b> | 1,2142 | <b>0,5449</b> |
| % da população analfabeta com 18 anos ou mais                    | 8,369848          | 4676,269 | 0,0000        | 81,0112 | 0,0000        | 16,299 | 0,0000        | 19,332 | 0,0000        |
| Despesa per capita com manejo de RSU pela pop. urbana            | 2,721444          | 4064,456 | 0,0000        | 152,412 | 0,0000        | 32,725 | 0,0000        | 32,725 | 0,0000        |
| <b>Nº RDO coletado por associações de catadores</b>              | <b>**1,206132</b> | 556,8097 | 0,0000        | 0,3581  | <b>0,5495</b> | 0,0639 | <b>0,8003</b> | 0,2441 | <b>0,8850</b> |
| Renda domiciliar per capita dos 20% mais ricos                   | 4,905664          | 5848,347 | 0,0000        | 6,7550  | <b>0,0093</b> | 1,4191 | <b>0,2335</b> | 8,4572 | <b>0,0145</b> |
| <b>Cisternas instaladas entre 2018 e 2019</b>                    | 2,413396          | 2284,772 | 0,0000        | 14,7191 | 0,0001        | 3,8852 | <b>0,0487</b> | 15,324 | <b>0,0004</b> |
| <b>Temperatura</b>                                               | <b>*32,699557</b> | 5980,616 | 0,0000        | 15,5266 | <b>0,0000</b> | 3,2302 | <b>0,0722</b> | 4,1441 | <b>0,1259</b> |

Legenda: \*\*multicolinearidade extrema informado pelo MQO, via GeoDa; \*multicolinearidade suspeita para valores maiores que 30. Testes: BP = Breusch-Pagan; KB = Koenker-Bassett; JB = Jarque-Bera; W = White; IDHM = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; RDO = resíduos domésticos; RSU = resíduos sólidos urbanos. Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Clima (ICICT/FIOCRUZ), Socioeconômicos (ATLAS BRASIL 2013); Saneamento (SNIS/MDR), Cisternas (MDR).

Tabela 6. Diagnósticos para autocorrelação espacial por MQD, entre IDmed e demais variáveis (climáticas ou socioambientais) - Valores de Ajustes: R<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> ajustado, ML (Defasagem) robusto –  $\sigma^2$  ML, ML (Erro) robusto – S.E.M., Fischer, Log likelihood, Critério Akaike e Schwarz.

| Variável                                          | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> ajustado | $\sigma^2$ ML | S.E.M.  | Fischer | p-valor  | Log Lik. | AIC     | Schwarz |
|---------------------------------------------------|----------------|-------------------------|---------------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|
| Precipitação Acumulada                            | 0,09193        | 0,091423                | 80696,2       | 284,071 | 181,31  | < 0,0001 | -12673,2 | 25350,4 | 25361,4 |
| % da população no ensino médio entre 18 e 24 anos | 0,08330        | 0,082795                | 81448,7       | 285,392 | 162,85  | < 0,0001 | -12688,6 | 25381,2 | 25392,2 |
| Proporção de indivíduos pobres                    | 0,06820        | 0,067688                | 82804,3       | 287,757 | 131,10  | < 0,0001 | -12696,3 | 25396,7 | 25407,6 |
| Renda domiciliar per capita dos 60% mais pobres   | 0,06740        | 0,066887                | 82875,4       | 287,881 | 129,45  | < 0,0001 | -12697,1 | 25398,2 | 25409,2 |
| % da população em domicílios com coleta de lixo   | 0,06551        | 0,064996                | 83043,4       | 288,172 | 125,56  | < 0,0001 | -12698,9 | 25401,8 | 25412,8 |
| Taxa de envelhecimento                            | 0,06577        | 0,065253                | 83020,5       | 288,133 | 126,09  | < 0,0001 | -12698,7 | 25401,3 | 25412,3 |
| Renda domiciliar per capita dos 40% mais pobres   | 0,06330        | 0,062783                | 83239,9       | 288,513 | 121,04  | < 0,0001 | -12701,0 | 25406,1 | 25417,1 |
| Renda domiciliar per capita dos 80% mais pobres   | 0,06043        | 0,059914                | 83494,8       | 288,955 | 115,20  | < 0,0001 | -12703,8 | 25411,6 | 25422,5 |
| Índice de macromedição do volume de água          | 0,05917        | 0,058629                | 84124,0       | 290,041 | 108,06  | < 0,0001 | -12193,0 | 24390,0 | 24400,9 |
| Razão de dependência                              | 0,05584        | 0,055297                | 84421,8       | 290,554 | 101,61  | < 0,0001 | -12196,1 | 24396,1 | 24407,0 |
| Índice Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)    | 0,05277        | 0,052228                | 84696,1       | 291,026 | 95,727  | < 0,0001 | -12198,8 | 24401,7 | 24412,6 |
| Renda domiciliar per capita dos 20% mais pobres   | 0,05520        | 0,054675                | 83945,8       | 289,734 | 104,70  | < 0,0001 | -12715,7 | 25435,4 | 25446,4 |

|                                                            |         |           |         |         |        |                |          |         |         |
|------------------------------------------------------------|---------|-----------|---------|---------|--------|----------------|----------|---------|---------|
| Proporção de indivíduos extremamente pobres                | 0,05501 | 0,054484  | 83962,8 | 289,763 | 104,31 | < 0,0001       | -12715,9 | 25435,8 | 25446,7 |
| Dimensão de Escolaridade do IDHM                           | 0,04942 | 0,048697  | 90277,2 | 300,462 | 68,160 | < 0,0001       | -9354,15 | 18712,3 | 18722,7 |
| % da população no ensino fundamental entre 18 e 24         | 0,04763 | 0,04691   | 90446,8 | 300,744 | 65,574 | < 0,0001       | -9355,38 | 18714,8 | 18725,1 |
| <b>Índice atendimento total de esgoto (munic. com</b>      | 0,01811 | 0,006831  | 114924, | 339,004 | 1,6052 | <b>0,20853</b> | -644,801 | 1293,6  | 1298,5  |
| % da população no ensino superior com 18 ou mais           | 0,05134 | 0,050618  | 90094,9 | 300,158 | 70,951 | < 0,0001       | -9352,82 | 18709,6 | 18720,0 |
| Dimensão de Renda do IDHM                                  | 0,02902 | 0,028288  | 92213,9 | 303,667 | 39,194 | < 0,0001       | -9368,09 | 18740,2 | 18750,5 |
| População Rural                                            | 0,03901 | 0,038278  | 91265,9 | 302,103 | 53,219 | < 0,0001       | -9361,3  | 18726,6 | 18737,0 |
| % da população em domicílios com luz elétrica              | 0,02167 | 0,020933  | 92912,0 | 304,815 | 29,050 | < 0,0001       | -9373,04 | 18750,1 | 18760,4 |
| % pop. em domicílios com banheiro e água encanada          | 0,02633 | 0,025589  | 92470,1 | 304,089 | 35,454 | < 0,0001       | -9369,91 | 18743,8 | 18754,2 |
| Índice de atendimento total de água                        | 0,02186 | 0,021116  | 92894,5 | 304,786 | 29,301 | < 0,0001       | -9372,91 | 18749,8 | 18760,2 |
| <b>Valor svç coleta seletiva porta a porta por catador</b> | 0,05815 | -0,020333 | 107392, | 327,707 | 0,7409 | <b>0,40623</b> | -100,955 | 205,91  | 207,188 |
| Taxa cobertura do serviço coleta de RDO (pop. total)       | 0,01998 | 0,01923   | 93394,3 | 305,605 | 26,587 | < 0,0001       | -9326,45 | 18656,9 | 18667,2 |
| Dimensão de Longevidade do IDHM                            | 0,02256 | 0,02182   | 93147,7 | 305,201 | 30,109 | < 0,0001       | -9324,72 | 18653,4 | 18663,8 |
| Esperança de vida                                          | 0,02250 | 0,021754  | 93154,0 | 305,211 | 30,019 | < 0,0001       | -9324,77 | 18653,5 | 18663,9 |
| Índice de faturamento de água                              | 0,01218 | 0,011423  | 94137,7 | 306,819 | 16,079 | < 0,0001       | -9331,63 | 18667,3 | 18677,6 |
| % da população analfabeta com 18 anos ou mais              | 0,01775 | 0,017003  | 93284,9 | 305,426 | 23,693 | < 0,0001       | -9375,67 | 18755,3 | 18765,7 |
| Despesa per capita com manejo de RSU pela pop.             | 0,02107 | 0,020331  | 92969,0 | 304,908 | 28,227 | < 0,0001       | -9373,44 | 18750,9 | 18761,2 |
| <b>Total RDO coletado por associações catadores</b>        | 0,02023 | 0,011635  | 100422, | 316,894 | 2,3538 | <b>0,12774</b> | -832,591 | 1669,18 | 1674,7  |
| Renda domiciliar per capita dos 20% mais ricos             | 0,01194 | 0,011389  | 85326,7 | 292,107 | 21,633 | < 0,0001       | -12716,1 | 25436,3 | 25447,3 |
| Cisternas instaladas entre 2018 e 2019                     | 0,00872 | 0,007865  | 100263, | 316,643 | 10,148 | <b>0,00148</b> | -8289,11 | 16582,2 | 16592,3 |
| <b>Temperatura</b>                                         | 0,00113 | 0,000579  | 86259,7 | 293,7   | 2,0384 | <b>0,15354</b> | -12725,9 | 25455,8 | 25466,7 |

Legenda: IDHM = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; RDO = resíduos domésticos; RSU = resíduos sólidos urbanos.

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Clima (ICICT/FIOCRUZ), Socioeconômicos (ATLAS BRASIL 2013); Saneamento (SNIS/MDR), Cisternas (MDR).

Tabela 7. Resultados sobre IGM, com seus coeficientes de ajuste, entre IDmed e determinada variável climática ou socioambiental.

| Variável                                        | IGM            | E[IGM]  | p-valor** | Média   | Desvio | z-valor  |
|-------------------------------------------------|----------------|---------|-----------|---------|--------|----------|
| Precipitação acumulada                          | <b>-0,2874</b> | -0,0006 | 0,001     | 0,0002  | 0,0106 | -27,2339 |
| Taxa de envelhecimento                          | <b>0,2462</b>  | -0,0006 | 0,001     | 0,0001  | 0,0107 | 23,0273  |
| % da população em domicílios com coleta de lixo | <b>0,2332</b>  | -0,0006 | 0,001     | 0,0004  | 0,0108 | 21,5344  |
| Índice de macromedicação sobre volume da água   | <b>0,2020</b>  | -0,0006 | 0,001     | 0,0002  | 0,0111 | 18,2233  |
| Razão de dependência                            | -0,1759        | -0,0006 | 0,001     | -0,0009 | 0,0106 | -16,4996 |

|                                                                        |         |         |                |          |        |          |
|------------------------------------------------------------------------|---------|---------|----------------|----------|--------|----------|
| % população no ensino médio entre 18 e 24 anos de idade                | 0,1744  | -0,0006 | 0,001          | 0,0004   | 0,0109 | 17,0533  |
| Proporção de indivíduos pobres                                         | -0,1721 | -0,0006 | 0,001          | -0,0007  | 0,0102 | -16,8657 |
| Índice atendimento total de esgoto nos municípios com água             | 0,1629  | -0,0006 | 0,001          | -0,0011  | 0,0227 | 7,2175   |
| Proporção de indivíduos extremamente pobres                            | -0,1587 | -0,0006 | 0,001          | -0,0007  | 0,0103 | -15,3737 |
| % da população em domicílios com luz elétrica                          | 0,1533  | -0,0006 | 0,001          | -0,01    | 0,01   | 15,3927  |
| Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)                      | 0,1424  | -0,0006 | 0,001          | 0,0004   | 0,01   | 14,182   |
| Renda domiciliar per capita dos 60% mais pobres da população           | 0,1419  | -0,0006 | 0,001          | 0,0006   | 0,0101 | 13,9314  |
| % da população em domicílios com banheiro e água encanada              | 0,1404  | -0,0006 | 0,001          | 0,0006   | 0,0101 | 13,8182  |
| Renda domiciliar per capita dos 40% mais pobres                        | 0,1389  | -0,0006 | 0,001          | 0,0007   | 0,0102 | 13,5487  |
| População rural                                                        | -0,1307 | -0,0006 | 0,001          | -0,0001  | 0,0104 | -12,5837 |
| Dimensão de Escolaridade do IDHM                                       | 0,1296  | -0,0006 | 0,001          | 0,0003   | 0,01   | 12,9461  |
| % da população no ensino superior com 18 anos ou mais                  | 0,1278  | -0,0006 | 0,001          | 0,0004   | 0,0101 | 12,5654  |
| Renda domiciliar per capita dos 80% mais pobres                        | 0,1274  | -0,0006 | 0,001          | 0,0005   | 0,0101 | 12,6199  |
| % da população com ensino fundamental, entre 18 e 24 anos              | 0,1246  | -0,0006 | 0,001          | 0,0003   | 0,0099 | 12,5283  |
| Dimensão de Longevidade do IDHM                                        | 0,1154  | -0,0006 | 0,001          | < 0,0001 | 0,0102 | 11,3152  |
| Esperança de vida                                                      | 0,1151  | -0,0006 | 0,001          | < 0,0001 | 0,0102 | 11,2922  |
| Renda domiciliar per capita dos 20% mais pobres                        | 0,1139  | -0,0006 | 0,001          | 0,0007   | 0,0101 | 11,1731  |
| Dimensão de Renda do IDHM                                              | 0,1129  | -0,0006 | 0,001          | 0,0007   | 0,01   | 11,1898  |
| Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO pela pop. total          | 0,1028  | -0,0006 | 0,001          | 0,001    | 0,013  | 7,8198   |
| Índice de atendimento total de água                                    | 0,1018  | -0,0006 | 0,001          | 0,0007   | 0,0104 | 9,7333   |
| % da população analfabeta com 18 anos ou mais                          | -0,0649 | -0,0006 | 0,001          | -0,0002  | 0,0102 | -6,3233  |
| Renda domiciliar per capita dos 20% mais ricos                         | 0,0448  | -0,0006 | 0,001          | 0,0005   | 0,01   | 4,4289   |
| Temperatura                                                            | -0,0411 | -0,0006 | 0,001          | -0,0002  | 0,0099 | -4,1707  |
| Cisternas instaladas entre 2018 e 2019 (Programa Cisternas)            | -0,0455 | -0,0006 | 0,001          | -0,0006  | 0,013  | -3,4445  |
| Valor serviço coleta seletiva porta a porta por associações de catador | 0,0182  | -0,0006 | <b>*0,0392</b> | 0,0006   | 0,0557 | 0,3155   |
| Despesa per capita com manejo de RSU sobre a população urbana          | 0,0098  | -0,0006 | <b>*0,203</b>  | -0,0012  | 0,0139 | 0,7924   |
| Quantidade de RDO coletada por associações de catadores                | 0,0095  | -0,0006 | <b>*0,285</b>  | -0,0034  | 0,0574 | 0,2248   |

Legenda: \*Rejeitou-se correlação espacial a *pseudo*\*\*  $p$ -valor  $\geq 0,05$ ; IDmed = Incidências Anuais Médias de Dengue = [Casos de Dengue (médias anuais entre 2001 e 2017) / Tamanho da população por Município (2001-2017)] x 100.000. IDHM = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; RDO = resíduos domésticos; RSU = resíduos sólidos urbanos.

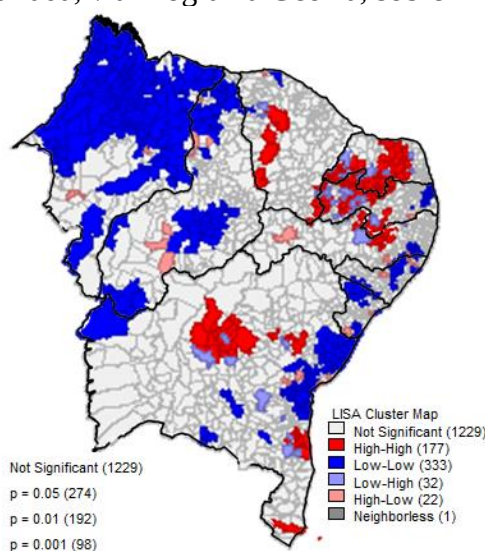
Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net); Clima (ICICT/FIOCRUZ), Socioeconômicos (ATLAS BRASIL 2013); Saneamento (SNIS/MDR), Cisternas (MDR).

### 7.1.2.3 Correlações Espaciais entre de dengue e demais variáveis

O Índice Local de Moran – LISA sobre as IDmed revelou áreas de altas incidências no RN e PB, assim como no CE, PE e na BA (especificamente na porção central e no litoral-sul). Observam-se baixas taxas, em sua maioria, sobre o MA, seguido pelo PI e BA; além de núcleos sob a faixa litorânea desde PB ao centro-leste da BA, Figura 5. O teste apresentou IGM de 0,407265, com 98 unidades agregadas, ambos com alta significância, a  $p$ -valor de 0,001.

Figura 5. Moran LISA univariada, via Programa GeoDa, sobre IDmed (2001-2017).



Legenda: IDmed = médias sobre incidência dengue no período de 2001 a 2017.

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net/DATASUS).

A Figura 6 apresenta Moran Bivariada LISA – BILISA, entre IDmed e variáveis climáticas e socioambientais testadas.

Na Figura 6a, o teste revela 290 municípios, em rosa, sob altas médias anuais de precipitação acumulada (Prp), circunvizinhos a municípios sob baixas taxas de IDmed; enquanto em azul claro, 197 municípios sob baixa Prp, com vizinhos sob altas IDmed, que correspondem às áreas de risco à dengue identificadas na Figura 4; sobretudo, sob influência da Prp. Embora haja 14 municípios – em vermelho – junto à faixa litorânea, ao sul da BA, como Itabuna, sob altas IDmed circunvizinhos a municípios sob altas distribuições de Prp; prevalece uma resposta negativa desta às IDmed, visto o número de municípios sob esta correlação inversa (Figura 6a).

Os dados mostram que no MA houve as maiores médias anuais de Prp (1.588,67 mm para período de 2001 a 2015), com apenas 1,64% de seus municípios sob altas IDmed (entre 2001 e 2017); enquanto, no RN, 70,66% dos municípios sob altas IDmed e menores distribuições de Prp (782,34 mm). Quanto à média mensal de Prp, no Território brasileiro, foi de 118,1 mm; enquanto no NEB de 82,4 mm, com maiores médias no MA (133,5 mm) e menores no RN (66,3 mm) - Estado com médias mais próximas ao do NEB, junto ao mês de abril, mês sob as maiores taxas de IDmed para a Região, segundo dados do ICICT/FIOCRUZ.

Em geral, no NEB, com exceção do Estado do MA, houve uma variabilidade da precipitação, a uma taxa média mensal de  $75,9 \pm 9,6$  mm; com maiores distribuições em março (154,1 mm); enquanto menores, em setembro, com 24,0 mm. Estes são os meses que antecedem, respectivamente, os picos e cavados dos ciclos epidemiológicos de dengue.

A figura 6b evidencia 173 municípios (em vermelho) sob altas IDmed, circunvizinhos àqueles sob altas taxas de envelhecimento, em sua maioria, distribuídos pelo RN. Baixas taxas para ambas variáveis se concentram em municípios do MA (municípios sob efeito baixo-baixo, em azul escuro).

Há um maior número de municípios (177), sob efeito alto-alto (em vermelho), ao correlacionar as IDmed ao percentual da população em domicílios com coleta de lixo, Figura 6c. Enquanto somente 140 municípios, sob o mesmo efeito (em vermelho), em função do índice de macromedição do volume de água, Figura 6d; e 137 municípios em função do percentual da população no ensino médio regular seriado, na faixa etária entre 18 e 24 anos.

Os testes produzidos BILISA, foram testados sob 999 permutações, com resposta de IDmed à Prp sob alta significância ( $p\text{-valor} \leq 0,05$ ) em 566 unidades agregadas, sendo 105 destas unidades a  $p\text{-valor} = 0,001$  (Figura 6a); enquanto, ao índice de macromedição do volume de água, respectivamente, em 515 e 80 unidades (Figura 6d). Já em relação às demais variáveis testadas às IDmed, respectivamente, 564 e 98 (Figuras 6b, 6c e 6e).

A Tabela 7 evidencia que há maior correlação espacial das IDmed à precipitação acumulada ( $IGM = -0,2874$ ;  $p\text{-valor} < 0,001$ ). Este índice compõe um direcionamento para a medida de risco entre estas variáveis, que se traduz no número de unidades agregadas identificado por BILISA: 14 municípios em vermelho mais 197 em azul claro (uma vez conhecida a correlação negativa entre as variáveis), totalizando 211 unidades sob altas IDmed (Figura 6a).

Embora haja maior correlação espacial das IDmed à taxa de envelhecimento, do que ao percentual da população em domicílios com coleta de lixo ( $IGM$  de 0,2462 e 0,2332, respectivamente); esta variável oferece um maior risco às altas IDmed, com 177 municípios

sob efeito alto-alto, comparado aos 173 em função da taxa de envelhecimento. Logo, o risco às altas IDmed, tomando por base os testes por BILISA, seria obtido, neste estudo, em função da (o): precipitação acumulada, percentual da população em domicílios com coleta de lixo, taxa de envelhecimento, índice de macromedição do volume de água e percentual da população no ensino médio, na faixa etária de 18 a 24 anos; nesta ordem decrescente (Figura 6).

Há toda uma problemática ambiental em torno da região semiárida caracterizada pelo Polígono da Seca, não somente relacionada ao risco de dengue, mas, sobretudo, aos aspectos socioambientais envolvidos, através das áreas de influência, caracterizadas pelos mapas de calor e BILISA, respectivamente, Figuras 4 e 6.

A Figura 7 apresenta o Mapa de Risco em Excesso (ERM) entre as IDmed e demais variáveis testadas. Ao observar as unidades agregadas para valores de  $ERM > 4$ , identificamos maior risco às IDmed em função do índice de macromedição do volume de água (115 municípios), seguido da precipitação (98) e do percentual da população em domicílios com coleta de lixo (43), respectivamente, Figuras 7a, 7b e 7c. Destaca-se, que mesmo sob alta ausência de dados sobre o índice de macromedição do volume de água (evidenciado pelas unidades agregadas em cinza escuro), esta variável manteve altos valores de ERM à dengue; sobretudo, em sua maioria, concentrados no RN e PB, o que afere a relevância da variável.

Na Figura 8, a análise conjunta de IDmed e variáveis mais associadas, por cluster espectral - método de Skater, em função da distância euclidiana revela ser, de fato, o RN, área de maior risco da dengue, com alto z-valor padronizado de IDmed, no cluster 6 ( $z=1,65852$ ), comparado aos demais. Neste cluster (C6), os maiores z-valores referem à renda domiciliar per capita dos 60% mais pobres da população ( $z=0,91$ ), à precipitação acumulada ( $z=-0,8578$ ) e ao percentual da população no ensino médio entre 18 e 24 anos de idade ( $z=0,8$ ); ou seja, o teste mostra estar as IDmed diretamente associadas ao percentual dos 60% mais pobres da população e à proporção de indivíduos entre 18 e 24 anos no ensino médio, enquanto sob correlação negativa à precipitação acumulada (z-valor negativo). Embora estas sejam as variáveis sob maiores z-scores, não há uma variação muito grande de seus valores em relação às demais variáveis testadas às IDmed, o que significa dizer que estas sofrem influência daqueles múltiplos fatores associados (multicausal), corroborando com Liu *et al.* (2013).

A precipitação acumulada apresenta os maiores z-valores em C4 ( $z=1,7862$ ) e C7( $z=1,18354$ ), onde se concentram os maiores z-valores negativos de IDmed,  $-0,657781$  e  $-0,573932$ , ou seja, quanto maior a distribuição de precipitação, menores as IDmed. O menor valor de S.S. afere ser C7 (S.S.=117,145) o subgrupo com os melhores z-valores sobre as variáveis testadas, seguido do C6 (S.S.=345,123), onde se encontram os maiores z-valores de

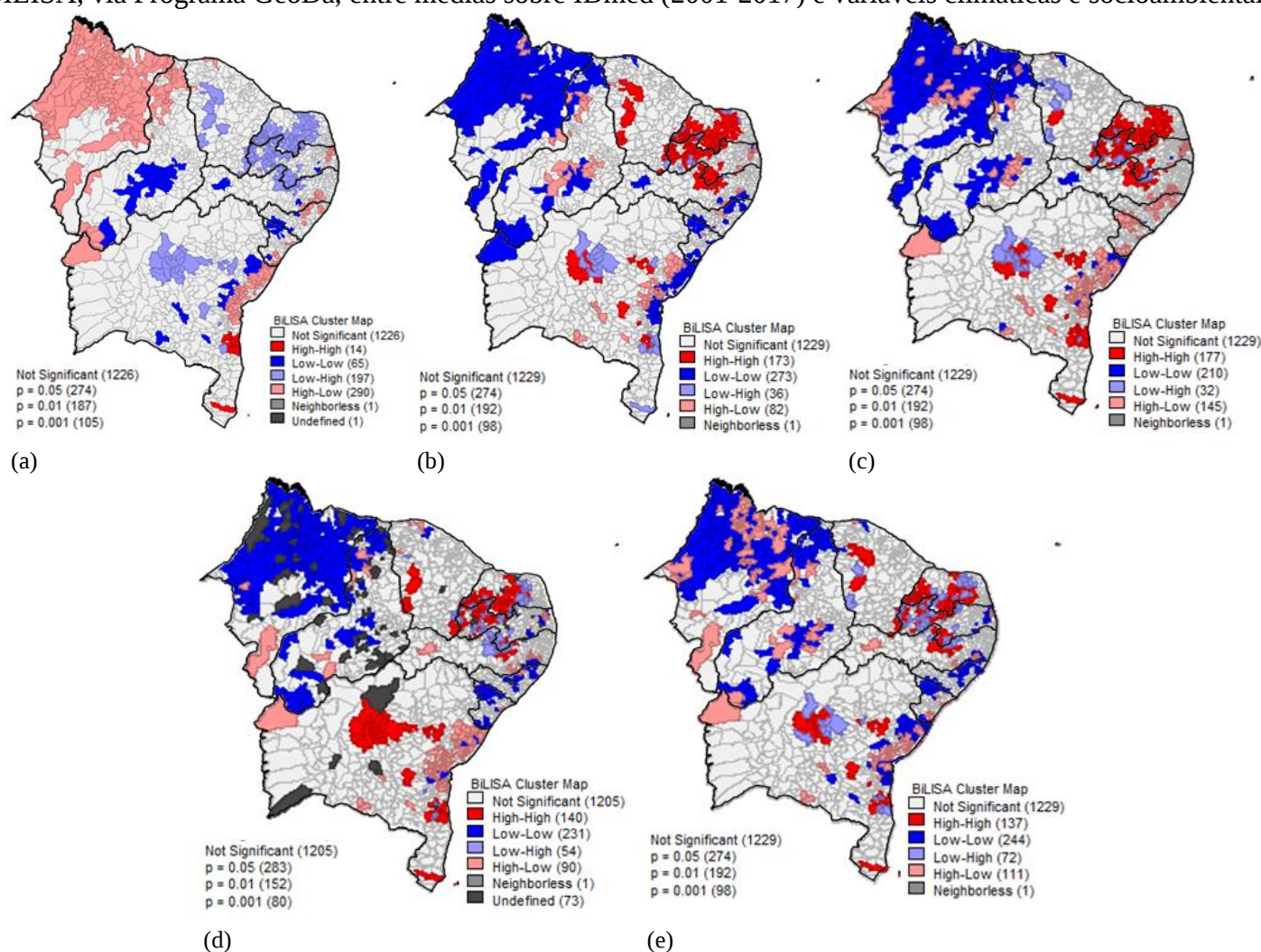
IDmed. De fato, no C7 se encontram os maiores valores sobre o percentual da população no ensino médio, entre 18 e 24 anos de idade, à renda domiciliar per capita dos 60% mais pobres da população, ao índice de macromedição do volume de água, à taxa de envelhecimento (sob z-valor negativo) e sob altíssimos z-valores à precipitação acumulada, sugerindo ser a principal causa daqueles valores negativos de IDmed neste subgrupo (Figura 8).

Na Figura 9a, o teste por cluster espectral - *Skater*, especificamente, entre as IDmed e a precipitação, evidencia os maiores z-valores ( $z=2,17256$ ) e melhores ajustes ( $S.S.=36,2581$ ) em C4, conferindo ser este agrupamento a área de influência da precipitação, no NEB, corroborando com Cavalcanti *et al.* (2009). Nota-se os maiores z-valores para IDmed ( $z=2,31313$ ) em C5, o que confere ser sua área de risco no NEB (composta por 38 municípios situados na porção Central do RN), em função das baixas distribuições de precipitação, sob seus maiores z-valores negativos ( $z=-0,95148$ )

Por fim, a Figura 9b apresenta o teste entre IDmed e o índice de macromedição do volume de água (IN011AE), com destaque ao agrupamento C5, com S.S. de 25,1533), o qual revela uma pequena área no RN – em vermelho, composta por 7 municípios, onde se encontram os maiores z-valores conjuntos de IDmed e IN011AE, respectivamente, 4,25645 e 1,27087. Ressalta-se ser o modelo com menor valor de S.S. e maior soma dos quadrados (0,4) dentre os 3 testados; logo, mais parcimonioso. Este modelo confere alta influência de IN011AE ao IDmed, o que afere a relevância da problemática do saneamento ambiental no controle à doença.

A partir das áreas de risco evidenciadas pelo Cluster Espacial, na Figura 9b, plotamos os mapas de calor sobre as IDmed e IN011AE (Figura 10). Quanto à distribuição das IDmed sobre o RN, destaca-se sua porção ocidental, Figura 10a, em especial, as microrregiões de Paus dos Ferros, Umarizal e do Seridó Oriental, Figura 10b. Especificamente, sobre as Microrregiões de Paus dos ferros e de Umarizal se concentram altos índices de macromedição do volume de água, com foco entre Pilões e Almino Afonso, Figura 10d; indo ao encontro de Silva (2014), que determinou por índice de vulnerabilidade, serem microrregiões propícias à seca, com alto risco epidemiológico por dengue e leishmaniose e alta vulnerabilidade social.

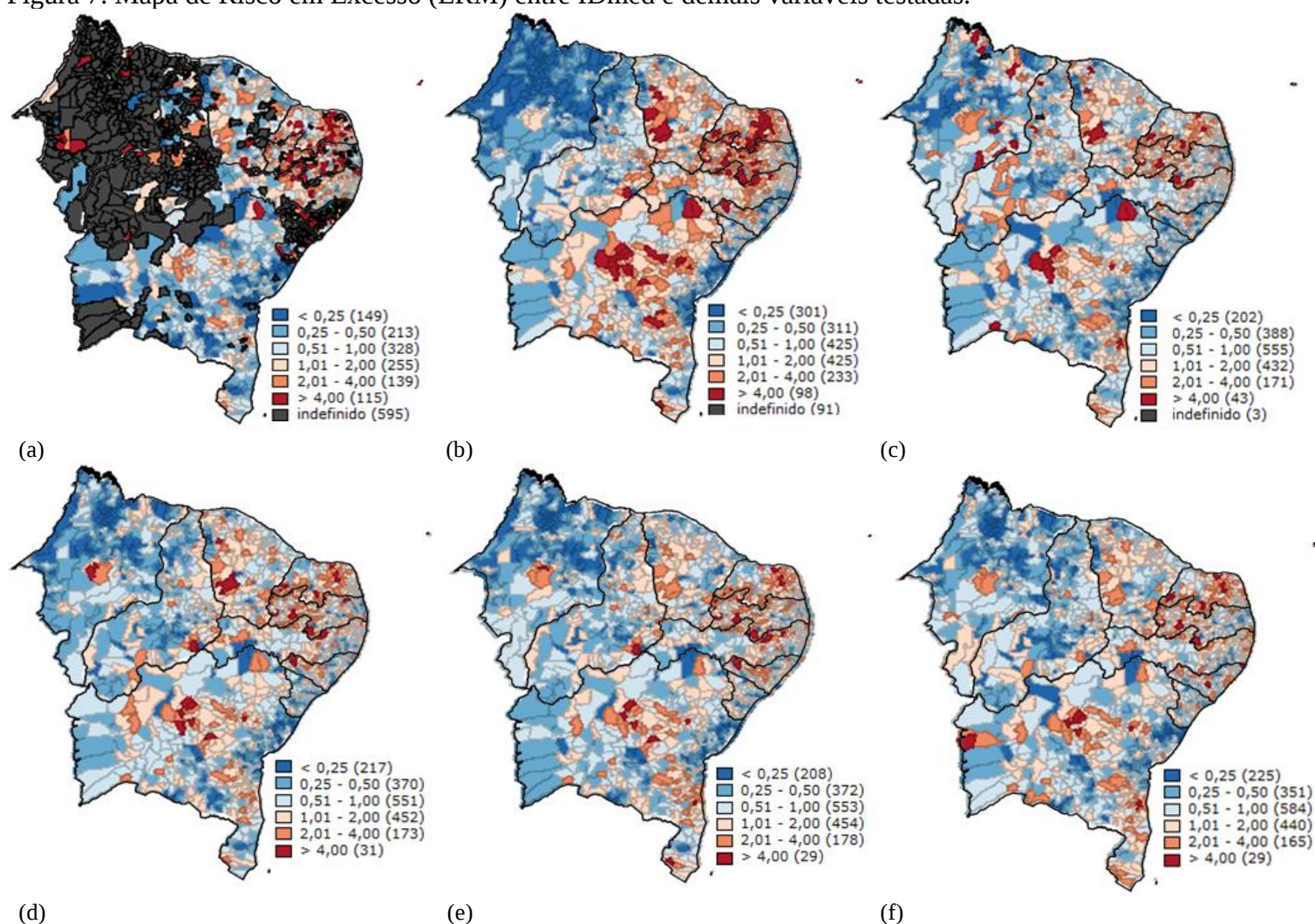
Figura 6. Moran BILISA, via Programa GeoDa, entre médias sobre IDmed (2001-2017) e variáveis climáticas e socioambientais testadas.



Legenda: BILISA entre IDmed (2001-2017) e médias anuais sobre: (a) Precipitação acumulada (2001-2015); (b) Taxa de envelhecimento (2001 e 2010); (c) % população em domicílios com coleta de lixo (2001 e 2010); (d) Índice de macromedição do volume de água e (e) Percentual da população no ensino médio, de 18 a 24 anos (2001 e 2010).  
 Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Precipitação (ICICT/FIOCRUZ), Socioeconômicos (ATLAS BRASIL 2013); Saneamento (SNIS/MDR).

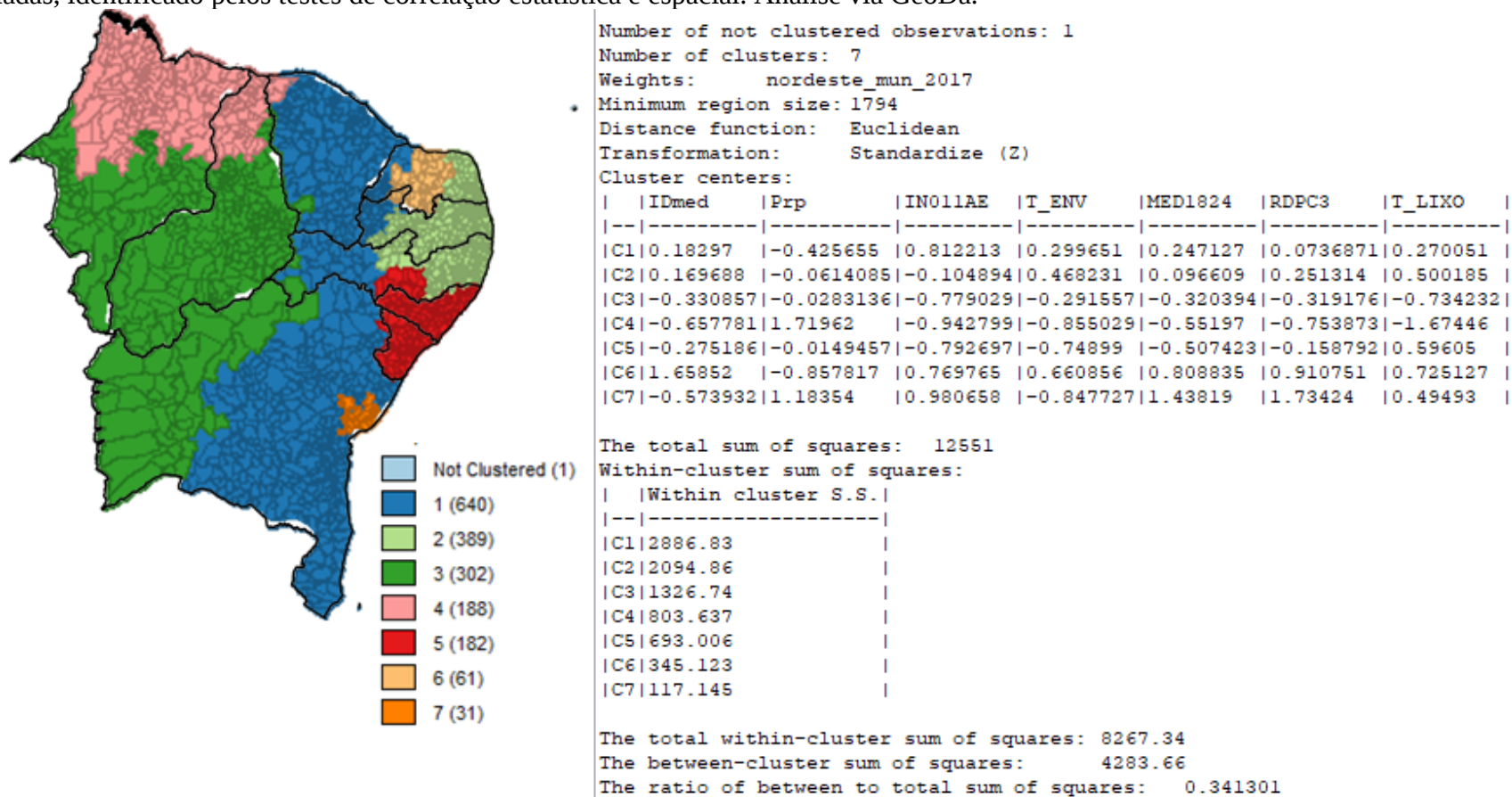
Figura 7. Mapa de Risco em Excesso (ERM) entre IDmed e demais variáveis testadas.



Legenda: ERM entre IDmed (2001-2017) e médias anuais sobre: (a) Índice de macromedicação do volume de água (2001 a 2017), (b) Precipitação acumulada (2001 a 2015); (c) % da população em domicílios com coleta de lixo (2001 e 2010); (d) Renda domiciliar per capita dos 60% mais pobres da população; (e) Percentual da população no ensino médio, na faixa etária de 18 a 24 anos (2001 e 2010) e (f) Taxa de envelhecimento (2001 e 2010).

Fonte: O autor, 2020.

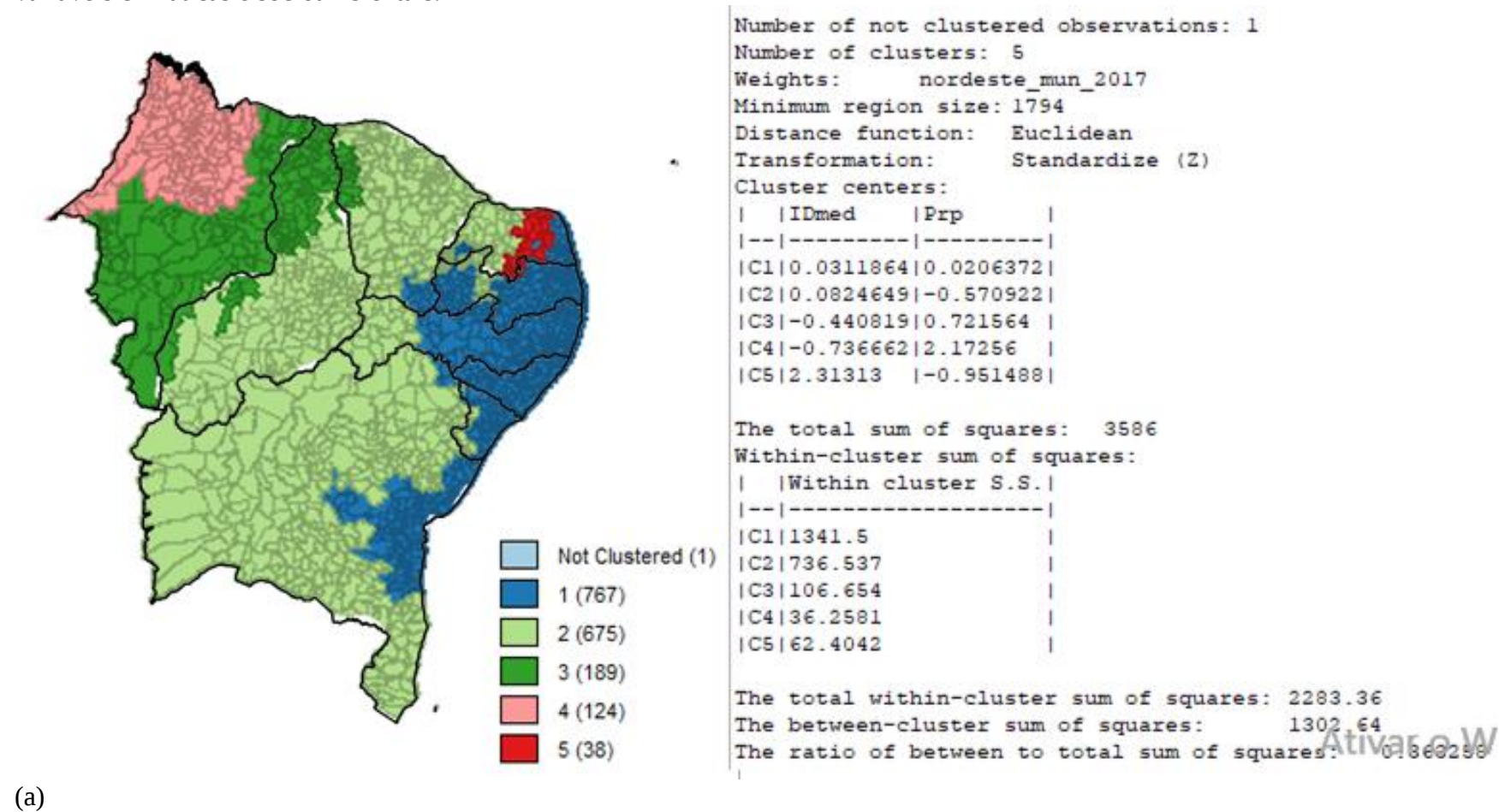
Figura 8. Cluster espectral, pelo método *Skater*, em função da distância euclidiana e transformação padrão (z), entre IDmed e principais variáveis associadas, identificado pelos testes de correlação estatística e espacial. Análise via GeoDa.

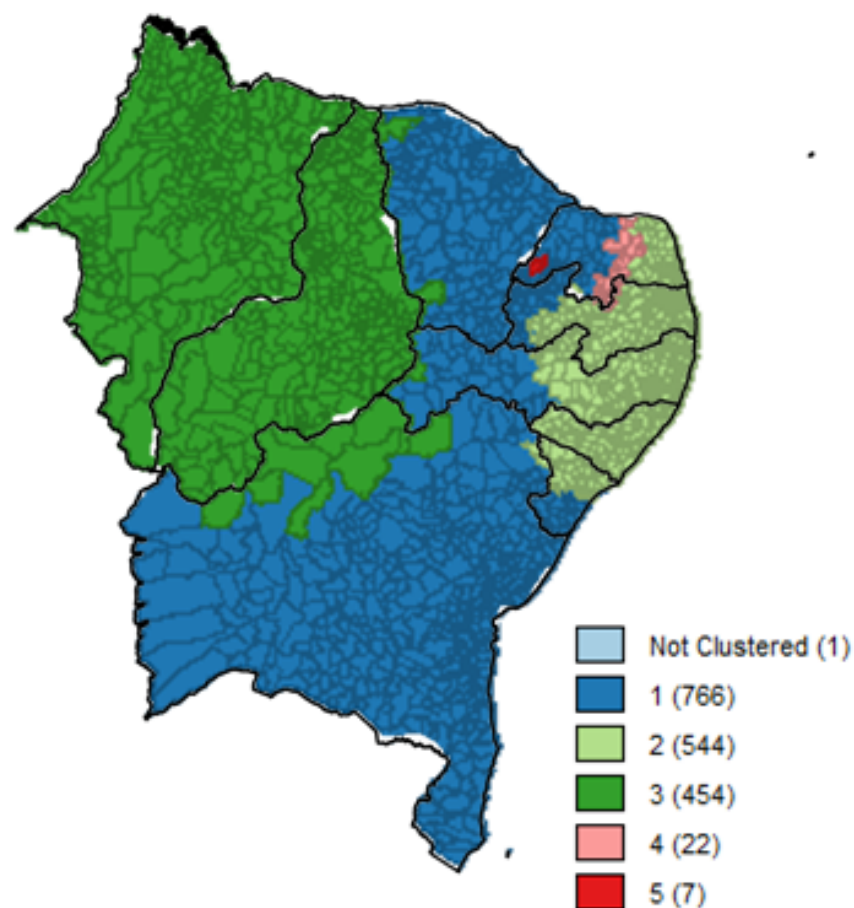


Legendas: médias anuais sobre: IDmed = Incidência de Dengue (2001-2017); Prp = Precipitação acumulada (2001 a 2015); IN011AE = Índice de macromedição do volume de água (2001 a 2017); T\_ENV = Taxa de envelhecimento (2001 e 2010); MED1824 = Percentual da população no ensino médio, na faixa etária de 18 a 24 anos (2001 e 2010); RDPC3 = Renda domiciliar per capita dos 60% mais pobres da população e T\_LIXO = percentual da população em domicílios com coleta de lixo (2001 e 2010).  
 Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Precipitação (ICICT/FIOCRUZ), Socioeconômicos (ATLAS BRASIL 2013); Saneamento (SNIS/MDR).

Figura 9. Cluster espectral, pelo método Skater, via GeoDa, em função da distância euclidiana e transformação padrão (z), entre IDmed e variáveis climáticas e socioambientais.





```

Number of not clustered observations: 1
Number of clusters: 5
Weights:      nordeste_mun_2017
Minimum region size: 1794
Distance function:  Euclidean
Transformation:      Standardize (Z)
Cluster centers:
|  |IDmed   |IN011AE  |
|--|-----|-----|
|C1|0.115215|0.77021  |
|C2|0.0512321|-0.343285|
|C3|-0.481672|-0.94332 |
|C4|2.98094  |0.714628 |
|C5|4.25645  |1.27087  |

The total sum of squares: 3586
Within-cluster sum of squares:
|  |Within cluster S.S.|
|--|-----|
|C1|1200.11             |
|C2|706.373            |
|C3|180.223            |
|C4|38.1481            |
|C5|25.1533           |

The total within-cluster sum of squares: 2150.01
The between-cluster sum of squares:      1435.99
The ratio of between to total sum of squares: 0.400444

```

(b)

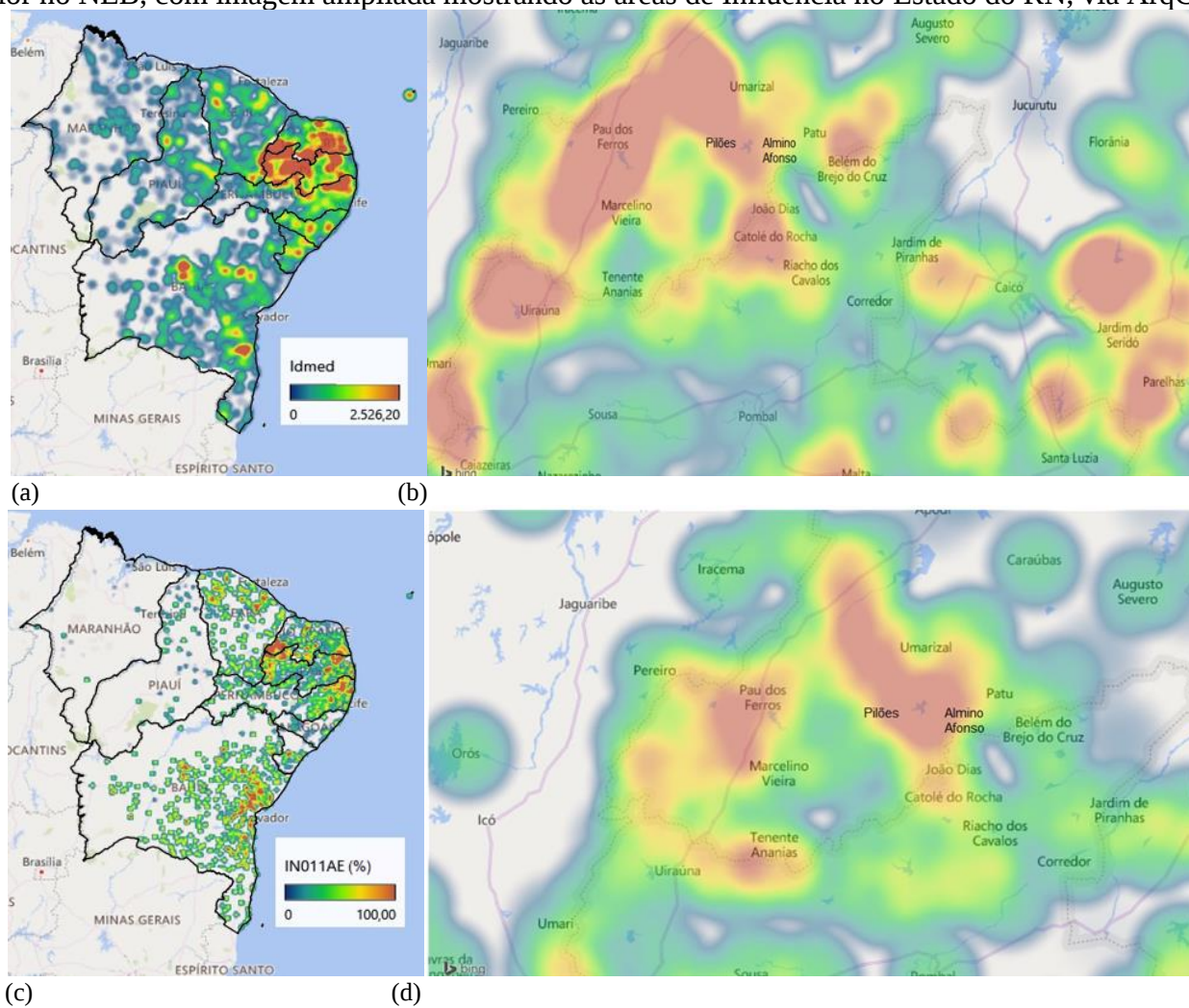
Legenda: (a) Prp = Precipitação acumulada (médias anuais entre 2001 e 2015; (b) IN011AE = Índice de macromedicação do volume de água (médias anuais entre 2001 e 2017);

IDmed = Incidências Anuais Médias de Dengue =  $[\text{Casos de Dengue (médias anuais entre 2001 e 2017)} / \text{Tamanho da população por Município (2001-2017)}] \times 100.000$ .

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Precipitação (ICICT/FIOCRUZ), IN011AE (SNIS/MDR).

Figura 10. Mapas de calor no NEB, com imagem ampliada mostrando as áreas de Influência no Estado do RN, via ArqGis.



Legenda: IDmed: [ (a) NEB (b) RN ]; IN011AE (índice de macromedição do volume de água): [ (c) NEB (d) RN ].

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net/DATASUS); IN011AE (SNIS/MDR).

Identificamos a alta correlação inversa das incidências de dengue à precipitação, ao revelar que os locais com menos distribuição de chuva seriam os mais propícios à disseminação da doença. Urbinatti, Menezes e Natal (2007), ao analisarem a resposta da dengue a fatores climáticos, encontraram uma maior resposta à precipitação que à temperatura.

Martins e Vasconcelos Jr. (2017), ao analisarem a precipitação acumulada no NEB, entre 2009 e 2017, evidenciaram que a seca alcançou seus níveis mais severos, a partir de 2012. Uma tendência que se verificou neste estudo junto aos valores médios para as precipitações ocorridas nas capitais do NEB (com médias de 163,4mm, entre 2001-2010; e de 148,2mm, entre 2011 e 2012), conforme dados do COMAER<sup>20</sup>.

A maior ocorrência de dengue, para o período de análise (2001 a 2017), foi em 2015, com cerca de 332 mil casos, seguidos do ano de 2016 (~319 mil casos) e de 2002 (~267 mil casos), justamente após históricos registros de secas intensas sobre o NEB, como revela o INMET (2017). Sugere-se que o período de seca seja um mecanismo acoplado ao processo de maturação dos ovos<sup>21</sup> de *Ae sp.*, de forma a modular um novo ciclo epidemiológico da dengue.

Segundo o INMET (2017), a seca que castigou o semiárido brasileiro entre 2012 e 2017, em especial, o sertão do NEB, foi a pior da história já registrada, intensificando-se, entre junho de 2014 e dezembro de 2016, com picos de seca grave (75%) em dezembro de 2015, evoluindo de março a setembro de 2016, quando atinge máximos que se perduram até dezembro deste ano, inclusive com picos de seca extrema e excepcional. Isto vai ao encontro da correlação negativa entre as IDmed e a precipitação encontrada. Sugere-se haver maiores estudos para um melhor entendimento desta relação, considerando-se os fatores multicausais envolvidos.

Em geral, houve aumento nos indicadores socioeconômicos, de 2000 para 2010, no que tange aos mais diversos aspectos relacionados (educação, renda, longevidade, expectativa de vida, etc.), e que se refletiu na melhoria das condições de vida da população do NEB, considerando-se, neste contexto, as suas interações com o meio e o viver na cidade (sua dinâmica, fluxo, aspectos urbanos). Visto, por exemplo, nos valores médios de IDHM encontrados no NEB, que passou de 0,422 para 0,591, de 2000 para 2010; embora estes índices ainda expressem uma realidade distante daquele observado a nível nacional, que passou de 0,61 para 0,73 no período.

---

<sup>20</sup>Disponível em: <<http://clima.icea.gov.br/clima/>>. Acesso em: 18 abr. 2020.

<sup>21</sup>Estes podem se manter em latência por um longo período. Silva e Silva (1999), ao realizarem experimentos em laboratório, a partir de ovoteca com 3 a 720 dias de dessecação e armazenamento, para análise do período de quiescência de ovos de *Aedes aegypti*, verificaram que a sua maioria (97,2%) eclodiu em larvas com 121 dias, embora tenha havido 0,2% de eclosão com 492 dias.

De acordo com estudo do IPEA (2016), ao analisar os Censos de 2000 e 2010, a região Sudeste se destacou com maior IDHM (0,766 em 2010), seguida do Centro-Oeste (0,757), do Sul (0,754), Norte (0,667) e o NEB (0,591). Embora no Norte e Nordeste houvesse os menores índices, foram as regiões com crescimento mais acelerado de seus IDHM, com destaque, no NEB, aos Estados do MA e PI, com os maiores incrementos sobre este índice, de 0,163 e 0,162, respectivamente, o que possivelmente seja um dos fatores (aliado à baixa distribuição de chuva) que justifique o fato de serem os Estados com as menores IDmed, no período de 2001 e 2017.

No tocante à Renda, houve, neste estudo, correlação positiva de IDmed à renda domiciliar per capita dos 60% mais pobres da população (proporção de indivíduos, de fato, vulnerável). De acordo com dados do SIDRA (IBGE), o NEB apresentou os menores valores de rendimento médio mensal domiciliar (em R\$), dentre as regiões brasileiras, para todo o período de 2001 a 2015 (respectivamente, R\$ 641,56 e R\$ 2.116,78); enquanto registraram-se as maiores médias na Região Sul (R\$ 3.797,00, em 2015); sendo o rendimento médio mensal domiciliar no Território brasileiro de R\$ 1.075,00 e R\$ 3.164,00 para os referidos anos. Este desordenamento socioeconômico imprime inúmeros impactos à população, tornando-a mais vulnerável inclusive à questão da saúde, em especial, às epidemias de dengue, como visto em relação à proporção de pobres, que, em 2010, era de 41,51% no NEB; enquanto, no Território brasileiro, de 15,20%, segundo Censo do IBGE (ATLAS BRASIL, 2013).

Quanto à distribuição do nível de escolaridade, houve maior correlação das IDmed à faixa da população entre 18 e 24 anos no ensino médio (que compreendia 30,33% da população do NEB; enquanto no Brasil, de 47,47%, segundo Censo 2010 do IBGE), seguido do ensino fundamental (57,95%; 74,24%) e, por conseguinte, do ensino superior, este sobre indivíduos acima de 18 anos (5,48%; 13,95%). Como visto, o maior déficit de escolaridade, do NEB em relação ao território brasileiro, encontra-se na educação básica, especificamente sobre o ensino médio, com diferença de 17,14%, embora bem próximo daquele observado sobre o ensino fundamental, de 16,29%.

Em relação às associações de IDmed à taxa de envelhecimento, sua sensibilidade se reflete nos resultados de Silva e Machado (2018a) que encontraram alta associação da dengue a indivíduos nesta faixa etária. O MS aponta maior letalidade desta doença em idosos a partir de 60 anos (59,0% dos óbitos em 2020), sendo os indivíduos acima de 79 anos mais afetados (BRASIL, 2019; 2020). Em 2019, o risco relativo (RR) de morrer por dengue na faixa de 80 anos ou mais (93,0% dos óbitos) foi 126,1% maior quando comparado à faixa etária de 1 a 4 anos, sendo confirmados 710 óbitos por dengue no país (BRASIL, 2019).

Santos *et al.* (2020) destacam que pessoas acima de 60 anos constituem fator de vulnerabilidade territorial ao adensamento urbano e, portanto, um grupo sob alto grau de risco, por se tratar de ser a faixa etária com alta susceptibilidade a doenças infectocontagiosas, (e. g., tuberculose e COVID-19). Neste sentido, os autores apontam a relevância sobre a compreensão das condições de vulnerabilidade como estratégia de monitoramento na evolução de doenças que consideram a distribuição espacial de aspectos particulares à sua ocorrência em determinado território.

Segundo San Pedro *et al.* (2009), a alta densidade populacional nas áreas metropolitanas e a urbanização desordenada contribuem para o agravamento da vulnerabilidade, o que favorece a ocorrência das epidemias de dengue. Para Oliveira *et al.* (2017), o quadro de desigualdade regional do Nordeste, frente às demais Regiões brasileiras, no tocante à conjuntura socioeconômica e de infraestrutura urbana, pode contribuir de forma decisiva para agravar danos e impactos negativos das epidemias de Dengue, Chikungunya e Zika, sobre a Região.

Mondini e Chiaravalloti Neto (2007) analisaram, via AEDE, o risco de dengue sobre fatores socioeconômicos de renda, anos de instrução, analfabetismo e proporção da população em domicílios (com cinco ou mais moradores, água encanada, esgotamento sanitário e coleta de lixo), no município de São José do Rio Preto-SP. Houve resposta primária de dengue aos níveis de instrução e de analfabetismo; embora o estudo tenha sido inconclusivo, sendo sugeridas pesquisas futuras sobre as relações espaciais entre a doença e variáveis como hábitos da população; saneamento e a efetividade das medidas de controle.

Leite (2010), ao estudar correlações entre indicadores socioeconômicos (escolaridade, renda per capita, n.º de moradores, acesso ao saneamento básico) e dengue, em Montes Claros-MG, por AEDE, evidenciaram que seu risco se encontra em áreas de adensamento populacional, sob menor renda e com carência no saneamento básico. Outrossim, apontaram a técnica como um importante instrumento para subsidiar políticas públicas, a fim de subsidiar ações mais efetivas de controle da doença.

Nota-se que o retrato da área propícia às altas incidências de dengue no NEB muito se parece com a região do Semiárido brasileiro. Neste sentido, o IPEA (2000 apud ALVES DA SILVA, 2009) salienta que, no ano de 2000, em 82% dos municípios, englobando mais de 60% da população do Semiárido, houve baixas condições de vida.

Segundo Alcântara Silva *et al.* (2013), observa-se, nitidamente, a forte influência de fatores ambientais, durante décadas, sobre a população do NEB, onde a seca, enquanto fenômeno físico, não pode ser alterada, representando um constante problema que se acentua devido a ausência de uma gestão de riscos, tendo como consequência direta o aumento das

desigualdades e dos conflitos sociais e, por sua vez, desarticulando toda estrutura produtiva local sobre as faixas mais pobres da população.

A alta correlação de IDmed ao índice de macromedição do volume de água – IN011AE, pode ser explicada por uma possível falta de manutenção dos reservatórios de água ou busca por fontes alternativas devido à questão da seca, como visto na área de risco, concentrada na porção ocidental do RN, junto à região do Seridó. Logo, o armazenamento irregular ou inadequado de água propiciaria uma maior proliferação de *Ae sp.*, indo ao encontro de Ramos e Machado (2014), que revelaram uma maior concentração de larvas do mosquito em reservatórios de água do NEB, em 2013, sobre 76,2% do total analisado.

Catão (2011) identificou, por AEDE, um volume médio de casos acumulados de dengue, sobretudo com alta IDmed, junto ao Semiárido. As cidades constituídas por esta Região apresentam, segundo o autor, baixa cobertura de abastecimento de água e baixo índice e regularidade de chuvas, forçando sua população ao armazenamento de água no interior de seus domicílios, criando um habitat ideal para a ovoposição do *Ae sp.*

Quanto às respostas entre IDmed e o percentual da população em domicílios com coleta de lixo, muitos autores vêm discutindo o efeito dos RSU sobre a dengue no NEB. Seus resultados apontam um forte impacto da coleta de lixo sobre a doença e sinalizam para a necessidade da adoção de políticas públicas e de ações contínuas, pelos governos municipais, como estratégias para a sua prevenção (SILVA; MACHADO, 2018; SILVA; MACHADO, 2019; SOBRAL; SOBRAL, 2019).

Segundo Machado (2012), a realidade urbana nacional é caracterizada por históricos processos de crescimento desordenado, planejamento inadequado e investimentos em saúde. Por consequência direta, o saneamento ambiental se tornou um problema central diante do crescimento populacional, das ocupações irregulares que, em conjunto, aumentam exponencialmente riscos de infecções virais nas populações urbana por veiculação hídrica e consumo de alimentos.

Em geral, BILISA detectou regimes de autocorrelação positiva e negativa sobre entre IDmed e demais variáveis, com significância estatística, identificando-se clusters espaciais alto-alto e baixo-baixo, embora com um número reduzido de unidades agregadas. Neste caso, os baixos valores de IGM indicam a distribuição aleatória das análises bivariadas sobre o NEB. Ou seja, os testes demonstram que os indicadores testados não respondem de forma homogênea à doença, o que se justifica pelos múltiplos fatores ambientais que caracterizam um determinado município e, dentro deste, as amplas variações nos aspectos socioeconômicos envolvidos; sobretudo, tempo e no espaço.

Liu *et al.* (2013), ao aplicarem mapa de risco em excesso, via Geoda, para analisaram a distribuição da dengue em Guangdong, na China, entre 2001 e 2006, evidenciaram haver dados suficientes para argumentar que a dengue é provavelmente influenciada por uma combinação complexa de fatores, em vez de um único fator patogênico de foco, incluindo fatores ambientais, demográficos, entomológicos e epidemiológicos.

Almeida, Medronho e Valência (2009), ao aplicarem o índice de Moran, encontraram autocorrelação espacial global significativa para LISA univariada à taxa incidência média de dengue (0,21;  $p < 0,001$ ), quase metade do encontrado neste estudo, de 0,407265 ( $p$ -valor = 0,001). Quanto à BILISA, os autores encontraram valor de IGM daquelas incidências ao percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral de 0,61 ( $p < 0,001$ ); à densidade populacional por área urbana de 0,42 ( $p < 0,001$ ) e ao percentual de domicílios com lavadora de roupas (0,27;  $p < 0,001$ ). O que, de certa forma, explica a relação com o IN011AE.

De acordo com Nys, Engle e Magalhães (2016), os impactos ambientais no NEB aumentaram com as secas, quando encontraram dimensões mais amplas de terras desmatadas, com solos desnudos e matas ciliares destruídas pela ocupação humana nesse ínterim. Nessas situações, as secas contribuíram para aumentar a intensidade da degradação de terras e da desertificação, fatores atualmente considerados como a grande ameaça para as condições de vida no Semiárido.

As secas no Semiárido estão profundamente encravadas, inclusive, na cultura regional, de modo que se inserem em parte da história, da música, da literatura, das crenças, das tradições e da religiosidade de sua população, o que faz com que ilustres artistas e escritores do Nordeste dediquem o melhor da sua criatividade ao tema da seca e aos seus impactos (NYS, ENGLE e MAGALHÃES, 2016).

Embora o Programa Cisternas tenha sido implementado para garantir o acesso da população à água para consumo humano e articulado à redução da pobreza e extrema pobreza, a literatura evidencia precariedades destas instalações, sobretudo, falta de tratamento e armazenamento irregular da água em seus sistemas (BRASIL, 2010d). Logo, sugerimos que a questão da seca, marcante no NEB, aliado à problemática destas cisternas, auxilie a aumentar o ciclo reprodutivo do *Aedes aegypti* o que, por sua vez, explica as altas incidências de dengue.

De acordo com Gleick (1989, p. 75), não só na pesquisa, mas também no mundo cotidiano, estaríamos todos melhores se um maior número de pessoas compreendesse que os sistemas não-lineares simples não dispõem necessariamente de propriedades dinâmicas simples. Neste sentido, declarações dessa natureza permitem reforçar a hipótese do surgimento de uma nova concepção de ciência, menos confiante no determinismo, mais atenta às variações

bruscas dos fenômenos regidos por equações não-lineares, inclusive o próprio meio ambiente, cujo comportamento futuro pode reservar surpresas imprevisíveis.

### 7.1.3 Políticas Públicas aplicadas ao Saneamento Ambiental

As políticas públicas e ações em Saneamento Ambiental, enfatizadas pelas análises de ERM e BILISA, como de alto risco à dengue, foram detalhadas a partir da análise de informações (sob forma de questionário) contidas nos dados do SNIS – MCID (BRASIL, 2018i), para anos de 2017 e 2018, sendo relacionadas IDmed, a partir da categorização dos dados, por Coeficiente de Correlação de Pearson e MLG, este via método binomial *link logit*.

A Política de Saneamento Básico – PNSB foi estabelecida conforme Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007b). Em 2017, somente 6,58% de 11,04% dos municípios do NEB que declararam implementá-la (cód. SNIS PO001), apresentaram sua data de aprovação (PO002). Enquanto, em 2018, 7,64% de 12,82%, sendo 18,26% destas implementações efetivadas em 2017 e 11,73% em 2018, totalizando 30% de 230 municípios declarados nos últimos dois anos.

Quanto ao Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, elaborado nos termos estabelecidos na Lei 11.445/2007, somente 7% de 10,09% municípios que declararam implementá-la (PO028) em 2017, apresentaram data de aprovação (PO029); enquanto, em 2018, 7,53% de 12,1%; embora com uma redução de 37 para 28 municípios implementados, respectivamente, em 2017 e 2018.

Ainda em relação ao PMSB, cerca de 7,3% dos municípios do NEB declararam abranger limpeza pública e manejo de resíduos sólidos (PO036), esgotamento sanitário (PO035), drenagem urbana e manejo de águas pluviais (PO037) e abastecimento de água (PO034).

Quanto ao Consórcio Intermunicipal, regulamentado pela Lei nº 11.107/2005 com atribuições sobre a gestão ou prestação de serviços de manejo de RSU (PO042). Em 2017, 7% dos 11,04% municípios integrantes informaram o número e ano da Lei Municipal sobre autorização para constituí-lo; enquanto, em 2018, todos os 132 municípios (7,36%), que declararam, apresentaram as devidas informações de autorização, sendo 16 em 2017 e apenas 6 em 2018. (PO045). Observe que houve um retrocesso considerável em torno desta política.

Quanto ao Plano de Gestão de Resíduos Sólidos - PGRS, estabelecido conforme Lei nº 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos; entre 2017 e 2018, passou de 12,15% para 13,38% municípios atendidos com o referido Plano (PO048); dos quais,

respectivamente, 76,6% e 77,08% informaram ser o referido PGRS individualizado (PO050). Verifica-se uma redução drástica no número de municípios que apresentaram sua referida aprovação (PO049), entre 2015 e 2019, de 21 para somente 4, respectivamente. Ainda assim, nenhum município declarou haver implementado sistema de informação municipal de saneamento (cód. SNIS PO027).

Nota-se um problema estruturado sobre implementação de políticas públicas de saneamento, no NEB, com baixo número de municípios participantes, e redução ainda maior sobre aqueles que apresentaram suas referidas datas de aprovação. Como exemplo, cita-se o PGRS, embora com maior abrangência, apenas 13,38% dos municípios do NEB declararam possuí-la, em 2018; apenas 7,08% apresentaram data de aprovação. Ainda assim, nos municípios participantes, há uma redução significativa daqueles que adotaram parâmetros para garantia sobre cumprimento de serviços e metas, o que caracteriza a falta de comprometimento do gestor público quanto à fiscalização e aplicabilidade da Lei, ou seja, uma dura realidade que se projeta nas baixas respostas encontradas à IDmed, tanto pelo Coeficiente de Correlação de Pearson como por MLG.

Quanto às correlações entre IDmed e Políticas de Saneamento, via Determinante de Pearson, destacou-se as ações implementadas em 2018, em especial, junto à Política Nacional de Saneamento Básico - PNSB (PO001), sob resposta de 9,13% ( $p\text{-valor} \leq 0,0001$ ), inclusive quanto aos serviços sob sua abrangência (PO004, PO005, PO006 e PO007); sobretudo, ao esgotamento sanitário (cód. SNIS PO005), com resposta de 9,36%, embora sob baixa significância ( $p\text{-valor} = 0,0718$ ). Houve menores correlações junto às metas do PMSB, sobre RSU e abastecimento de água, respectivamente, Cód. SNIS PO040 e PO038 (Tabela 8).

A Tabela 9 apresenta os coeficientes sobre estimativas e seus ajustes para regressão por MLG, pelo método de ligação binomial – *link logit*, entre IDmed (variável dependente) e as políticas públicas. O teste atribuiu, em 2017, maior z-valor ao PO001 (sob alto nível de significância:  $z = 3,467$ ;  $p\text{-valor} = 0,0005$ ), ou seja, houve melhor resposta das incidências de dengue aos municípios que implementaram a Política de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007). Enquanto, em 2018, ao PO005 (embora sob baixa significância:  $z = 2,167$ ;  $p\text{-valor} = 0,0302$ ), ou seja, se política de saneamento implementada pelo município abrange o serviço de esgotamento sanitário. Nota-se, em 2017, um maior número de políticas, planos e ações implementados pelos municípios, o que corrobora para o melhor ajuste do modelo (AIC).

A Tabela 10 apresenta a distribuição dos municípios do NEB por políticas de saneamento, conforme classificação de risco sobre incidências de dengue (alta, média e baixa), a partir de médias obtidas entre 2001 e 2017.

Tabela 8. Políticas Públicas sobre Saneamento Básico, distribuídas pelos municípios do NEB, com referidos testes de Correlação de Pearson ( $\rho$ ), com suas significâncias (p-valor), em relação às IDmed.

| Componentes de Políticas Públicas sobre Saneamento (SNIS)                         | Nº Municípios |      | Incidências Dengue vs Políticas ( $\rho$ ) |         |               |               | $\rho$ ( $\bar{X}$ ) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|--------------------------------------------|---------|---------------|---------------|----------------------|
|                                                                                   | 2017          | 2018 | $\rho$ (2017)                              | p-valor | $\rho$ (2018) | p-valor       |                      |
| <b>PO001 – O município possui Política de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007)</b> | 198           | 230  | 0,0501                                     | 0,0338  | <b>0,0913</b> | <b>0,0001</b> | 0,0707               |
| <b>PO002 – O município forneceu data de aprovação da Política (PSB)</b>           | 118           | 136  | 0,0129                                     | 0,5847  | <b>0,082</b>  | <b>0,0005</b> | 0,0475               |
| <b>PO004 – A Política abrange abastecimento de água</b>                           | 136           | 137  | 0,0198                                     | 0,4013  | <b>0,0744</b> | <b>0,0016</b> | 0,0471               |
| <b>PO005 – A Política abrange esgotamento sanitário</b>                           | 133           | 143  | 0,0241                                     | 0,3074  | <b>0,0936</b> | 0,0718        | 0,0589               |
| <b>PO006 – A Política abrange limpeza pública e manejo de RSU</b>                 | 142           | 146  | 0,0112                                     | 0,6355  | <b>0,0815</b> | <b>0,0005</b> | 0,0464               |
| <b>PO007 – A Política abrange drenagem urbana e manejo de águas pluviais</b>      | 128           | 132  | 0,0164                                     | 0,4868  | <b>0,0847</b> | <b>0,0003</b> | 0,0506               |
| PO008 – As metas da Política para abastecimento de água são cumpridas             | 101           | 94   | 0,0158                                     | 0,5042  | 0,0774        | 0,0010        | 0,0466               |
| PO010 – As metas da Política para esgotamento sanitário estão sendo cumpridas     | 81            | 78   | 0,0280                                     | 0,2359  | 0,0635        | 0,0072        | 0,0458               |
| PO012 – As metas da Política para limpeza púb. e manejo de RSU são cumpridas      | 97            | 93   | 0,0068                                     | 0,7739  | 0,0589        | 0,0126        | 0,0329               |
| PO014 – As metas da Política para drenagem urbana e manejo de águas pluviais      | 76            | 73   | 0,0244                                     | 0,3019  | 0,0650        | 0,0059        | 0,0447               |
| PO016 – O município adotou parâmetros para garantia da saúde pública              | 117           | 0    | 0,0073                                     | 0,7571  |               |               | 0,0037               |
| PO017 – Adotou parâmetros para garantia do abastecimento de água                  | 109           | 0    | 0,0033                                     | 0,8878  |               |               | 0,0017               |
| PO018 – Adotou parâmetros para garantia do esgotamento sanitário                  | 95            | 0    | 0,0165                                     | 0,486   |               |               | 0,0083               |
| PO019 – Adotou parâmetros para garantia da limpeza pública e manejo de RSU        | 109           | 0    | 0,0015                                     | 0,9483  |               |               | 0,0008               |
| PO020 – Adotou parâmetros para drenagem urbana e manejo de águas pluviais         | 95            | 0    | 0,0029                                     | 0,9015  |               |               | 0,0015               |
| PO021 – O município definiu mecanismos de participação e controle social          | 118           | 99   | 0,0247                                     | 0,2961  | 0,0628        | 0,0078        | 0,0438               |
| PO022 – Conselho ou órgão colegiado                                               | 101           | 89   | 0,0259                                     | 0,2724  | 0,0613        | 0,0094        | 0,0436               |
| PO023 – Conferência                                                               | 76            | 63   | -0,0129                                    | 0,5838  | 0,0337        | 0,1528        | 0,0233               |
| PO024 – Audiência pública                                                         | 95            | 76   | 0,0112                                     | 0,6367  | 0,0241        | 0,308         | 0,0177               |
| PO026 – O município fixou os direitos e deveres dos usuários                      | 93            | 0    | 0,0321                                     | 0,1736  |               |               | 0,0161               |
| PO027 - O município implementou o sistema de informação de saneamento?            | 0             | 0    |                                            |         |               |               | 0,0000               |
| PO028 – O município possui PMSB, conforme Lei 11.445/2007                         | 181           | 217  | 0,0677                                     | 0,0041  | 0,0428        | 0,0697        | 0,0553               |
| PO029 – O município forneceu data de aprovação do PMSB                            | 126           | 135  | 0,0517                                     | 0,0285  | 0,0325        | 0,1688        | 0,0421               |
| PO034 – O PMSB abrange abastecimento de água                                      | 129           | 136  | 0,0424                                     | 0,0729  | 0,0376        | 0,1118        | 0,0400               |
| PO035 – O PMSB abrange esgotamento sanitário                                      | 126           | 136  | 0,0476                                     | 0,0439  | 0,0451        | 0,0564        | 0,0464               |
| PO036 – O PMSB abrange limpeza pública e manejo de RSU                            | 131           | 129  | 0,0402                                     | 0,0887  | 0,0457        | 0,0531        | 0,0430               |

|                                                                                 |     |     |               |        |        |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|--------|--------|--------|--------|
| PO037 – O PMSB abrange drenagem urbana e manejo de águas pluviais               | 124 | 128 | 0,0418        | 0,0768 | 0,0445 | 0,0597 | 0,0432 |
| PO038 – As metas do PMSB para abastecimento de água estão sendo alcançadas      | 55  | 55  | 0,0100        | 0,6724 | 0,0215 | 0,3628 | 0,0158 |
| PO039 – As metas do PMSB para o esgotamento sanitário estão sendo alcançadas    | 35  | 33  | 0,0313        | 0,1848 | 0,0291 | 0,2179 | 0,0302 |
| PO040 – As metas do PMSB para RSU estão sendo alcançadas                        | 42  | 37  | 0,0091        | 0,7015 | 0,0210 | 0,3727 | 0,0151 |
| PO041 – As metas do PMSB para drenagem de águas pluviais estão sendo alcançadas | 33  | 24  | -0,0300       | 0,2043 | 0,0176 | 0,4566 | 0,0238 |
| PO042 – O município integra Consórcio Intermunicipal (Lei nº 11.107/2005)       | 196 | 132 | 0,0674        | 0,0043 | 0,0344 | 0,1454 | 0,0509 |
| PO045 – Informou a Lei Municipal que autoriza a constituição do Consórcio       | 143 | 132 | 0,0879        | 0,0001 | 0,0344 | 0,1454 | 0,0612 |
| PO048 – O município possui PGRS, conforme a Lei nº 12.305/2010                  | 218 | 240 | 0,0448        | 0,0577 | 0,0572 | 0,0155 | 0,0510 |
| PO049 – O município forneceu data de aprovação do PGRS                          | 138 | 127 | 0,0672        | 0,0044 | 0,0342 | 0,148  | 0,0507 |
| PO050 – O PGRS referido anteriormente é individualizado                         | 167 | 185 | 0,0344        | 0,1452 | 0,0487 | 0,0391 | 0,0416 |
| $\bar{X}$                                                                       | 113 | 95  | <b>0,0267</b> |        | 0,0517 |        | 0,0350 |

Legenda: IDmed = Incidências Anuais Médias de Dengue = [Casos de Dengue (médias anuais entre 2001 e 2017) / Tamanho da população por Município (2001-2017)] x 100.000; PMSB = Plano Municipal de Saneamento Básico; PGRS = Plano de Gestão em Resíduos Sólidos; RSU = Resíduos Sólidos Urbanos.

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Políticas públicas sobre Saneamento (SNIS/MDR) em 2017 e 2018.

Tabela 9. Distribuição dos coeficientes sobre estimativas e seus ajustes para regressões entre Política de Saneamento vs IDmed, por Modelos Lineares Generalizados – MLG, método de ligação Binomial – *link logit*, sobre informações (SNIS), anos 2017 e 2018.

| Coeficientes | Políticas de Saneamento em 2017 |             |          |          |     | Políticas de Saneamento em 2018 |             |          |          |     |
|--------------|---------------------------------|-------------|----------|----------|-----|---------------------------------|-------------|----------|----------|-----|
|              | Estimativa                      | Erro padrão | z-valor  | p-valor  | NF  | Estimativa                      | Erro padrão | z-valor  | p-valor  | NF  |
| Intercepto   | -0,9356                         | 0,0591      | -15,8220 | < 0,0001 | *** | -0,8921                         | 0,0586      | -15,2290 | < 0,0001 | *** |
| PO001        | 1,1910                          | 0,3435      | 3,467    | 0,0005   | *** | 0,4367                          | 0,3203      | 1,363    | 0,1728   |     |
| PO002        | -0,4888                         | 0,49735     | -0,9830  | 0,3257   |     | -0,0347                         | 0,4281      | -0,081   | 0,9354   |     |
| PO004        | 2,2096                          | 1,2297      | 1,797    | 0,0724   | .   | -0,8902                         | 0,7278      | -1,2230  | 0,2213   |     |
| PO005        | -0,5008                         | 1,00685     | -0,4970  | 0,6189   |     | 2,4208                          | 1,1171      | 2,1670   | 0,0302   | *   |
| PO006        | -0,9358                         | 0,98804     | -0,9470  | 0,3436   |     | -1,5359                         | 1,0504      | -1,4620  | 0,1437   |     |
| PO007        | -1,3199                         | 1,10296     | -1,1970  | 0,2314   |     | 0,3631                          | 0,8338      | 0,435    | 0,6633   |     |
| PO008        | -0,3675                         | 0,70825     | -0,5190  | 0,6039   |     | 0,0020                          | 0,5838      | 0,003    | 0,9973   |     |
| PO010        | 0,4926                          | 0,7353      | 0,670    | 0,5029   |     | 0,3478                          | 0,6828      | 0,5090   | 0,6105   |     |
| PO012        | -1,3749                         | 0,80157     | -1,7150  | 0,0863   | .   | -0,7863                         | 0,6763      | -1,1630  | 0,2450   |     |
| PO014        | 0,7634                          | 0,7702      | 0,991    | 0,3215   |     | 0,5193                          | 0,6533      | 0,7950   | 0,4267   |     |

|                     |         |         |         |           |                     |        |         |          |
|---------------------|---------|---------|---------|-----------|---------------------|--------|---------|----------|
| PO016               | 0,1141  | 1,1484  | 0,099   | 0,9209    |                     |        |         |          |
| PO017               | 0,4679  | 1,2739  | 0,367   | 0,7134    |                     |        |         |          |
| PO018               | 0,1625  | 0,9956  | 0,163   | 0,8703    |                     |        |         |          |
| PO019               | -1,1978 | 1,18710 | -1,0090 | 0,3130    |                     |        |         |          |
| PO020               | 0,4814  | 0,9858  | 0,488   | 0,6253    |                     |        |         |          |
| PO021               | -0,3320 | 0,92808 | -0,3580 | 0,7205    | 0,1490              | 0,9678 | 0,1540  | 0,8776   |
| PO022               | 0,3715  | 0,7175  | 0,518   | 0,6047    | 0,3839              | 0,8469 | 0,4530  | 0,6504   |
| PO023               | -1,4550 | 0,57161 | -2,5450 | 0,0109 *  | -0,4274             | 0,5660 | -0,755  | 0,4502   |
| PO024               | 0,5586  | 0,6723  | 0,831   | 0,4060    | -0,5201             | 0,6239 | -0,8340 | 0,4045   |
| PO026               | 0,2681  | 0,5755  | 0,466   | 0,6414    |                     |        |         |          |
| PO028               | -0,3011 | 0,41316 | -0,7290 | 0,4661    | -0,6455             | 0,3484 | -1,8530 | 0,0639 . |
| PO029               | 0,4582  | 0,6254  | 0,733   | 0,4637    | 0,0782              | 0,5091 | 0,1540  | 0,8779   |
| PO034               | -0,3284 | 1,26255 | -0,2600 | 0,7948    | -0,8774             | 1,4168 | -0,6190 | 0,5357   |
| PO035               | 0,3360  | 1,3813  | 0,243   | 0,8078    | -0,7015             | 1,7199 | -0,4080 | 0,6834   |
| PO036               | 0,3013  | 0,8926  | 0,338   | 0,7357    | 2,1602              | 1,2124 | 1,7820  | 0,0748 . |
| PO037               | -0,2217 | 0,97234 | -0,2280 | 0,8196    | -0,3377             | 0,9443 | -0,3580 | 0,7207   |
| PO038               | -0,3574 | 0,56493 | -0,6330 | 0,5270    | 0,0729              | 0,5435 | 0,1340  | 0,8933   |
| PO039               | 0,6460  | 0,7249  | 0,891   | 0,3729    | -0,6419             | 0,7798 | -0,8230 | 0,4104   |
| PO040               | 0,7130  | 0,7261  | 0,982   | 0,3261    | -0,2646             | 0,6425 | -0,4120 | 0,6804   |
| PO041               | -1,6289 | 0,83775 | -1,9440 | 0,0518 .  | 0,6406              | 0,8212 | 0,7800  | 0,4353   |
| PO042               | -0,2160 | 0,26956 | -0,8010 | 0,4229    | 0,0037              | 0,2165 | 0,017   | 0,9862   |
| PO045               | 0,8677  | 0,2955  | 2,937   | 0,0033 ** |                     |        |         |          |
| PO048               | -0,4381 | 0,32837 | -1,3340 | 0,1821    | 0,4824              | 0,2967 | 1,6260  | 0,1040   |
| PO049               | 0,5149  | 0,3405  | 1,512   | 0,1305    | -0,3623             | 0,3083 | -1,1750 | 0,2399   |
| PO050               | 0,2695  | 0,3228  | 0,835   | 0,4038    | -0,1640             | 0,3007 | -0,5450 | 0,5855   |
| <b>AIC = 2202,8</b> |         |         |         |           | <b>AIC = 2215,3</b> |        |         |          |

Legenda: IDmed = Incidências Médias de Dengue = [Casos de Dengue (médias anuais entre 2001 e 2017)]/[Tamanho da população por Município (2001-2017)] x 100.000.

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Políticas públicas sobre Saneamento (SNIS/MDR), em 2017 e 2018.

Observa-se na Tabela 10 que houve altas incidências em somente em quatro (1,74%) de 230 municípios que implementaram a Política - PNSB; embora tenha ocorrido em 25,5% dos 240 municípios que implementaram o PGRS. Ainda que houvesse neste um maior número de municípios, sugere-se que a baixa resposta da política à dengue se deva em função do descaso do poder público com a manutenção dos serviços por este Plano regulados (garantia de aplicação de seus parâmetros e metas a serem cumpridas) .

Ressalta-se que São Luis-MA foi a capital do NEB com a menor IDmed; e, dentre estas, a única capital, entre 2001 e 2015, a apresentar um Plano de Saneamento (em conformidade com a Lei nº 11.445/2007) e outras ações a esta lei associadas, visto a partir de análise junto a dados do SNIS, o que evidencia uma preocupação dos seus gestores municipais com a regulação dos serviços públicos e a consequente melhoria da qualidade de vida da população.

Tabela 10. Municípios do NEB distribuídos por Política do SNIS, em função do risco por IDmed - PNUD (BRASIL, 2009): baixa ( $\leq 99$  casos/100 mil hab.), média (de 100 a 299 casos/100 mil hab.) e alta ( $\geq 300$  casos/100 mil hab.).

| Política SNIS | Total de Municípios | Nº (%) de Municípios/risco de Incidência |            |             |  |       |  |
|---------------|---------------------|------------------------------------------|------------|-------------|--|-------|--|
|               |                     | alta                                     |            | média       |  | baixa |  |
| PNSB          | 230                 | 4 (1,74)                                 | 88 (38,26) | 138 (60,00) |  |       |  |
| PMSB          | 217                 | 30 (13,82)                               | 80 (36,87) | 107 (49,31) |  |       |  |
| PGRS          | 240                 | 54 (22,50)                               | 92 (38,33) | 94 (39,17)  |  |       |  |

Legenda: IDmed = Incidências Anuais Médias de Dengue = [Casos de Dengue (médias anuais entre 2001 e 2017) / Tamanho da população por Município (2001-2017)] x 100.000; PGRS = Plano de Gestão em Resíduos Sólidos; PMSB = Plano Municipal de Saneamento Básico; PNSB = Plano Nacional de Saneamento Básico.

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Casos de Dengue (SINAN-Net); Políticas públicas em Saneamento (SNIS/MDR), 2017-2018.

Nesta Seção, identificamos que, dentre os instrumentos de políticas públicas voltados ao enfrentamento da dengue, destaca-se a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n. 11.445/2007, que se mostrou efetiva na redução das altas incidências, observadas em apenas 4 de 230 municípios do Nordeste brasileiro que declararam implementar a referida Lei no ano de 2018, indo ao encontro das correlações encontradas na demonstração desta tese.

Com toda problemática apresentada por esta pesquisa, entende-se que a medida do risco de dengue, embora envolva múltiplos e complexos sistemas, afere alta associação às variáveis de saneamento. As análises apontam para a necessidade de mitigar uma gestão municipal que tome por base, a priori, a Política Nacional de Saneamento Básico (destacado nas correlações de IDmed à proporção da população em domicílios com coleta de lixo e ao índice de macromedição do volume de água.

Ao Estado cabe, ainda, o planejamento, aplicação e fiscalização sobre a implementação desta política e, por conseguinte, sobre o estabelecimento de seus parâmetros e de suas ações, além do cumprimento de suas metas, a fim de cercear a execução dos serviços por esta política regulados, de forma a garantir a qualidade de vida da população, principalmente nos municípios mais vulneráveis ao risco de dengue, identificados por BILISA e ERM. Uma dura e distante realidade, visto que os 230 municípios que implementaram o PLANSAB em 2018 representam apenas 12,82% dos que compõem o Nordeste brasileiro.

Diversos países vêm incorporando o conceito de avaliação de impacto (ou risco) à Saúde, com o objetivo de introduzir a perspectiva da saúde na elaboração de políticas públicas, para identificar sistematicamente as potenciais desigualdades originadas da implementação de uma política, plano ou projeto, propondo assim mudanças que promovam a equidade em saúde (SILVEIRA *et al.*, 2012).

A Lei nº 11.445/2007, regulamentada pelo Decreto nº 7.217/2010, determina, em seu Art. 52, a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab, sob a coordenação do MCID, com fins a definir diretrizes nacionais para o saneamento básico, com o estabelecimento de objetivos, metas e estratégias nacionais e macrorregionais de governo, para um horizonte de 20 anos, em busca da universalização e do aperfeiçoamento na gestão dos serviços em todo o País. Desta forma, o Plano pretende promover a articulação nacional dos entes federados, sendo instrumento fundamental para a retomada da capacidade orientadora e planejadora do Estado, na condução da política pública de saneamento básico, da qual se constitui como eixo central (MORAES *et al.*, 2014).

Em 2007, o Congresso aprovou a Lei nº 11.445/07, estabelecendo as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, com o objetivo de assegurar o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem de águas pluviais urbanas. Na tentativa de coordenar esforços, o Congresso atribuiu à União a competência para elaborar um Plano Nacional de Saneamento Básico. Redigida em 2014, a versão atual definiu como metas a universalização do abastecimento de água até 2023 e o atendimento de 92% da população com rede de esgoto até 2033, no entanto, tudo indica que essas metas não serão cumpridas.

Como consequência dessa infraestrutura insuficiente de saneamento ou, até mesmo, pela sua falta, 35% dos municípios brasileiros (1.933) registraram, em 2017, epidemias ou endemias associadas ao problema, segundo dados do IBGE: 1.501 municípios (26,9%) associados à dengue, 23,1% à disenteria e 17,2% a verminoses (PSB, 2019).

Em 2015, a ONU reconheceu o saneamento básico como um direito humano, cabendo ao poder público o dever de viabilizar investimentos no setor, haja vista ser a manutenção da atual infraestrutura, clamorosamente insuficiente, uma vergonha nacional (PSB, 2019). De acordo com a FUNASA (2004), associado a esse direito, o conceito de promoção da saúde, proposto pela OMS, é visto como o princípio norteador das ações em saúde, em todo o mundo; e parte do pressuposto de que as condições ambientais são os seus determinantes mais importantes, sendo então entendido como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e que não restringe o problema sanitário ao âmbito das doenças. Ainda segundo a FUNASA (2004), a utilização do saneamento como instrumento de promoção à saúde pressupõe a superação dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que têm dificultado a extensão dos benefícios aos residentes em áreas rurais e localidades de pequeno porte.

O Plansab é resultado de um processo planejado em três etapas, dentre as quais, destaca-se a primeira (por estar intimamente relacionada ao escopo desta pesquisa: o risco da dengue com recomendação de políticas públicas), no tocante à formulação do “Pacto pelo Saneamento Básico: mais saúde, qualidade de vida e cidadania”, que marca o início do processo participativo de elaboração do Plano em 2008 (BRASIL, 2007b apud MORAES *et al.*, 2014).

Segundo Santos *et al.* (2016), a implementação do Plansab, especialmente no que se refere ao acesso contínuo de água com qualidade, drenagem e manejo das águas de chuva, destino adequado dos resíduos sólidos e esgotamento sanitário, principalmente nas periferias urbanas representa uma medida fundamental para o controle da tríplice epidemia por *Ae sp.* (Dengue, Zika e Chicungunha) e para a promoção da saúde.

Santos *et al.* (2016) sugerem, ainda, uma intervenção complexa que envolva, além da participação popular, os três níveis governamentais, inclusive, com o comprometimento do MS e do MCID na sua priorização e na atuação conjunta, tanto no planejamento como no acompanhamento da implantação do Plansab, o que traria um impacto significativo e duradouro não somente àquelas epidemias, sobretudo a um conjunto de doenças de transmissão hídrica e vetorial.

De acordo com a OMS (2016), cerca de 95% dos casos de dengue poderiam ser evitados por gestão ambiental, em especial, sobre a gestão dos RSU, Soler (2016), ao analisar a situação brasileira dos PNRS, constatou sua baixa implementação, sendo apontado pela OMS (2016), como efetivo risco, ao considerar que a disposição inadequada do RSU cria condições favoráveis à proliferação do *Ae sp.*

O autor acrescenta ainda que, entre 2007 e 2014, embora tenha sido destinada uma autorização orçamentária na ordem de R\$ 268 milhões anuais, a execução orçamentária não alcançou mais do que 5%. Além disso, o PGRS deixou de ser um programa no Plano Plurianual - PPA (2012 a 2015) para ser apenas um objetivo no PPA (2016 a 2019). Sendo que, até 2016, somente nove Estados possuíam PGRS, o que indicou estar este Plano fora da agenda política prioritária do Governo Federal.

Costa *et al.* (2018), analisaram a influência da gestão integrada de RSU como instrumento efetivo para a redução das arboviroses transmitidas pelo *Ae sp.* junto a 12 municípios do semiárido paraibano. Todos com características socioambientais comuns: baixo IDH, intermitência no fornecimento de água, ausência de redes de coleta e tratamento de esgotos e, como agravante principal alta incidência de Dengue. Os autores apontam, ainda, a necessidade de viabilizar estratégias eficientes e sustentáveis de controle ao *Ae*, na perspectiva socioambiental que inclua, sobretudo, a gestão dos RSU.

Constatou-se haver, nos municípios estudados por Costa *et al.* (2018), foco restrito no *Ae sp.*, com esforços centrados apenas nas consequências da tríplice endemia, ao invés do desenvolvimento sobre estratégias de investimento em saneamento básico, que quando inexistente ou é ineficiente, corrobora para gerar criadouros do vetor, além de outros problemas de saúde pública. Ressaltou-se, ainda, a ausência de atuação e envolvimento dos gestores públicos nas ações conjuntas sobre saúde/saneamento, com tendência a se eximirem de suas responsabilidades.

Atenção especial deve ser dada à população de indivíduos na faixa de 60 anos ou mais. Segundo Ramos, Veras e Kalache (1987), no período de 1980 ao ano 2000, paralelamente a um crescimento da população total de 56%, estimava-se um aumento da população idosa no Brasil de mais de 100%. A faixa etária com 60 anos ou mais passaria de 5% da população total, em 1960, para 14% em 2025, quando então o país irá configurar uma proporção de idosos semelhante ao que se registra hoje em países desenvolvidos.

Araújo (1992) ressalta que o envelhecimento da população tende a proporcionar, nas próximas décadas, desafios cada vez maiores aos serviços de saúde, particularmente em regiões onde a polarização epidemiológica se faz mais presente. E, a partir disto, sugere que o delineamento de políticas específicas para pessoas idosas se faz altamente necessário, sendo imprescindível o conhecimento das necessidades e condições de vida desse segmento etário.

Logo, as recomendações para políticas públicas sobre as áreas de influência sobre alto risco de dengue caminham ao encontro daquelas propostas por MACHADO (2013), aqui

anteriormente descritas, em particular, à luz da Política Federal de Saneamento Básico - Lei nº. 11.445/2007, uma vez que a falta de acesso ou má distribuição da água, como propõe Sardão (2016), pode se tratar de um risco claro ou potencial para desenvolvimento e proliferação de focos de mosquitos, como o *Ae sp.*

Ressalta-se a (falta de) responsabilidade dos gestores municipais pelas diretrizes voltadas ao saneamento básico, no que diz respeito à formulação de ações e políticas, à prestação dos serviços diretamente ou por delegação a outrem, e quanto à definição do ente regulador e fiscalizador, tudo estabelecido na Lei nº 11.445/2007. Segundo Souza *et al.* (2015), essa é uma postura que, quando conjugada com a instituição do controle social (o qual é estabelecido por esta mesma lei e também cerceado pelo princípio fundamental do saneamento), vai além da prevenção e se revela muito mais próxima da promoção em saúde, indo, desta forma, ao encontro do influxo natural dos acontecimentos sociais e políticos.

No entanto, analisando-se todas estas diretrizes com o ideário da promoção em saúde, constata-se que não são derivadas de uma postura consciente por parte de seus propositores (SOUZA *et al.*, 2015, p.97 e 98).

Segundo Machado *et al.* (2013), uma das premissas para a promoção da relação saúde-saneamento-cidade é de que as políticas públicas possam contribuir para a redução de iniquidades como condição para uma sociedade sustentável. Logo, ações de ordem jurídico-administrativa precisam ser instituídas aos atores-chave do processo, com vistas a satisfazer às necessidades sanitárias básicas, uma das principais fontes dos problemas de saúde pública, particularmente, em áreas urbanas.

Neste sentido, propõe-se, dentre outros objetivos, dar ênfase às iniquidades em saúde que envolvam doenças relacionadas a esta problemática, tanto no que tange às causas sociais quanto à conscientização dos riscos que se comprovam por meio de estudos epidemiológicos. Para isto, faz-se necessária uma política de assistência por parte da União e dos Estados que possibilite aos municípios, especialmente os de médio e de pequeno porte, a ampliação real das chances de adequação aos requisitos da Lei nº 11.445/2007, que trata da Política Federal de Saneamento Básico, de modo a consolidar, de forma definitiva, ações de saneamento efetivas, eficientes e eficazes, nos moldes dos princípios da universalidade, integralidade e equidade do SUS.

De fato, avançar nesse sentido passa pela apropriação, por parte da sociedade, de instrumentos de participação e controle social (PITERMAN, HELLER e REZENDE, 2013).

## CONCLUSÕES

Este estudo trilhou diferentes caminhos probabilísticos para investigar a associação entre as incidências de dengue e os determinantes climáticos e socioambientais e, a partir disto, apontar aqueles mais correlacionados à doença. Com isto, foi possível elucidar algumas características destas associações sobre os municípios do NEB, com a identificação das áreas de influência sob alto risco tanto em relação à doença quanto aos fatores ambientais potencialmente envolvidos e, por sua vez, pela recomendação de ações em políticas públicas de governança em saúde e socioambiental para melhoria da qualidade de vida da população.

As análises evidenciaram maior correlação, tanto estatística (Correlação de Pearson) quanto espacial (por Moran e *Cluster Espacial*), das Incidências de Dengue à precipitação, em especial sob seus menores volumes, o que aponta ser a questão da seca determinante no ciclo reprodutivo do *Ae sp.*, principal vetor transmissor da doença. Estudos consideram a associação entre as variáveis climatológicas sobre os casos de dengue, controlada também pelo efeito da sazonalidade, ao longo do tempo (SOUZA *et al.*, 2007; CORDEIRO *et al.*, 2011; GOMES; NOBRE; CRUZ, 2012; LEKDEE e INGSRISAWANG, 2013; BARBOSA *et al.*, 2014).

Embora seja sabido que, a curto prazo, os picos de dengue sejam antecidos por períodos chuvosos, em uma escala anual, este estudo demonstrou serem as regiões mais secas aquelas sob altas incidências de dengue, como visto no Rio Grande do Norte, área de influência permanente da doença.

Ressalta-se que, a produção do conhecimento sobre as incidências de dengue no Nordeste brasileiro não se dá de forma neutra; sobretudo, está inserida em um contexto político-social-natural, que envolve baixas condições de renda e de escolaridade e descomprometimento do Estado com as políticas integradoras de Saneamento.

O Coeficiente de Correlação de Pearson revelou alta resposta das IDmed ao percentual da população, entre 18 e 24 anos, no ensino médio e à proporção dos 60% mais pobres da população do NEB.

Em se tratando do saneamento, o índice de macromedição do volume de água (IN011AE) foi o mais correlacionado ao IDmed, visto pelo método ERM; embora esta relação se mostre concentrada em uma pequena porção ocidental do RN, conforme *clusters* espaciais. Destaca-se que os demais testes de correlação, tanto estatísticos, quanto espaciais, mostram sua alta associação à doença.

No tocante às análises utilizadas neste estudo, nem sempre um único modelo é capaz de permitir especificar a realidade de forma clara e precisa, visto os inúmeros fatores acoplados à dengue, considerando-se inclusive as especificidades regionais e locais, diante de variações produzidas no tempo e no espaço.

Quanto às áreas de influência sob alto risco de dengue, a análise exploratória de dados espaciais, por triangulação de diferentes métodos (Moran, ERM, Cluster Espacial – Skater e Mapas de Calor), permitiu evidenciar que as incidências de dengue prevalecem sobre a região semiárida do Nordeste, intimamente relacionadas ao aspecto da seca, uma vez que se destacou Estado do RN, na porção mais ocidental e sob as mais baixas distribuições de precipitação acumulada do NEB.

Dentro do RN, foi possível identificar, através dos *clusters* espaciais, as Microrregiões de Pau dos Ferros, de Umarizal e do Seridó Oriental, sob altas IDmed, quando associada às baixas distribuições de chuva e ao alto volume armazenado de água (indicador SNIS IN011AE). Quanto a este indicador, sugere-se uma relação direta com o abastecimento irregular e a falta de manutenção dos seus reservatórios. Silva (2014) aponta serem estas microrregiões marcadas pela seca, pelas baixas condições de vida e pelas altas taxas da doença e, inclusive, de leishmaniose.

De acordo com Philippi e Malheiros (2005), modificações ambientais provocadas pela ação do homem, alterando o meio ambiente sem critérios adequados, têm ampliado o risco de exposição às doenças, com reflexos diretos sobre a qualidade de vida da população.

De uma forma geral, as altas correlações encontradas por IDmed indicadores de renda e escolaridade (MED1824, RDPC3) e aos indicadores de saneamento (IN011AE e T\_LIXO), reflete os baixos padrões sociais, com uma possível rede de abastecimento deficitária ou inadequada, os quais desempenham uma nítida interface com a situação de saúde e com as condições de vida das populações dos países em desenvolvimento, principais condicionantes das causas de morbidade e mortalidade por doenças infecciosas, em especial, sobre a dengue, como apontam os estudos de Silva e Machado (2018, 2019).

Aliado à problemática, identificou-se falta de fiscalização e de ordenamento público para aplicação, controle e manutenção das políticas públicas de saneamento, junto aos municípios do NEB, embora suas regras sejam claras e bem definidas. Com isto, caracteriza-se o descaso do Poder Público por estas políticas, e da própria população que, por sua vez, deveria cobrar daquele medidas para minimizar os impactos catastróficos que esta combinação sombria

de aspectos socioambientais, urbanização e política pública (ou a falta desta) promovem ao bem-estar físico e social dos indivíduos presentes na sociedade.

Como sugere Coelho Filho e Ramos (1999), a atenção à saúde do idoso é prioridade emergente no NEB. Logo, abre-se aqui um parêntese sobre a importância de intensificar ações que priorizem a qualidade de vida em indivíduos com 60 anos ou mais, para que o quadro de doenças negligenciadas, como dengue, não se agrave, visto a sensibilidade da doença nesta faixa etária, evidenciada neste estudo através das associações à taxa de envelhecimento.

Outrossim, este trabalho faz uma dura crítica sobre o acesso à informação, uma vez que os dados coletados para este trabalho, em quase sua totalidade, retirados de órgãos governamentais, encontravam-se, por vezes, com informações sem registro ou inexistentes, o que corrobora para aumentar, ainda mais o descaso do poder público para com a sociedade. O que se constata é que, embora a Lei nº 10.650/2003 obrigue órgãos governamentais a manter atualizados seus bancos de dados e informações pertinentes, além de disponibilizá-las ao acesso público, o Estado não coloca em prática suas ações e, por vezes, macula a participação da sociedade, limitando assim o exercício da cidadania (MAZZARINO; TURATTI, 2020).

Ainda segundo os autores, experimenta-se, na atualidade, um momento sem precedentes, no tocante à concretização dos direitos do cidadão, em especial, ao considerar o plano político social vivenciado no momento anterior à Constituição brasileira de 1988. Sabe-se, contudo, que ainda há muito a ser feito, para que se efetivem as promessas constitucionais relativas à participação do cidadão nos processos democráticos e ao acesso à informação.

O enfrentamento da crise sanitária, sem ambiguidades; a proteção das populações mais vulneráveis; a defesa da economia nacional e a recuperação de uma política externa independente são os quatro eixos fundamentais a serem considerados em nossa sociedade. Para além do combate à dengue, precisamos mudar nossos hábitos e os aspectos interrelacionados ao modo de vida, dentre os quais, a forma como deve ser tratado o saneamento básico, especialmente, água e resíduos sólidos, fontes primárias de proliferação de *Ae sp.* e de outros agentes infecto-parasitários.

Como afirma Harvey (2013, p. 4), a questão sobre o tipo de cidade que queremos não pode estar separada do tipo de pessoas que queremos ser; nossas relações sociais, inclusive com a natureza; o estilo de vida e os valores éticos e morais. O direito à cidade é muito mais do que o direito de acesso individual ou grupal aos recursos que a cidade detém: é o direito de mudar e reinventar a cidade conforme o que deseja nosso coração. A liberdade de fazer e refazer a nós mesmos e a nossa cidade é um dos direitos humanos mais preciosos e mais negligenciados.

Por fim, espera-se, com os dados descritos e analisados da realidade em foco, ter contribuído para o processo de aprimoramento, em curso, de instrumentos de políticas públicas voltadas para o enfrentamento da dengue, especialmente, a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007), que se mostrou efetiva na redução do risco dessa doença, uma vez que, dos 230 municípios do NEB que a implementaram até 2018, houve altas IDmed em apenas quatro, indo ao encontro das correlações encontradas na demonstração da tese.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. *O mosquito: A trajetória do Aedes aegypti: uma história anterior à dengue*. Notícias do IOC. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/3cNnSSG>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- ALCÂNTARA SILVA, V. M. et al. O desastre da seca no Nordeste brasileiro. *Revista Polêmica*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 12, 2013.
- ALMEIDA, A. S.; MEDRONHO, R. A.; VALÊNCIA, L. I. Spatial analysis of dengue and the socioeconomic context of the city of Rio de Janeiro (Southeastern Brazil). *Rev Saúde Pública*, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 666-73, 2009.
- ALMEIDA, A. C. L. *Modelos Matemáticos de Propagação de Epidemias Baseados em Redes Sociais e Detecção de Clusters de Doenças*. 2011. 100 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- ALMEIDA, E. S. *Econometria espacial aplicada*. Campinas: Ed. Alínea, 2012.
- ALVES DA SILVA, R. M. Políticas públicas e sustentabilidade do desenvolvimento do Semiárido brasileiro. In: ANGELLOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G.Q. *Mudanças climáticas e desertificação no Semiárido brasileiro*. Petrolina: Ed. EMBRAPA, 2009.
- ANSELIN, L. Exploratory spatial data analysis and geographic information systems. In: PAINHO, M. (Ed.) *New tools for spatial analysis: proceedings of the workshop*. Luxemburgo: Ed. EuroStat, 1994. p. 45-54.
- \_\_\_\_\_. Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geographical Analysis*, Columbus, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- \_\_\_\_\_. The Moran Scatterplot as an ESDA Tool to Assess Local Instability in Spatial Association. In: Fischer, M.; Scholten, H.; Unwin, D. (Orgs.). *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. London: Ed. Taylor and Francis, 1996. p. 111-125.
- \_\_\_\_\_. *GeoDa™ 0.9 User's Guide*. Spatial Analysis Laboratory, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois, Urbana-Champaign Urbana and Center for Spatially Integrated Social Science, 2003.
- \_\_\_\_\_. *Exploring Spatial Data with GeoDa™: A Workbook*. Spatial Analysis Laboratory, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois, Urbana-Champaign Urbana and Center for Spatially Integrated Social Science, 2005.
- \_\_\_\_\_. *Cluster Analysis (3): Advanced Clustering Methods*. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/2SeyhNK>>. Acesso em: 01 jan. 2020.

ARAÚJO, J. D. Polarização epidemiológica no Brasil. *Inf Epidemiol SUS*, Brasília, v. 2, p. 5-16, 1992.

ARAÚJO, M. A. F. de; ARAÚJO, T. M. O fazer etnográfico: considerações sobre a etnografia da comunicação. *Revista Ícone*, Recife, v. 16, n. 1, 2016.

ARCHARYA, B. K. et al. Spatiotemporal analysis of dengue fever in Nepal from 2010 to 2014. *BMC Public Health*, Londres, v. 6, n. 849, 2016.

AROUCA, S. Entrevista: SÉRGIO AROUCA. *Trabalho, Educação e Saúde*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 355-61, 2003.

AUMONT, J. *A imagem*. Campinas: Papirus; 1995. (Coleção Ofício de Arte e Forma).

BANDEIRA, P. S. (1999) *Participação, articulação de atores e desenvolvimento regional*. Brasília: IPEA. Textos para discussão, 1999. 630 p.

BARBOSA, G. L. et al. Spatial Distribution of the Risk of Dengue and the Entomological Indicators in Sumaré, State of São Paulo, Brazil. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, São Francisco, v. 8, n. 5, p. 1-9, 2014.

BARBOSA, I. R.; SILVA, L. P. Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da dengue no município de Natal-RN. *Revista Ciência Plural*, Natal, v. 1, n. 3, p. 62-75, 2015.

BARBOSA, I. R. et al. Identificação de áreas prioritárias para a vigilância e controle de dengue e outras arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti* no município de Natal-RN: relato de experiência. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 26, n. 3, p. 629-38, 2017.

BARBOSA, G. L.; LOURENÇO, R. W. Analysis on the spatial-temporal distribution of dengue and larval infestation in the municipality of Tupã, State of São Paulo. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 43, n. 2, p. 145-51, 2010.

BARCELLOS, C.; SILVA, S. A.; ANDRADE, A. A. S. S. Análise de Dados em Forma de Pontos. In: BRASIL. *Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública*. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Simone M. Santos, Wayner V. Souza (Orgs.). Brasília: MS, 2010.

BARRETO, M. L.; CARMO, E. H. Situação de saúde da população brasileira: tendências históricas, determinantes e implicações para as políticas de saúde. *Informe Epidemiol. SUS*, Brasília, v. 3, n. 34, 1994.

\_\_\_\_\_. Mudanças em padrões de morbimortalidade: conceitos e métodos. In: MONTEIRO, C. A. *Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do país e suas doenças*. São Paulo: Hucitec/NUPENS-USP, 1995. p. 1-30.

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

BATTINI, O. Política e planejamento social: decifrando a dimensão técnico-operativa na prática profissional. In: BRESSAN, C. M. F.; COMERLATTO, D. *Políticas sociais e desenvolvimento: a interface com o Serviço Social*. Passo Fundo: IMED, 2015.

BATTY, M. *Urban modelling: algorithms, calibrations, predictions*. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1976. p. 353.

BAUMONT, C. *Spatial effects in housing price models: do house prices capitalize urban development policies in the agglomeration Dijon (1999)?* of Chicago: Regional Group Seminar of the Federal Reserve Bank, 2004.

BECKER, D. A economia política do (des)envolvimento regional. *Redes*, Santa Cruz do Sul, v. 7, n. 3, p. 35-59, 2002.

BOCCATTO, M. *Vigilância em saúde*. UNASUS/UNIFESP. Curso de Especialização em Saúde da Família, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2J7hgRw>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

BRAGA, I. A; VALLE, D. *Aedes aegypti: histórico do controle no Brasil*. Technical Report 2, Epidemiologia e Serviços de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue. Brasília: SVS/MS, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Dengue - instruções para pessoal de combate ao vetor: Manual de Normas Técnicas*. 3. ed., rev. Brasília: FUNASA, 2001. 84 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD)*. Fundação Nacional de Saúde. MS. Brasília: FUNASA, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. [Orgs.] *XVII Reunião dos Ministros da Saúde do Mercosul e Estados Associados, Rio de Janeiro, Brasil, 03/XII/2004: plano regional de intensificação das ações de controle da dengue no Mercosul*. Brasília: MS, 2005. 44 p. (Série D. Reuniões e Conferências).

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Portaria n.º 5*. Departamento de Vigilância Epidemiológica. SVS-MS. Diário Oficial da União-DOU, Seção 1, n.º 38. 2, 5. Brasília: MS, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Simone M. Santos, Wayner V. Souza (Orgs.). *Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública*. Brasília: MS, 2007a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Lei n.º. 11.445 *Dispõe sobre a Política pública de Saneamento*. Brasília: MS, 2007b. Disponível em: <<https://bit.ly/2VYF5jr>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. 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: MS, 2009. 160 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS. *Informe Epidemiológico da Dengue: Semanas de 1 a 52 de 2009*. Brasília: MS, 2010a. p. 1-28.

\_\_\_\_\_. *Censo Demográfico de 2010*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; 2010b.

\_\_\_\_\_. IBGE. *Mapas*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010c. Disponível em: <mapas.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 mar. 2017.

\_\_\_\_\_. Relatório de auditoria operacional na ação de construção de cisternas para armazenamento de água – 2º monitoramento. TC nº 027.314/2009-5. Brasília: Tribunal de Contas da União, 2010d. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br>. Acesso em: 16 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos – SPI. *Indicadores de programas: Guia Metodológico*. Brasília: MPO, 2010e.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Ministério da Saúde apresenta mapa da dengue no país*. Notícias de Governo. Brasília: MS, 2011. Disponível em: <http://noticias.gov.br/>. Acesso em: 20 fev. 2019.

\_\_\_\_\_. IBGE. *Resolução nº. 01, de 15 de janeiro de 2013*. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/2Dfj2yb>. Acesso em: 09 jun. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Indicadores de Vigilância em Saúde, analisados segundo a variável raça/cor. MS. *Boletim Epidemiológico*, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1-35, 2015a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de dengue e febre de Chikungunya até a Semana Epidemiológica (SE) 53 de 2014. MS. *Boletim Epidemiológico*, Brasília, v. 46, n. 3, p.1-7, 2015b.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Ministério da Saúde lança plano de enfrentamento à microcefalia*. Notícias de Governo. Brasília: MS, 2015c. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/21108-governo-federal-lanca-plano-de-enfrentamento-a-microcefalia>. Acesso em 10 out. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Semana na Escola mobiliza alunos no combate ao Aedes*. Notícias de Governo. Brasília: MS, 2015d. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/27979-semana-na-escola-mobiliza-alunos-no-combate-ao-aedes>

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 51, 2015. SVS, MS. *Boletim Epidemiológico*, Brasília, v. 7, n. 2, p. 1-9, 2016a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2015. SVS, MS. *Boletim Epidemiológico*, Brasília, v. 47, n. 3, p. 1-10, 2016b.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Governo federal mobiliza 6 mil militares para combater Aedes na Bahia*. Brasília: MS, 2016c. Disponível em: <https://bit.ly/2pE2Ot2>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Maranhão registra 33 municípios em situação de alerta ou risco de surto de dengue, Chikungunya e Zika*. Brasília: MS, 2016d. Disponível em: <<https://bit.ly/1O95ukD>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Ações do Governo no Combate ao Aedes: Faltaram recursos para ações de prevenção?* Brasília: MS, 2016e. Disponível em: <<https://bit.ly/1hIQB84>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Medida Provisória nº 712, de 2016. *Dispõe sobre a adoção de medidas de vigilância em saúde quando verificada situação de iminente perigo à saúde pública pela presença do mosquito transmissor do Vírus da Dengue, do Vírus Chikungunya e do Zika Vírus*. Brasília, MS, 2016e.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *#ZikaZero*. Brasília: MS, 2016e. Disponível em: <<https://bit.ly/2J9ab2F>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Combate ao Aedes: 40% dos imóveis já foram vistoriados*. Brasília: MS, 2016h. Disponível em: <<https://bit.ly/2quZPnm>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Maranhão lança plano estadual de combate ao Aedes aegypti*. Brasília: MS, 2016i. Disponível em: <<https://bit.ly/2nYjdYS>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2016. SVS, MS. *Boletim Epidemiológico*, Brasília, v. 48, n. 3, p. 1-11, 2017a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Monitoramento Prevenção e Combate: Dengue, Chikungunya e Zika. *Sala Nacional passa a funcionar no Ministério da Saúde*. Brasília: MS, 2017b. Disponível em: <<https://bit.ly/2quZPnm>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Instituto Butantan. *Monitoramento Nota de Esclarecimento: Vacina contra Dengue*. São Paulo: Instituto Butantan, 2017c. Disponível em: <<https://bit.ly/2MYq7FX>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2017. SVS. MS. *Boletim Epidemiológico*, Brasília, v. 49, n. 2, p. 1-13, 2018a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Dengue: desafios para uma vacina*. São Paulo: Instituto Butantan, 2018b. Disponível em: <<https://bit.ly/2N0DdTI>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Maranhão inicia prevenção de combate ao Aedes em prédios públicos*. Brasília: MS, 2018c. Disponível em: <<https://bit.ly/1hIQB84>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Governo inicia ação 'Carnaval sem Mosquito' em Campina Grande e litoral*. Brasília: MS, 2018d. Disponível em: <<https://bit.ly/1hIQB84>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Vigilância em saúde no Brasil 2003|2019: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais. MS. SVS. *Bol Epidemiol*, Brasília, v. 50, n. Especial; 2019a. p. 1-154.

\_\_\_\_\_. Ministério da Cidadania. Secretaria Especial do Desenvolvimento Social. *Programa Cisternas*. Brasília: MC, 2019b. Disponível em: <<https://bit.ly/2psFrD3>>. Acesso em: 17 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes Aegypti* (dengue, Chikungunya e Zika), Semanas Epidemiológicas 1 a 13, 2020. MS. SVS. *Bol Epidemiol*, Brasília, v. 51, n. 14, p. 1-34, 2020a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes Aegypti* (dengue, Chikungunya e Zika), Semanas Epidemiológicas 1 a 26, 2020. MS. SVS. *Bol Epidemiol*, Brasília, v. 58, n. 28, p. 1-45, 2020b.

BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. A Simple Test for Heteroskedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, New Haven, v. 47, n. 5, p. 1287-1294, 1979.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. *Field and laboratory methods for general ecology*. 2 ed. Dubuque: Ed. Wm. C. Brown Publishers, 1977. 226 p.

BROUSSELLE, A. et al. *Avaliação: conceitos e métodos*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2011.

BUENO, L. M. de M. O desafio da universalização do saneamento: Reconhecer na cidade os padrões espaciais regulares e irregulares. *Urbanismo e Saneamento*, v. 226, n. 19, 2019. Disponível em: <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/browse/arquitextos/19.226>>

BUSSAB, W. de O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. *Introdução à análise de agrupamentos*. São Paulo: Ed. IME/USP, 1990.

CALDEIRA, T. P. do R. *Cidade de Muros: Crime, Segregação e Cidadania em São Paulo*. São Paulo: Ed. 34/EDUSP, 2000. 399 p.

CÂMARA, G. et al. Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S. et al. (Orgs.). *Análise Espacial de Dados Geográficos*. São Paulo: INPE, 2002. 1-32 pp.

CÂMARA, A. M. C. S. et al. Percepção do processo saúde-doença: significados e valores da educação em saúde. *Rev. Bras. Educ. Med.*, Brasília, v. 36, n. 1 Supl. 1, p. 40-50, 2012.

CAMPELLO, T.; NERI, M.C. (Orgs.). *Programa Bolsa Família: uma década de inclusão e cidadania*. Brasília: Ed. IPEA, 2014. 87 p.

CAMPOS, A. C. P. et al. Identificação da existência de padrão espacial aleatório na distribuição dos pacientes portadores de deficiência física decorrente de doença genética da AACD de Pernambuco. *Rev. Bras. Biom.*, Lavras, v. 31, n. 4, p. 598-616, 2013.

CAPES. Interdisciplinaridade como desafio para o avanço da ciência e da tecnologia: mestrado e doutorado. In: PHILIPPI JR, A. et al. (Orgs.). *Catálogo de programas de pós-graduação: mestrado e doutorado*. Brasília: Ed. CA INTER/CAPES, 2008.

- CARVALHO, S.; MAGALHÃES, M. de A. F. M.; MEDRONHO, R. de A. Análise da distribuição espacial de casos da dengue no município do Rio de Janeiro, 2011 e 2012. *Rev Saúde Pública*, São Paulo, v. 51, n. 79, p. 1-11, 2017.
- CATÃO, R. de C. *Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional*. 2011. 169 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2011.
- CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Orgs.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 464 p.
- CHEN, S.-C.; HSIEH, M.-H. Modeling the transmission dynamics of dengue fever: implications of temperature effects. *Sci Total Environ*, Amsterdam, v. 431, p. 385-91, 2012.
- CHIARAVALLOTTI NETO, F. et al. Controle do dengue em uma área urbana do Brasil: avaliação do impacto do Programa Saúde da Família com relação ao programa tradicional de controle. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 987-97, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Ed. Edgar Blücher, 1998 apud AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 80-101, 2012.
- COELHO FILHO, J. M.; RAMOS, L. R. Epidemiologia do envelhecimento no Nordeste do Brasil: resultados de inquérito domiciliar. *Rev Saúde Pública*, São Paulo, v. 3, n. 5, p. 445-53, 1999.
- CORDEIRO, R. et al. Spatial distribution of the risk of dengue fever in southeast Brazil, 2006-2007. *BMC Public Health*, Londres, v. 11, n. 355, p. 1-10, 2011.
- COSTA, E. M. S.; CUNHA, R. V. Estratégia metodológica de construção de Indicadores para avaliação do Programa Nacional de Controle da Dengue em municípios fronteiriços. *Revista Geo Pantanal*, Corumbá, v. 12, n. 22, p. 203-21, 2017.
- COSTA, M. P. et al. A interface gestão de resíduos sólidos e educação ambiental no controle das arboviroses no semiárido paraibano. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 1., 2018, Gramado. *Anais do ConReSol*. Gramado: IBEAS, 2018. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/conresol/1conresol.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- CRESSIE, N. *Statistics for spatial data*. New York: Wiley, 1993.
- CUNHA, R. V. O problema (do Zika vírus) está só começando. Páginas Verdes. *Revista DR*, São Paulo, v. 88, p. 6-10, 2016.
- DOBSON, A. P. Climate variability, global change, immunity, and the dynamics of infectious diseases. *Ecology*, Washington, v. 90, p. 920-7, 2009.
- DYE, T. R. *Understanding public policy*. 11 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2005.

- DOM, N. C. et al. Application of geographical information system-based analytical hierarchy process as a tool for dengue risk assessment. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, Longhua District , v. 6, n.12, p. 928-35, 2016.
- DOMINGUES, J. *Técnicas de processos espaciais e espaço-temporais com aplicações em dados de dengue*. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado em Biometria) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.
- DRUCK, S. et al. *Análise espacial de dados geográficos*. Brasília: EMBRAPA, 2004. 209 p.
- FAN, J. et al. Identifying the high-risk areas and associated meteorological factors of dengue transmission in Guangdong Province, China from 2005 to 2011. *Epidemiol. Infect.*, Cambridge, v. 142, n. 3, p. 634–43, 2014.
- FARIAS, C. S.; SOUZA, J. S. Os determinantes do dengue no contexto Amazônico: uma visão geográfica do ambiente da doença no Acre. *Hygeia*, Uberlândia, v. 12, n. 22, p. 1-12, 2016.
- FEITOSA, F. R. S.; SOBRAL, I. S.; JESUS, E. N. Indicadores Socioambientais como subsídio à prevenção e controle da Dengue. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 351-68, 2015.
- FERNANDES, R. S.; SILVA NEVES, S. M. A.; NEVES, R. J. Risco da dengue nos municípios pantaneiros de Mato Grosso, Brasil. *Bol. Goia. Geogr.*, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 93-110, 2014.
- FERREIRA, C. P.; YANG, H. M. Estudo da Transmissão da Dengue entre os Indivíduos em Interação com a População de Mosquitos *Aedes aegypti*. *TEMA Tend. Mat. Apl. Comput.*, São Carlos, v. 4, n. 3, p. 323-32, 2003.
- FERREIRA, A. C.; CHIARAVALLLOTI NETO, F. Infestação de área urbana por *Aedes aegypti* e relação com níveis socioeconômicos. *Rev Saúde Pública*, São Paulo, v. 41, n. 6, p. 915-22, 2007.
- FLAUZINO, R. F.; SOUZA-SANTOS, R.; OLIVEIRA, R. M. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. *Rev Panam Salud Pública*, Washington, v. 25, n. 5, p. 456–61, 2009.
- FLEURY, S.; OUVÉREY, A. M. Política de saúde: uma política social. In: GIOVANELLA, L.; SARAH, E.; LOBATO, L. V. C.; (Orgs.). *Políticas e sistema de saúde no Brasil*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2015.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JR., J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, Recife, v. 18, n. 1, p. 115-46, 2009.
- FOCKS, D. A. et al. Transmission thresholds for dengue in terms of *Ae* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. *Am J Trop Med Hyg.*, Arlington, v. 62, p. 11-18, 2000.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde e Saneamento. *Manual de Saneamento*. Brasília: FUNASA, 2004.

FURTADO, P. C. H.; SOUZA, I. C. A.; MORAES, R. M. A Estrutura Viária na Evolução do Dengue na Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS AMBIENTAIS E SAÚDE, 5., 2005, Santos. *Trabalhos do CBPAS*, Santos: COPEC; 2005. p. 180-84. Disponível em: <[http://www.de.ufpb.br/~ronei/CBPAS05\\_estradas.pdf](http://www.de.ufpb.br/~ronei/CBPAS05_estradas.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2020.

GARCÊS JR., A. R. *Saúde e Ambiente: contribuições para análise da dengue no município de São Luis, Maranhão*. 2017. 116 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

GAUCH, H. G. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.

GANDHI, U. *Creating Heatmaps (QGIS3)*. [Online], 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3iBw0YO>>. Acesso em: 07 jan. 2020

GERAQUE, E. *Combater a dengue apenas no verão não funciona, diz estudo*. São Paulo: Folha de São Paulo, 29 de fevereiro de 2016. Disponível em: <<http://folha.com/no1744495>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

GLEICK, J. *Caos: a criação de uma nova ciência*. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1989.

GOMES, A. F.; NOBRE, A. A.; CRUZ, O. G. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001-2009. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 11, p. 2189-97, 2012.

GONÇALVES, R. P. et al. Contribuições recentes sobre conhecimentos, atitudes e práticas da população brasileira acerca da dengue. *Saúde Soc.*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 578-93, 2015.

GUBLER, D. J. The global emergence/resurgence of arboviral disease as a public health problems. *Archives of Medical Research*, Cidade de México, v. 33, n. 4, p. 330-42, 2002.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. *Data Mining*. 3 ed. Amsterdam: Morgan Kaufman, 2012.

HARVEY, D. *Rebel cities: from the right to the city to the urban Revolution*. Londres: Ed. Verso, 2013.

HAY, S. I. et al. Etiology of interepidemic periods of mosquito-borne disease. *Proc Nat Acad Sci*, Washington, v. 97, p. 9335-9, 2000.

HEIDEMANN, F. G.; SALM, J. F. (Orgs). *Políticas públicas e desenvolvimento: bases epistemológicas e modelos de análise*. Brasília: UNB, 2009. 340 p.

HESS, S. Entrevista. In: OLIVEIRA, C. de. *Alerta: Metais pesados, hormônios e agrotóxicos estão na água que chega às torneiras*. São Paulo: Rede Radio Brasil Atual, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2XxwRSE>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

HONÓRIO, N. A. et al. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 6, p. 1203-14, 2009.

HUANG, C. C. et al. Spatial Clustering of Dengue Fever Incidence and Its Association with Surrounding Greenness. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Basel, v. 15, n. 1869, p. 1-12, 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativa Populacional*. Rio de Janeiro: IBGE, [Online], 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/2o7B1RC>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

Instituto Nacional de Meteorologia. Situação da seca observada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil em 2016. Nota Técnica. Brasília: INMET, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2WjoKI5>>. Acesso em: 08 maio 2020.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2000*. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2000.

\_\_\_\_\_. *Desenvolvimento humano nas macrorregiões brasileiras*: 2016. Brasília: IPEA, 2016. 55 p.

\_\_\_\_\_. *Radar IDHM: evolução do IDHM e de seus índices componentes no período de 2012 a 2017*. Brasília: IPEA, 2019. 65 p.

JANINI, T. C. Responsabilidade civil do Estado nas epidemias de dengue. *Revista Jurídica-Unicuritiba*, Curitiba, v. 42, p. 439-461, 2016.

JARQUE, C. M.; BERA, A. K. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics Letters*, Amsterdam, v. 6, n. 3, p. 255-259, 1980.

KARAM, H. A. et al. Dynamic Modelling of Dengue Epidemics in Function of Available Enthalpy and Rainfall. *Open Journal of Epidemiology*, Irvine, v. 6, n. 1, p. 50-79, 2016.

KELLOGG FOUNDATION, W. K. *Logic Model Development Guide: Using Logic Models to Bring Together Planning, Evaluation, and Action*. Michigan: Battle Creek, 2004.

KOENKER, R.; BASSETT, G. JR. Robust Tests for Heteroscedasticity Based on Regression Quantiles. *Econometrica*, New Haven, v. 50, n. 1, p. 43-61, 1982.

KULLDORFF, M. A spatial scan statistic. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, Londres, v. 26, n. 6, p. 1481-96, 1997.

LAFFERTY, K. D. Calling for an ecological approach to studying climate change and infectious diseases. *Ecology*, Washington, v. 90, n. 4, p. 932-33, 2009.

LEANDRO, B. B. S.; SILVA, D. S.; SANTOS, I. D. M. (Orgs.). *Curso de vigilância em saúde na atenção básica: Guia de aprendizagem para formação de mobilizadores*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2016.

LEITE, M. E. Análise da correlação entre dengue e indicadores sociais a partir do SIG. *Hygeia*, Uberlândia, v. 6, n. 11, p. 44-59, 2010.

LEKDEE, K.; INGSRISAWANG, L. Generalized linear mixed models with spatial random effects for spatial-temporal data: an application to dengue fever mapping. *Journal of Mathematics and Statistics*, Dubai, v. 9, n. 2, p. 137-41, 2013.

LIMA, V. L. et al. *Controle integrado da dengue utilizando geoprocessamento*. Superintendência de Controle de Endemias (SUCEN). São Paulo: Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo, [online], 2003.

LIMA-CÂMARA, T. N. et al. Dengue Infection Increases the Locomotor Activity of *Aedes aegypti* Females. *Plos One*, São Francisco, v. 6, n. 3, e17690, 2011.

LIMA, S. R. R.; BARRETO, R. C. S. O comportamento socioeconômico da Região Nordeste: do meio século XX ao século XXI. In: ENCONTRO DE ECONOMIA BAIANA, 11., 2015, Salvador. *Anais*. Salvador: CORECON, 2015, p. 277-98. Disponível em: <<http://eeb.sei.ba.gov/2015-2/>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

LIMA, R. C. de; MOREIRA, E. B. M.; NÓBREGA, R. S. A influência climática sobre a epidemia dengue na cidade do Recife por Sistema de Informações Geográficas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 9, n. 2, p. 384-98, 2016.

LINHARES, E. K.; CELESTINO, A. de A. Considerações sobre os casos registrados de dengue entre 2000 e 2005 e alguns fatores socioambientais na Zona Oeste do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 5., 2006, Caxambú. *Anais*. Caxambú: ABEP, 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/3nqAl3t>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

LIU, C. et al. Spatial Analysis of Dengue Fever in Guangdong Province, China, 2001-2006. *Asia Pacific Journal. of Public Health*, Kuala Lumpur, v. 26, n. 1, 2013.

MACHADO, C. J. S. Introdução: inter-relações e tensões entre o global e o local. In: MACHADO, C. J. S. (Orgs.). *Ciências, políticas públicas e sociedade sustentável*. Rio de Janeiro: E-Papers, 2012.

\_\_\_\_\_. (Orgs.). *Animais na sociedade brasileira: práticas, relações e interdependências*. 1 ed. Rio de Janeiro: E-Papers, 2013. 252 p.

\_\_\_\_\_. *Desenvolvimento Sustentável para o Antropoceno: um olhar panorâmico*. Rio de Janeiro: E-Papers, 2014.

MACHADO, C. J. S. et al. Promoção da relação saúde-saneamento-cidade por meio da Virologia Ambiental. *Ril*, Brasília, v. 199, n. 50, p. 321-45, 2013.

MACHADO, C.J.S.; VILANI, R.M. *Governança Climática no Antropoceno: da rudeza dos fatos à esperança no Brasil*. Rio de Janeiro: E-Papers, 2015.

MAGALHÃES, B. G.; ZANELLA, M. E. Comportamento espacial da dengue e sua relação com o clima na região metropolitana de Fortaleza. *RBCLima*, Curitiba, v. 2, n. 9, p. 114-35, 2013.

MAGNUSSON, W.; MOURÃO, G.; COSTA, F. *Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e análise*. 2 ed. Londrina: Ed. Planta, 2015.

MAIA, C. M. Teorias do desenvolvimento: Panorama internacional e a racionalidade da formulação e implementação de políticas públicas. In: BRESSAN, C. M. F.; COMERLATTO, D. *Políticas sociais e desenvolvimento: a interface com o Serviço Social*. Passo Fundo: IMED, 2015.

MARTINELLI, M.; MACHADO-HESS, E. S. Mapas estáticos e dinâmicos, tanto analíticos como de síntese nos Atlas geográficos escolares: a viabilidade metodológica. *Revista Brasileira de Cartografia*, Uberlândia, v. 66, n. 4, p. 899-920, 2014.

MARTINS, H. F.; MARINI, C. *Um guia de governança para resultados na administração pública*. Brasília: Publix, 2010. 262 p.

MARTINS, E. S. P. R.; VASCONCELOS JR., F. C. O clima da Região Nordeste entre 2009 e 2017: monitoramento e previsão. *Parc. Estrat. - CGEE*, Brasília, v. 22, n. 44, p. 63-8, 2017.

MATTHEWS, S. A. *Geoda and Spatial Regression Modeling*. GISPopSci, 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/307bsPl>>. Acesso em: 03 jul. 2020

MAZZARINO, J. M.; TURATTI, L. Crise da água em São Paulo na perspectiva dos órgãos governamentais: crise hídrica ou de informação? *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, Anápolis, v. 9, n. 1, p. 101-125, 2020.

MCMICHAEL, A. J. Global climate change and health: an old story writ large. In: MCMICHAEL, A. J. et al. (eds). *Climate change and human health*. Risks and responses. Geneva: WHO, 2003. p. 1-17.

MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. *Generalized Linear Models*. 2nd ed. London: Chapman and Hall Ltd, 1989. 511 p.

MELLO, A. Y. I. et al. Análise da Vulnerabilidade Socioambiental nas Áreas Urbanas do Litoral Norte de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 5., 2010, Florianópolis. *Anais*. Florianópolis: Centro de Eventos da UFSC, 2010. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro5/index.php?p=gt>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

MENEGUIN, F. B.; PRADO, I. P. *Os serviços de saneamento básico, sua regulação e o Federalismo brasileiro*. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado Federal, maio de 2018. 34 p. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td248>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

MILLER JR., G. T. *Ciência Ambiental*. 11 ed. São Paulo: Thomson, 2007.

MINAYO, M. C. de S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. *Ciênc. saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 621-6, 2012.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2002.

MONDINI, A.; CHIARAVALLLOTI NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. *Rev Saúde Pública*, São Paulo, v. 41, n. 6, p. 923-30, 2007.

MORAES, L. R. S. *et al.* *Análise situacional do déficit em saneamento básico*. Brasília: Ministério das Cidades / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014. 340 p.

MOREIRA, J. C.; SENE, E. *Geografia*. São Paulo: Ática, 2008.

MORGENSTERN, H. Ecologic Studies. In: ROTHMAN, K. J.; GREENLAND, S. *Modern Epidemiology*. 2 ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998. p. 459-479.

MUKAKA, M. M. Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J.*, Zomba, v. 24, n. 3, p. 69–71, 2012.

MUSTAFA, M. S. *et al.* Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control. *Med J Armed Forces India*, Pune, v. 71, n. 1, p. 67–70, 2015.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models. *J R Stat Soc A*, Londres, v. 135, p. 370-84, 1972.

NYS, E. de; ENGLE, N. L. ; MAGALHÃES, A. R. *Secas no Brasil: política e gestão proativas*. Brasília: CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p.

NORMILE, D. Surprising New Dengue Virus Throws a Spanner in Disease Control Efforts. *Science*, Washington, v. 342, n. 6157, 2013.

OLIVEIRA, M. L. L. *O Brasil de JK, A invenção do Nordeste*. Rio de Janeiro: CPDOC/FGV, 2011.

OLIVEIRA, R. L. *et al.* Saúde e Desigualdade Regional: a questão das arboviroses no nordeste brasileiro In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO. 2., 2017, Campina Grande. *Anais do CONIDIS*. Campina Grande: Ed. Realize, 2017. Disponível em: < <https://editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-ii-conidis>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

OLIVEIRA, R. M. A. B.; ARAÚJO, F. M. C.; CAVALCANTI, L. P. G. Aspectos entomológicos e epidemiológicos das epidemias de dengue em Fortaleza, Ceará, 2001-2012. *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, v. 27, n. 1, p. e201704414, 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. *Preventing Disease through Healthy Environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*. [Online], 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/34zRnUg>>. Acesso em 10 mar. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Centro Regional de Informação para a Europa Ocidental. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. A/RES/70/1, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2PxjdZI>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. *Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever in the Americas: guidelines for prevention and control*. Washington: OPAS, 1997.

\_\_\_\_\_. *Ecossistema e saúde humana: alguns resultados da Avaliação Ecossistêmica do Milênio*. Brasília: OPAS, 2005.

OSTFELD, R. S. Climate change and the distribution and intensity of infectious diseases. *Ecology*, Washington, v. 90, p. 903-5, 2009.

OTERO, M.; SCHWEIGMANN, N.; SOLARI, H. G. A Stochastic Spatial Dynamical Model for *Aedes aegypti*. *Bull Mathematical Biology*, Davis, v. 70, n. 5, p. 1297-325, 2008.

PAIVA, B. A. de. Implicações ético-políticas no exercício profissional e o protagonismo do usuário. *Cadernos SUAS*, Brasília, v.1, p. 89-94, 2006.

PAIVA, J. C.; RODRÍGUEZ, A.; CORREIA, V. R. M. Métodos computacionais para analisar padrões de pontos espaciais. In: GIS-BRASIL, 1999. Anais. Curitiba: FATORGIS, 1999.

PASCUAL, M.; BOUMA, M. J. Do rising temperatures matter? *Ecology*, Washington, v. 90, p. 906-12, 2009.

PATHIRANA, S.; KAWABATA, M.; GOONATILAKE, R. Study of potential risk of dengue disease outbreak in Sri Lanka using GIS and Statistical modeling. *Journal of Rural and Tropical Public Health*, Melbourne, v. 8, p. 8-17, 2009.

PEARSON, K. On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. *Philosophical Magazine*, Edinburgh, v. 2, n. 6, p. 559-72, 1901.

PHILIPPI, J. A.; MALHEIROS, T. F. Saneamento e saúde pública: integrando homem e ambiente. In: PHILIPPI, J. A.; MALHEIROS, T. F. (Orgs.). *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. Barueri: Manole, 2005. p. 3-30.

PIMENTA JR., F. G. *Desenvolvimento e validação de um instrumento para avaliar o Programa Nacional de Controle da Dengue no âmbito municipal*. 2005. 210 f. Dissertação (Mestrado em Vigilância em Saúde) – Escola Nacional em Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2005.

PIMENTA JR, F. G. Gestão e planejamento na prevenção e no controle da dengue. In: CUNHA, R. V.; PIMENTA, D. N.; VALLE, D. (Orgs.) *Dengue: teorias e práticas*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2015.

PITERMAN, A.; HELLER, L.; REZENDE, S. C. (A falta de) Controle social das políticas municipais de saneamento: um estudo em quatro municípios de Minas Gerais. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 1180-92, 2013.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. *O dever do saneamento*. Portal Saneamento Básico [online], 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/2IWqGOu>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

RAMOS, R. R.; MACHADO, C. J. S. Uma análise espaço-temporal dos grupos de pesquisa do CNPQ: a dengue no Brasil. *Hygeia*, Uberlândia, v. 10, n. 18, p. 58-70, 2014.

RANDOLPH, S. E. Perspectives on climate change impacts on infectious diseases. *Ecology*, Washington, v. 90, p. 27-931, 2009.

REITMAN, I. R.; SOARES FILHO, A. *Aplicação de dados multiespectrais aster na análise de casos de dengue e variáveis ambientais em Dourados-MS/Brasil*. [Apresentação de Trabalho/Outra], 2015.

RIBEIRO, H. Saúde Pública e meio ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. *Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 70-80, 2004.

RIBEIRO, A. F. et al. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. *Rev Saúde Pública*, São Paulo, v. 40, p. 671-76, 2006.

RIBEIRO, A. L. N.; BALSAN, L. A. G.; MOURA, G. L. *Análise das políticas públicas de combate à dengue*. Contribuciones a las Ciencias Sociales. Eumed.net, 2013. Disponível em: <[www.eumed.net/rev/cccss/24/politicas-publicas-dengue.html](http://www.eumed.net/rev/cccss/24/politicas-publicas-dengue.html)>. Acesso em: 11 jun. 2018.

ROSEN, G. *A history of public health*. New York: MD Publications, 1958. 551 p.

ROSEN, G. Individuos enfermos y poblaciones enfermas. Organizacion Pan-Americana de la Salud. *Boletín Epidmeiológico*, Washington, v. 6, n. 3, 1985.

SADER, E. Direitos e Esfera Pública. *Serviço Social e Sociedade*, São Paulo, v. 25, n. 77, 2004.

SAN PEDRO, A. et al. Condições particulares de produção e reprodução da dengue em nível local: estudo de Itaipu, Região Oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 9, p. 1937-46, 2009.

SANTOS, S. L.; AUGUSTO, L. G. S. Modelo multidimensional para o controle da dengue: uma proposta com base na reprodução social e situações de riscos. *Physis Revista de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 21, n.1, p. 177-196, 2011.

SANTOS, D. N. et al. *Documento de posição sobre a tríplice epidemia de Zika-Dengue-Chikungunya*. Observatório de Análise Política em Saúde, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/35hjZS6>>. Acesso em: 28 abr. 2020.

SANTOS, J. P. C. *Estratificação de áreas prioritárias para o controle da dengue na cidade do rio de janeiro no período de 2008 a 2014*. 2018. 150 f. Tese (Doutorado em Epidemiologia) – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2018.

SANTOS, J. P. C.; HONÓRIO, N. A.; NOBRE, A. A. Definição de áreas persistentes com risco aumentado de dengue através da detecção de clusters em populações com diferentes

padrões de mobilidade e imunidade no Rio de Janeiro, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 12, e00248118, 2019.

SANTOS, J. P. C. et al. *Vulnerabilidade socioespacial a formas graves de Covid-19: uma análise intramunicipal na cidade do Rio de Janeiro*, 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/2VP1GRh>>. Acesso em: 25 abr. 2020.

SARDÃO, T. *Dengue e Zika: ABES alerta sobre a importância do saneamento básico no combate às doenças*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2016.

SEGURADO, A. A. C.; CASSENOTE, A. J. F.; LUNA, E. J. A. Saúde nas metrópoles: doenças infecciosas. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 30, n. 86, p. 29-49, 2016.

SHATZMAYR, H. G. Dengue situation in Brazil by year 2000. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 95, n. 179-181, 2000 apud FERREIRA, C. P. *Análise Crítica de Produção Científica no Tema de Modelos Matemáticos em Dengue*. Instituto de Biociências. Universidade Estadual Paulista. [Trabalhos de pesquisa no tema de Dengue: Concurso de Livre-Docência]. Botucatu, 2011.

SILVA, C. N. *A representação espacial e a linguagem cartográfica*. Belém: GAPTA/UFPA, 2013. 182 p. Disponível em: <<https://bit.ly/3121MHg>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SILVA, P. E. *Índice epidemiológico de vulnerabilidade aos extremos de seca: uma aplicação para o Estado do Rio Grande do Norte, 2000 e 2010*. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SILVA, J. C. B.; MACHADO, C. J. S. Associations between dengue and socio-environmental variables in capitals of the Brazilian northeast by cluster analysis. *Ambiente e Sociedade*, São Paulo, v. 21, n. 1, p. e01332-22, 2018a.

SILVA, J. C. B.; MACHADO, C. J. S. Dengue, *Aedes aegypti* e Mídias: ampliando informações e saberes sobre ações de enfrentamento à doença. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL, 54. Olinda. Anais do MEDTROP, Olinda-PE, 2018b. Disponível em: <<http://medtrop2018.com.br/anais/>>. Acesso em: 13 jun. 2019.

SILVA, J. C. B.; MACHADO, C. J. S. Doenças infecto-parasitárias e suas inter-relações com variáveis climáticas, via análise de componentes principais, em Natal-RN. In: PEREIRA, T. T.; CASTRO, L. H. A.; OESTERREICH, S. A. (Orgs). *Ciências da Saúde: Campo Promissor em Pesquisa 2*. Capítulo 5. Ponta Grossa: Atena, 2020. p. 40-50.

SILVA, H. H. G.; SILVA, I. G. Influência do período de quiescência dos ovos sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 32, n. 4, p. 349-55, 1999.

SILVEIRA, M.; ARAÚJO NETO, M. D. Licenciamento ambiental de grandes empreendimentos: conexão possível entre saúde e meio ambiente. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 9, p. 3829-38, 2014.

SILVEIRA M. *et al.* Perspectiva da avaliação de impacto à saúde nos projetos de desenvolvimento no Brasil: importância estratégica para a sustentabilidade. *Cad Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 57-63, 2012.

SIMÕES, R. A. Elaboração de mapa de risco para casos de dengue a partir de dados residenciais por tipo de criadouros. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento). UFMG, Belo Horizonte, 2010.

SINGH, R. *et al.* An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological Indicators*, Hull, v. 9, n. 15, p. 89-212, 2012.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Série Histórica*. Brasília: MDR, 2019. Disponível em: <[snis.gov.br](https://snis.gov.br)>. Acesso em: 01 ago. 2019.

SOBRAL, M. F. F.; SOBRAL, A. I. G. P. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 1075-82, 2019.

SOLER, F. *Especialista alerta para riscos da falta de prioridade à gestão de resíduos no Brasil*. Jornal do Brasil. Entrevista, 19 nov. 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/3aVENQt>>. Acesso em: 25 abr. 2020.

SOUZA, C. M. N. *et al.* (Orgs.). *Saneamento: promoção da saúde, qualidade de vida e sustentabilidade ambiental*. Temas em Saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2015.

SOUZA, M. L. A. *A dengue no Nordeste do Brasil: análise do espaço-temporal e dos aspectos do clima e socio sanitários*. 2018. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SOUZA SILVA, J.; MARIANO, Z. de F.; SCOPEL, I. A dengue no Brasil e as políticas de combate ao *Aedes aegypti*: da tentativa de erradicação às políticas de controle. *Hygeia*, Uberlândia, v. 3, n. 6, p. 163-75, 2008.

TAMBELLINI, A. T.; CÂMARA, V. M. A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento do campo da saúde coletiva: aspectos históricos, conceituais e metodológicos. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 47-59, 1998.

TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia do dengue. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 17, n. Suppl, p. 99-102, 2001.

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 18, p. 867-71, 2002.

TITTONI, J. Fotografia e pesquisa-intervenção: reflexões sobre os modos de ver, falar e viver *Rev. Polis e Psique*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 88-110, 2015.

URBINATTI, P. R.; MENEZES, R. M.; NATAL, D. Sazonalidade de *Aedes albopictus* em área protegida na cidade de São Paulo, Brasil. *Rev Saúde Pública*, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 478-81, 2007.

VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; CUNHA, R.V. (Orgs.). *Dengue: teorias e práticas*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2015. 460 p.

VALLE, D. Sem bala mágica: cidadania e participação social no controle de *Aedes aegypti*. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, v. 25, n. 3, p. 629-32, 2016.

VALLE, D. et al. Resistance to temephos and deltamethrin in *Aedes aegypti* from Brazil between 1985 and 2017. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v. 114, n. e180544, p. 1-17, 2019.

VYNNYCKY, E.; WHITE, R. G. *An introduction to infectious disease modelling*. Oxford: Oxford University Press, 2010. 368 p.

VON LUXBURG, U. A Tutorial on Spectral Clustering. *Statistics and Computing*, Switzerland, v. 27, n. 4, p. 395-416, 2007.

WANDERLEY, M. B. Políticas sociais e desenvolvimento: desafios à organização e gestão territorial. In: BRESSAN, C. M. F.; COMERLATTO, D. *Políticas sociais e desenvolvimento: a interface com o Serviço Social*. Passo Fundo: IMED, 2015.

WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for Heteroskedasticity. *Econometrica*, New Haven, v. 48, p. 817-838, 1980.

## APÊNDICE A - Dificuldades e desafios da pesquisa em uma área interdisciplinar

### DIFICULDADES E DESAFIOS DA PESQUISA EM UMA ÁREA INTERDISCIPLINAR

Uma das principais razões para o estudo de doenças infecciosas é a melhoria do controle e desenvolvimento de formas de erradicação da infecção nas populações humanas. Várias medidas de controle existem, todas operando através da busca da redução da quantidade média de transmissão entre indivíduos infecciosos e suscetíveis à infecção. As estratégias de controle, ou a combinação de estratégias a serem utilizadas, irão depender dos tipos de doença e de hospedeiros, e da escala da epidemia. Portanto, as fronteiras tradicionais entre os campos disciplinares não são úteis para esta abordagem de compreensão integrada que vem constituindo o campo científico da ecologia das doenças infecciosas (MACHADO *et al.* 2013, p. 196).

Logo, a avaliação dos efeitos sobre a saúde relacionados aos impactos socioambientais e climáticos é extremamente complexa e requer uma avaliação integrada com uma abordagem interdisciplinar, para análise das relações entre os sistemas multicausais associados (LEAVELL; CLARK, 1977; IDE; BARRETO; CARMO, 1994; McMICHAEL, 2003).

Nesta perspectiva, a ecologia das doenças infecciosas se faz cada vez mais presente à medida que possamos contribuir substancialmente para a teoria geral do clima e das doenças infecciosas, tendo como principais desafios lidar com espécies parasitas e hospedeiros não-humanos, a qualidade e detalhes das variáveis e medidas apropriadas de resposta à doença, as análises complexas para contabilizar covariáveis múltiplas e interdependentes, além das ferramentas geográficas para contabilizar diferentes nichos ecológicos (LAFFERTY, 2009; DOBSON, 2009; OSTFELD, 2009; PASCUAL; BOUMA, 2009; RANDOLPH, 2009).

A OMS tem alertado que a utilização não sustentável e ineficiente dos ecossistemas corrobora para elevar o potencial de mudanças ecológicas para um quadro grave e irreversível. Não obstante, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - ODM, centrados na redução da pobreza, da fome e das doenças, ficarão comprometidos se não houver reversão sobre essas perdas (OPAS, 2005).

Segundo a SVS-MS (BRASIL, 2019), velhos desafios no campo da vigilância epidemiológica ainda persistem e se somam a novos eventos de interesse da Saúde Pública, compondo um cenário de enorme complexidade que exige o desenvolvimento de novas

competências, a incorporação de tecnologias para respostas mais efetivas, e a revisão permanente das estratégias e dos modelos de vigilância adotados. Questiona-se, dentre um dos problemas prioritários para o SUS, as arboviroses, com seu potencial de dispersão, adaptação a novos ambientes, variedade de hospedeiros e sua capacidade de causar grandes epidemias.

Aponta-se como meta, proposta no plano de ação em saúde da agenda da ONU (2015) aos seus países membros, acabar até 2030 com a malária, HIV/AIDS, tuberculose, hepatite, ebola e outras epidemias transmissíveis, incluindo-se doenças tropicais negligenciadas que afetam os países em desenvolvimento; prevista na área de saúde e bem-estar dentre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais são integráveis, indivisíveis e buscam concretizar os direitos humanos de todos, de forma a equilibrar três dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, econômica e social. Nesta agenda estão previstas, ainda, ações mundiais nas áreas de erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura, industrialização, entre outros.

Ressalta-se que os desenhos de grande parte das políticas públicas têm sua matriz calçada na família e no território o que exige novas respostas e estratégias de análise, destacando-se a interdisciplinaridade como primeiro desafio a ser estabelecido (CAPES, 2008 apud WANDERLEY, 2015, p. 30).

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) permitiu refinar as associações das incidências de dengue às variáveis socioambientais, com identificação das áreas de influência sob maior risco associado e, desta forma, apontar possíveis recomendações para políticas públicas integradas ao controle da doença e melhoria da qualidade de vida da população.

Sabe-se que uma das fragilidades da ação pública está na setorialidade das políticas. As necessidades e demandas dos indivíduos, da coletividade e de seus territórios são interconectadas e articuladas. O desenho das políticas setoriais decorre de uma arquitetura de Estado setorializada que fragmenta a ação pública, desconectando seus programas e serviços. Logo, verifica-se que a incompletude das políticas setoriais exige articulação e complementaridade, inclusive entre as esferas de governo, o que nos leva a outro desafio que é o da intersetorialidade<sup>22</sup> (WANDERLEY, 2015, p. 30).

---

<sup>22</sup>De acordo com Machado *et al.* (2013), a construção de ações intersetoriais é o eixo central para a formulação de Políticas Públicas Nacionais sustentáveis, pois, dessa forma, pode-se compatibilizar os procedimentos da Vigilância em Saúde Ambiental, desenvolvidas no SUS, com outros setores.

Cunha (2016) destaca, dentre as falhas do governo federal com o controle do Ae, que “estamos colhendo frutos de várias sementes que foram lançadas ao longo de 500 anos de desenvolvimento da história do país. Frutos sociais e econômicos, frutos do desenvolvimento que optou por esvaziar o campo e inchar cidades, e que não foi acompanhado com suporte adequado de infraestrutura urbana. A urbanização foi acelerada, desordenada, não planejada, nos últimos 50 anos, o que fez com que, sobretudo, as periferias tenham hoje carências gigantescas de saneamento básico (na coleta de lixo, no fornecimento de água), além da violência marcante”.

Ademais, faz-se necessário uma reflexão sobre como se deu o processo de municipalização, pois, no olhar de Sérgio Arouca (um dos principais teóricos e líderes do movimento sanitarista que mudou a saúde pública no Brasil), muitas das propostas que foram feitas, com a implantação do SUS, não deram o resultado esperado e precisariam ser reinventadas, dentre as quais o processo de descentralização do controle do mosquito-vetor da dengue (CUNHA, 2016).

Visto o exposto, dentre as dificuldades aqui apresentadas, destacam-se:

- a) trabalhar em um campo de pesquisa vasto, em que se envolve o uso de múltiplas variáveis em resposta à dengue, sobre uma ampla região de estudo, onde seus municípios possuem diferentes características geográficas e físicas, e são influenciados por diferentes e variados sistemas climáticos;
- b) a complementariedade das variáveis usadas, de modo a permitir níveis estimativas e correlações significativas e robustas;
- c) a incompletude e qualidade dos registros das unidades de informação nos bancos de dados, seja por faltantes, por falhas ou por registros tratados como ignorados (dados socioeconômicos distribuídos, em geral, somente sobre os censos de 2000 e 2010 - SIDRA/IBGE; ou a partir de 2015 - PNAD/IBGE);
- d) a falta de informações concretas (em forma de questionários) sobre políticas públicas.
- e) homogeneidade interna sobre a estrutura dos municípios envolvidos. Transformamos os casos de dengue em incidências (casos por 100 mil hab.), a fim de normalizar o tamanho da população pelo número de municípios e, assim, manter uma mesma escala de distribuição.
- f) heterogeneidade externa quanto aos fatores envolvidos. Os municípios possuem fatores externos específicos e heterogêneos que, à medida que variam e se modificam no tempo, produzem variações no risco das incidências de dengue.

Quanto aos desafios da pesquisa, cita-se:

- a) Estimar o risco com bom poder preditivo (acurácia), considerando-se o uso das múltiplas variáveis com diferentes frequências temporais e unidades de medida;
- b) Obter uma melhor robustez das medidas de associação dos indicadores socioeconômicos à dengue, tendo em vista a baixa frequência e distribuição destes dados coletados.
- c) Buscar explicação e causalidade entre os atributos usados, ou seja, identificar e quantificar as associações entre dengue-clima-aspectos socioambientais, a partir das interações produzidas sobre as populações atingidas pelo risco;
- d) Obter uma análise que contemple as políticas públicas aplicadas ao estudo, visto a falta de informações.

Outrossim, em complemento a tudo o que vivenciamos hoje no país, num contexto de lutas e de vulnerabilidade político-social, damos voz à fala de Arouca (2003), quando naquele momento descreveu um cenário que vem marcando a história da sociedade brasileira e, sobretudo, agravando-se na atualidade:

[...] “eu acredito que as lutas pela cidadania, expressas na defesa do consumidor, na defesa de necessidades especiais, nas discussões sobre os direitos da mulher e dos novos temas envolvendo violência e saúde pública, estão ganhando força. O Ministério Público também propiciou enorme avanço na questão da cidadania. O desafio é dar conteúdo a essas questões [...]

[...] O momento que estamos vivendo revela a paralisia do pensamento crítico nacional. O movimento sindical está paralisado e a universidade não tem feito nenhum debate crítico mais avançado. Isso exige que retomemos a Reforma Sanitária, enxergando o SUS a partir dessa reforma, e não vendo o SUS pelo umbigo do SUS. O umbigo do SUS vai apenas tentar regular o que está aí.” [...]

## APÊNDICE B – Trajetória do autor

### TRAJETÓRIA DO AUTOR

O autor ingressou no Serviço Público Federal em 1992, pelo Comando da Aeronáutica, através do Curso Técnico-Militar em Meteorologia da Escola de Especialistas de Aeronáutica, tendo desempenhado todas as funções relativas ao Quadro Funcional concomitantemente à função de Auditor em Navegação Aérea, e passou a atuar, a partir de 2019, como operador de Estação Meteorológica de Altitude, para análise e estudos do ar superior, perfazendo 28 anos e meio de efetivo serviço.

Paralelamente ao campo profissional, graduou-se em Ciências Biológicas em 2009 e, no intuito de agregar suas atividades acadêmicas àquele campo, tornou-se Mestre em Meteorologia em 2012 (quando mapeou a dengue, no MRJ, associando-a às variáveis climáticas de precipitação, temperatura média e umidade relativa, via modelagem matemática), ambos pela UFRJ. Deu continuidade no Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas – PPGCC (doutorado), da UFRN, em Natal-RN, ampliando o escopo da pesquisa, ao associar a dengue a variáveis climáticas, nas capitais do Nordeste brasileiro, por análises multivariadas, via *R-Project*, permanecendo neste Programa por três anos.

A descoberta de um problema cardíaco o obrigou a interromper seu doutorado e retornar ao RJ, em outubro de 2016; contudo, após estabilizar sua saúde, ingressou no PPG-MA em março de 2017 e, dando continuidade ao seu projeto, incorporou àquela análise, variáveis demográficas, socioeconômicas, de saneamento básico, ampliando as unidades de agregação para os 1.794 municípios do Nordeste brasileiro, o que permitiu identificar áreas de influência sob alto risco da doença com possíveis contribuições em políticas públicas para sua gestão.

No decorrer deste Doutorado, o autor publicou dois artigos científicos, nas revistas *Ambiente & Sociedade* e *Open Journal of Epidemiology – OJEPI*, além de apresentar 11 trabalhos em eventos científicos. Em 2018, foi convidado como revisor de artigos científicos da OJEPI, Revista onde publicou seu trabalho de mestrado<sup>23</sup> (KARAM *et al.*, 2016), e que lhe rendeu um extrato desta publicação em edição da Folha de São Paulo<sup>24</sup>. Já em 2019, a partir de

---

<sup>23</sup>Disponível em: <<https://bit.ly/2P5omJO>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

<sup>24</sup>Disponível em: <<https://bit.ly/33LYnLx>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

artigo publicado nos Anais do SER II, recebeu convite pela Editora Atenas, para publicação de Capítulo no livro “Ciências da Saúde: campo promissor em pesquisa 2”, realizado em jan. 2020.

O aluno cumpriu 44 (quarenta e quatro) créditos em disciplinas, considerando-se: 24 créditos em 3 disciplinas obrigatórias e 4 eletivas, junto ao PPG-MA; 12 créditos em disciplinas externas (Saúde Ambiental no Antropoceno e Análise Espacial aplicada a dados de Saúde, ambas feitas no ICICT/FIOCRUZ; Introdução ao *R-Project* e Desenho Amostral em Saúde, ambos pelo PPGEE-UERJ), além de 8 em aproveitamento de créditos advindos do PPGCC.

O aluno realizou, ainda, cursos extracurriculares para aprimorar seus conhecimentos no campo da pesquisa, a saber: (i) Introdução à Coleta de Dados – Séries Históricas, Introdução à Coleta de Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) – RSU, Introdução à Coleta de Dados do SNIS – Água e Esgotos e Reabilitação de Áreas Urbanas Centrais, todos do MCID, via SNIS; (ii) Dengue: Casos Clínicos para Atualização do Manejo, da UNASUS; (iii) Análise de Situação de Saúde: conceitos, interpretação e usos dos indicadores, da UFMA; (iv) Introdução à Avaliação em Saúde, da UNIFESP; e (v) Introdução ao Geoprocessamento, via QGIS, do MMA. A realização destes cursos se justifica, pelo fato de o PPG-MA não oferecer disciplinas específicas para estas áreas do conhecimento, o que permitiu um aprofundamento sobre o uso de dados e aprimoramento das técnicas aqui aplicadas.

Os cursos propiciaram embasamento teórico sobre informações em saneamento e em saúde ambiental, como uso de indicadores, modelos e políticas públicas empregadas, considerando-se, ainda, a natureza, sistematização e monitoramento daquelas informações, além dos processos de avaliação sobre programas e serviços aplicados. Já o curso de georreferenciamento apresentou uma técnica que ainda não era conhecida pelo aluno, no que se refere ao uso do QGIS e do GeoDa para análise espacial das incidências de dengue às demais variáveis associadas, com identificação das áreas de influência sob alto risco da doença.

## APÊNDICE C - Produção científica do autor

### PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO AUTOR

No decorrer do Doutorado, o autor publicou um capítulo de livro na Editora Atena, (<https://bit.ly/35ApOKu>), além de dois artigos científicos, sendo um na Revista Ambiente & Sociedade (<https://bit.ly/35Cw3gL>), Qualis A2 em Ciências Ambientais; e outro na *Open Journal of Epidemiology* (<https://bit.ly/35IQpVN>), Qualis B4 em Medicina; além de haver mais um artigo (em processo de Revisão), na Revista Saúde e Sociedade (USP, SAUSOC-2019-0667, 2019-jul-26, Qualis A2).

Além disto, o autor apresentou onze Trabalhos em Eventos Científicos, sendo:

- 02 (dois) por apresentação oral:
  - a) 8º Congresso Brasileiro de Ciências Sociais e Humanas em Saúde, UFPB, João Pessoa-PB, 26 a 30 de setembro de 2019, (<https://bit.ly/2YEUTve>); e
  - b) 8º Simpósio Brasileiro de Vigilância Sanitária - SIMBRAVISA, UFMG, Belo Horizonte-MG, 23 a 27 de novembro de 2019 (<https://bit.ly/2SJmU0G>).
- 09 (nove) por apresentação de pôster, a saber:
  - a) um Artigo Resumido no Seminário Internacional de Estatística com R - SER II, UFF, Niterói-RJ, 23 e 24 de maio de 2017, Anais (<http://seruff.weebly.com/atual>);
  - b) dois Resumos no 18th International Congress on Infectious Diseases – ICID, Buenos Aires-AR, 1 a 4 de março de 2018;
  - c) dois Resumos no 54º Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical - MEDTROP, Recife-PE, 2 a 5 de setembro 2018, Anais (<https://bit.ly/2WMa2Zd>);
  - d) dois Resumos no 55º Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical – MEDTROP, UFMG, 28 a 31 de julho 2019, Anais (<https://bit.ly/3fkXbFL>); e
  - e) dois Resumos no 8º Simpósio Brasileiro de Vigilância Sanitária - SIMBRAVISA, UFMG, Belo Horizonte-MG, 23 a 27 de novembro de 2019 (<https://bit.ly/2SJmU0G>).

Outrossim, o autor foi selecionado como revisor especialista do 6º Relatório (AR6) do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas 2020/2021; além de vir atuando como revisor da Revista *Open Journal Epidemiology*.

## ANEXO

Tabela 11. Detalhamento sobre variáveis utilizadas no estudo.

| Sigla   | Variável                                                                                                                                                                                                                 | Sistema               |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| cDEN    | Casos de Dengue                                                                                                                                                                                                          | SINAN                 |
| PRP     | Precipitação anual (mm)                                                                                                                                                                                                  | Observatório do Clima |
| TEMP    | Temperatura anual média junto à superfície (°C)                                                                                                                                                                          |                       |
| POP     | Total anual da população residente                                                                                                                                                                                       |                       |
| PRUR    | População residente na área rural                                                                                                                                                                                        | Censos IBGE           |
| IDHM    | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal                                                                                                                                                                               |                       |
| T_LUZ   | Razão entre a população que vive em domicílios particulares permanentes com iluminação elétrica e a população total residente                                                                                            |                       |
| BAN_AG  | Razão entre a população em domicílios particulares permanentes, com água encanada <sup>25</sup> e banheiro exclusivo <sup>26</sup> em pelo menos um de seus cômodos, e a população total residente multiplicado por 100. |                       |
| T_LIXO  | Razão entre a população que vive em domicílios com coleta de lixo <sup>27</sup> e a população total residente multiplicado por 100.                                                                                      |                       |
| IDHM_E  | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Dimensão de Educação                                                                                                                                                        |                       |
| ANA18M  | Razão entre a pop. ≥ 18 anos que não sabe ler nem escrever um bilhete simples e o total nesta faixa etária multiplicado por 100.                                                                                         |                       |
| FUN1824 | Razão entre nº de pessoas de 18 a 24 anos no ensino fundamental regular seriado e o total nesta faixa etária multiplicado por 100.                                                                                       |                       |
| MED1824 | Razão entre nº de pessoas de 18 a 24 anos no ensino médio regular seriado e a pop. total nesta faixa etária multiplicado por 100.                                                                                        |                       |
| FLSUP   | Razão entre nº de pessoas de 18 a 24 anos no ensino superior <sup>28</sup> e a população total desta mesma faixa etária multiplicado por 100.                                                                            |                       |
| IDHM_R  | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Dimensão de Renda                                                                                                                                                           |                       |
| RDPC1   | Média da renda domiciliar per capita (RDPC) dos indivíduos pertencentes aos 20% mais pobres da população com RDPC.                                                                                                       |                       |
| RDPC2   | Média da RDPC dos indivíduos pertencentes aos 40% mais pobres da população com RDPC.                                                                                                                                     |                       |
| RDPC3   | Média da RDPC dos indivíduos pertencentes aos 60% mais pobres da população com RDPC.                                                                                                                                     |                       |
| RDPC4   | Média da RDPC dos indivíduos pertencentes aos 80% mais pobres da população com RDPC.                                                                                                                                     |                       |
| RDPC5   | Média da RDPC dos indivíduos pertencentes aos 20% mais RICOS da população com RDPC.                                                                                                                                      |                       |

<sup>25</sup>A água pode ser proveniente de rede geral, de poço, de nascente ou de reservatório abastecido por água das chuvas ou carro-pipa (ATLAS BRASIL, 2013).

<sup>26</sup>Banheiro exclusivo é definido como cômodo que dispõe de chuveiro ou banheira e aparelho sanitário (ATLAS BRASIL, 2013).

<sup>27</sup>Incluem-se as situações em que a coleta de lixo seja realizada diretamente por empresa pública ou privada, ou o lixo seja depositado em caçamba, tanque ou depósito fora do domicílio, para posterior coleta pela prestadora do serviço. Consideram-se apenas domicílios particulares permanentes localizados em área urbana (ATLAS BRASIL, 2013)

<sup>28</sup>O Atlas Brasil (2013) considera frequência ao nível superior a qualquer indivíduo cursando graduação, especialização, mestrado ou doutorado.

|         |                                                                                                                                                   |      |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| PMPOB   | Proporção dos indivíduos pobres, ou seja, com RDPC $\leq$ R\$ 140,00 mensais, sobre valores de agosto de 2010.                                    |      |
| PIND    | Proporção dos indivíduos extremamente pobres, ou seja, com RDPC $\leq$ R\$ 70,00 mensais, sobre valores de agosto de 2010.                        |      |
| IDHM_L  | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Dimensão de Longevidade                                                                              |      |
| RAZDEP  | Razão entre nº de pessoas [ $\leq$ 14 anos e $\geq$ 65 anos (pop. dependente)] e [ $\geq$ 15 e $\leq$ 64 anos (pop. potencialmente ativa)] x 100. |      |
| T_ENV   | Razão entre a população de 65 anos ou mais de idade e a população total multiplicado por 100.                                                     |      |
| ESPVD   | Nº médio de anos de vida desde o nascimento, considerando constantes o nível e o padrão de mortalidade por idade prevalecentes.                   |      |
| IN011AE | Índice de macromedicação sobre volume da água                                                                                                     |      |
| IN028AE | Índice de faturamento de água                                                                                                                     |      |
| IN055AE | Índice de atendimento total de água                                                                                                               |      |
| IN056AE | Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água                                                                  | SNIS |
| CO143   | Quantidade de RDO coletada por cooperativas ou associações de catadores que tenham parceria com a prefeitura                                      |      |
| CS058   | Valor contratual do serviço de coleta seletiva porta a porta contratado pelas associações/cooperativas de catadores                               |      |
| IN006RS | Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana                                                                                |      |
| IN015RS | Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município                                                           |      |
| CIST    | Quantidade média de cisternas instaladas entre os anos de 2018 e 2019 - Programa Cisternas                                                        | MDR  |

Legenda: IDHM = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal; RDO = resíduos domésticos; RSU = resíduos sólidos urbanos.

Fonte: O autor, 2020.

Fonte dos Dados: Dengue (SINAN-Net/DATASUS); Clima (ICICT/FIOCRUZ), Socioeconômicos (ATLAS BRASIL 2013); Saneamento (SNIS/MDR), Cisternas (MDR).