



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

**ANÁLISE ESPACIAL DE CASOS PROVÁVEIS DE FEBRE PELO VÍRUS  
ZIKA NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS, MARANHÃO, BRASIL.**

SÃO LUÍS  
2018

**ADRIANA SORAYA ARAUJO**

**ANÁLISE ESPACIAL DE CASOS PROVÁVEIS DE FEBRE PELO VÍRUS  
ZIKA NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS, MARANHÃO, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do Título de Mestre em Saúde e Ambiente.

**Área de concentração:** Qualidade ambiental e Saúde.

**Orientador:** Prof. Dr.º José Aquino Júnior.

**Coorientadora:** Prof. Dr.<sup>a</sup> Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco.

SÃO LUÍS  
2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Araujo, Adriana Soraya.

Análise espacial de casos prováveis de febre pelo vírus zika no município de São Luís, Maranhão, Brasil / Adriana Soraya Araujo. - 2018.  
94 f.

Coorientador(a): Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco.

Orientador(a): José Aquino Júnior.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2018.

1. Análise espacial. 2. Fatores socioambientais. 3. Zika vírus. I. Aquino Júnior, José. II. Freitas Carvalho Branco, Maria dos Remédios. III. Título.

ADRIANA SORAYA ARAUJO

**ANÁLISE ESPACIAL DE CASOS PROVÁVEIS DE FEBRE PELO VÍRUS  
ZIKA NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS, MARANHÃO, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do Título de Mestre em Saúde e Ambiente.

**Área:** Qualidade Ambiental e Saúde.

Dissertação aprovada em 19 de Março de 2018 pela banca examinadora constituída dos seguintes membros:

---

Prof. Dr. José Aquino Júnior (Orientador)  
(Departamento de Geociências/UFMA)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco (Coorientadora)  
(Departamento de Patologia/UFMA)

---

Prof. Alcione Miranda dos Santos  
(Departamento de Saúde Pública/UFMA)

---

Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup> Maria Nilza Lima Medeiros  
(Departamento de Medicina /UNICEUMA)

---

Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup> Zulimar Márita Ribeiro Rodrigues  
(Departamento de Geociências /UFMA)

Os sonhos não determinam o lugar em que  
você vai estar, mas produzem a força  
necessária para tirá-lo do lugar em que está.

(Augusto Cury)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, o dom de viver e a dádiva de seu amor e misericórdia inesgotáveis, obrigada por mais esta etapa que está sendo concluída.

Aqui deixo registrados os meus agradecimentos às pessoas que estiveram presentes nesta jornada e me apoiaram não somente para a realização deste trabalho, mas também foram importantes para o cumprimento desta etapa da minha vida acadêmica e profissional.

Aos meus pais, Jose Luiz e Maria do Carmo, grandes amores da minha vida, por minha edificação pessoal, pelo brilho nos olhos a cada conquista, por me apoiarem em cada deslize e me ensinar que esses deslizes são as escadas para futuros acertos. Obrigada pelo amor, dedicação e paciência em cada segundo desta jornada, com crença constante na minha capacidade. Devo a vocês o que hoje sou.

*In Memoriam* as minhas avós paternos: Feliciano Araújo e Bernardina Araújo sempre foram tão presentes em minha vida com seu carinho doçura e amizade. Hoje se encontram ao lado do Senhor, mas tiveram o tempo de saber o tamanho do meu amor. Vocês foram responsáveis pela maravilhosa estrutura familiar que tenho.

Aos minhas amigas-irmãs, que os anos de UFMA me ofereceram e hoje não consigo imaginar minha vida sem a dádiva de suas amizades: Caroline Belém, Laiane Souto, Waléria Ferreira e Simone Nunes. Obrigada pelo amor, por estarem sempre presentes nas grandes encruzilhadas da minha vida. Amo muito vocês.

Deixo também exposto o meu agradecimento ao meu orientador, Prof. José Aquino Júnior, que além de ter sido fundamental para a realização deste trabalho, compartilhando seus conhecimentos com muita atenção e dedicação, foi uma pessoa que me transmitiu segurança e sabedoria, com ensinamentos que levarei por toda a minha caminhada. Deus anjos em nosso caminho, muito obrigada pelas horas de orientação, amizade,

À coorientadora Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco pela inestimável orientação, motivação, dedicação e por tudo que me ensinou.

À professora Alcione Miranda, por incentivar e auxiliar o desenvolvimento do trabalho, compartilhando seus conhecimentos de programação estatística que foram fundamentais para os procedimentos realizados, meu muito obrigada.

À Secretaria Municipal de Saúde de São Luís, mais especificamente, aos funcionários que possibilitaram a execução do trabalho. À Maria do Socorro Silva. Sempre que necessitei de dados epidemiológicos me disponibilizou e sempre disposta a dar contribuições para execução deste trabalho meu muito obrigada. À Joyce Castelo Branco que com paciência deu suporte na coleta de dados. À Lourdes Moraes e ao Sérgio Andrade pelas palavras de incentivo meu muito obrigada e ao Dr Pedro Tavares e ao Sr. Miguel Reis por todo suporte durante a coleta de dados também muito obrigada.

À minha querida turma 13. Tudo ocorre no tempo de Deus, mas não poderia ter entrado em turma melhor, turma ímpar, onde o que mais importava era que todos nós conseguíssemos; competição era uma palavra que não existia em nosso meio, juntos nós sorrimos, nos desesperamos em cada seminário; nossos encontros foram maravilhosos. E sempre me lembrarei de cada um.

Aos amigos que ganhei no grupo das arboviroses em especial à Silmery Brito, Flávia Vieira, Ana Patrícia Câmara, Polyana Santos e Emile Amorim pela convivência, torcida, companheirismo e amizade.

A todo o pessoal do Núcleo de Estudos Ambientais (NEPA), em especial aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente: Antônio Cordeiro e Márita Rodrigues e aos alunos do NEPA: Marco Torres e Lucas Vinicius.

Aos professores, aos funcionários e partícipes do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão por toda orientação e contribuições de todas as formas.

A todos que não mencionei o nome e que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, a minha profunda gratidão.

À Universidade Federal do Maranhão, onde tive a oportunidade de realização deste mestrado e de fazer parte deste centro de conhecimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACE	Agente comunitário de endemias
AIC	Critério de Informação de Akaike
ALUMAR	Consórcio de Alumínio do Maranhão
CHIKV	Vírus Chikungunya
COHAB	Companhia de Habitação
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
DENV	Vírus da dengue
DS	Distrito Sanitário
ETE	Estações de Tratamento de Esgoto
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IB	Índice de <i>Breteau</i>
IIP	Índice de Infestação Predial
IMESC	Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INCID	Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural
LIRAA	Levantamento de Índice Rápido de <i>Aedes aegypti</i>
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Pan-americana de Saúde
PNCD	Programa Nacional de Controle da Dengue
RT-PCR	Cadeia da Polimerase Via Transcriptase Reversa
SBG	Síndrome de <i>Guillain-Barré</i>
SE	Semana Epidemiológica
SES	Secretaria de Estado da Saúde
SEMUS	Secretaria Municipal de Saúde
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SL	São Luís
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SNC	Sistema Nervoso Central
SUS	Sistema Único de Saúde



VE	Vigilância Epidemiológica
WHO	World Health Organization
ZIKV	Vírus Zika

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mosquito <i>Aedes aegypti</i> .....	26
Figura 2	Mapa de localização, São Luís, Maranhão, Brasil.....	35
Figura 3	Mapa da distribuição espacial dos casos de febre pelo vírus Zika por Distrito Sanitário. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.....	65
Figura 4	Mapa da distribuição espacial da incidência dos casos febre pelo vírus Zika por bairro. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.....	66
Figura 5	Mapa comparativo do IDW e distribuição da incidência de ZIKV em São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.....	67
Figura 6	Mapa do Índice de Moran Local da incidência dos casos febre pelo vírus Zika. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.....	68
Figura 7	Distribuição de casos de febre pelo vírus Zika segundo o mês de ocorrência. São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.....	69
Figura 8	Distribuição de casos de febre pelo vírus zika por semana epidemiológica. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.....	69
Figura 9	Evolução anual da precipitação média e umidade relativa para o município de São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.....	70
Figura 10	Mapa da distribuição do Levantamento Rápido do Índice de Infestação por <i>Aedes aegypti</i> . São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.....	71
Figura 11	Mapa das variáveis socioambientais domicílios sem abastecimento de água da rede geral, lixo acumulado e sem coleta de lixo. São Luís, Maranhão, Brasil.....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição de casos de Febre pelo vírus zika segundo sexo. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.....	63
Tabela 2	Autocorrelação espacial da incidência de ZIKV. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015-2016.....	64
Tabela 3	Variáveis climáticas. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 e 2016.....	64

Araujo, Adriana Soraya. **Análise espacial de casos prováveis de febre pelo vírus zika no município de São Luís, Maranhão, Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 90 p.

## RESUMO

O vírus Zika é um arbovírus cujo principal vetor transmissor é o *Aedes aegypti* com ampla distribuição geográfica no país. A ocorrência da Febre pelo vírus Zika pode estar relacionada às condições sociais e ambientais propícias à dinâmica de transmissão dessa doença. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a distribuição espacial de casos prováveis de febre pelo vírus Zika (ZIKV), correlacionando com variáveis climáticas e índice de infestação predial (IIP) pelo *Aedes aegypti* no município de São Luís, Maranhão, e fatores socioambientais utilizados como indicadores de risco de transmissão e a incidência da doença. Trata-se de um estudo ecológico, de base populacional e de dados climáticos, obtidos a partir de casos de febre pelo vírus Zika, notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) em 2015 a 2016, ocorridos no município de São Luís – MA, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o Variável Levantamento de Índice Rápido de *Aedes aegypti* (LIRAA). Foi realizada a análise descritiva das variáveis referente aos casos da doença. Na análise espacial utilizaram-se técnicas de estatística espacial, Índice de Moran e Local para a identificação de clusters espaciais. Para abordagem temporal foi utilizado o modelo de regressão binomial negativa ajustado para verificar o efeito das variáveis climáticas e do Levantamento de Índice Rápido do *Aedes aegypti* na ocorrência de casos. Utilizou-se o *software* Stata versão 14.0 para a análise estatística e o *software* ArcGis versão 10.5 para elaboração dos mapas e cálculo dos índices de Moran global. No período estudado foram registrados 2.855 casos de febre pelo vírus Zika no município de São Luís, com alta taxa de incidência na região norte do município. Em todos os DS houve registros de casos de febre pelo vírus zika, com maior concentração no DS Bequimão. Verificou-se correlação estatisticamente significativa entre a taxa de incidência de febre pelo vírus Zika e temperatura máxima ( $p=0,01$ ), umidade mínima ( $p=0,003$ ) e IIP ( $p=00,1$ ). O índice de Moran global não identificou autocorrelação significativa da taxa de incidência. Altas taxas de incidências foram identificadas em localidades com melhores condições socioambientais de estrutura urbana e maiores índices de infestação vetorial, evidenciando estreita relação da incidência com as áreas com elevados IIP, o que pode caracterizar uma situação de alerta no município de São Luís. Além disso, as subnotificações podem ter contribuído para a ausência de correlação espacial significativa da incidência de febre pelo Vírus Zika no município.

**Palavras-chave:** Zika vírus, análise espacial, fatores socioambientais.

Araujo, Adriana Soraya. **Análise espacial de casos prováveis de febre pelo vírus zika no município de São Luís, Maranhão, Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 90 p.

## ABSTRACT

The Zika virus is an arbovirus whose main transmitter vector is *Aedes aegypti* with a wide geographic distribution in the country. The occurrence of Fever by the Zika virus may be related to the social and environmental conditions conducive to the transmission dynamics of this disease. Thus, the objective of this study was to analyze the spatial distribution of probable cases of Zika virus (ZIKV), correlating with climatic variables and *Aedes aegypti* index in the municipality of São Luís, Maranhão, and socioenvironmental factors used as indicators of transmission risk and the incidence of the disease. This is an ecological, population-based and climate-based study, obtained from cases of Zika fever reported in the SINAN (National Institute of Public Health Information System) in 2015 to 2016 in the municipality of São Luís - MA, data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), National Institute of Meteorology (INMET) and the *Aedes aegypti* Index Survey (LIRAA). A descriptive analysis of the variables related to the cases of the disease was performed. In the spatial analysis, spatial statistical techniques were used, Moran and Local Index for the identification of spatial clusters. For the temporal approach, the negative binomial regression model was used to verify the effect of the climatic variables and the *Aedes aegypti* Index Survey on the occurrence of cases. Stata software version 14.0 was used for statistical analysis and ArcGis version 10.5 software for mapping and calculating Moran global indexes. During the study period, 2,855 cases of Zika fever were registered in the municipality of São Luís, with a high incidence rate in the northern region of the municipality. In all SD there were records of cases of fever by the zika virus, with a higher concentration in the Bequimão DS. There was a statistically significant correlation between the Zika virus incidence rate and maximum temperature ( $p = 0.01$ ), minimum humidity ( $p = 0.003$ ) and IIP ( $p = 0.1$ ). The overall Moran index did not identify significant autocorrelation of the incidence rate. High incidence rates were identified in locations with better socioenvironmental conditions of urban structure and higher rates of vector infestation, evidencing a close relation of the incidence with areas with high IIP, which may characterize an alert situation in the municipality of São Luís. , the underreporting may have contributed to the absence of a significant spatial correlation of the incidence of Zika virus in the municipality.

**Keywords:** Zika virus, spatial analysis, socioenvironmental factors.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Geral.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Específicos.....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Vírus Zika: aspectos clínicos e laboratoriais.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2</b>	<b>Histórico da situação epidemiológica da doença aguda pelo vírus Zika....</b>	<b>23</b>
<b>4.3</b>	<b>Ecologia do vetor.....</b>	<b>25</b>
<b>4.4</b>	<b>Análise espaço-temporal de doenças.....</b>	<b>29</b>
<b>4.5</b>	<b>Ocupação e urbanização de São Luís.....</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Delineamento do Estudo.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2</b>	<b>Área do estudo.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Caracterização climática da área de estudo.....</b>	<b>35</b>
<b>5.3</b>	<b>População do Estudo.....</b>	<b>35</b>
<b>5.3.1</b>	<b>Critérios de Inclusão.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Critérios de não inclusão.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Classificação de caso de doença pelo vírus zika.....</b>	<b>36</b>
<b>5.4</b>	<b>Procedimentos de Coleta de Dados Secundários.....</b>	<b>37</b>
<b>5.5</b>	<b>Variáveis do Estudo.....</b>	<b>37</b>
<b>5.5.1</b>	<b>Variável desfecho: taxa de incidência de febre pelo ZIKV.....</b>	<b>37</b>
<b>5.5.2</b>	<b>Variáveis independentes.....</b>	<b>38</b>
<b>5.5.2.1</b>	<b>Variáveis Climáticas.....</b>	<b>38</b>

5.5.2.2	Variável Levantamento de Índice Rápido de <i>Aedes aegypti</i> (LIRAA).....	38
5.5.2.3	Variáveis Socioambientais.....	39
<b>5.6</b>	<b>Análise espacial.....</b>	<b>38</b>
<b>5.7</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>41</b>
<b>5.8</b>	<b>Indicadores para verificação número de casos de febre pelo ZIKV.....</b>	<b>42</b>
<b>5.9</b>	<b>Aspectos éticos.....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1</b>	<b>Artigo.....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>
	REFERÊNCIAS.....	74
	ANEXOS.....	82

## 1 INTRODUÇÃO

A febre pelo vírus zika (ZIKV) é uma doença viral de evolução benigna, caracterizada pelo quadro clínico de febre baixa, exantema maculo-papular pruriginoso, hiperemia conjuntival não pruriginosa e não purulenta, artralgia ou artrite, dores musculares, cefaleia e manifestações digestivas (BRASIL, 2015a, IOOS et al. 2015).

O principal meio de transmissão do ZIKV é o vetorial, por mosquitos da família *Culicidae* e gênero *Aedes* (transmissão selvagem ou urbana), especialmente *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da febre amarela urbana, do vírus da dengue (DENV) e do vírus da febre chikungunya (CHIKV) (VASCONCELOS, 2015). Existem outras possibilidades de transmissão comprovada em seres humanos, como relação sexual, transmissão perinatal e transfusão sanguínea (MALLET et al., 2015). Existe também a evidência de transmissão pelo leite materno (FREITAS, 2016).

Os primeiros casos de ZIKV em seres humanos foram detectados em 1952 em Uganda e Tanzânia. Posteriormente, foi relatado em regiões equatoriais na África e Ásia, onde foi associada a infecções esporádicas (LABEAUD, 2017).

Em 2007, a primeira epidemia ocorreu em Yap, Micronésia. Já em 2013, um surto foi relatado na Polinésia Francesa (BUPONT-ROUZEYROL et al., 2015). Em 2014, infecções por ZIKV foram detectadas no hemisfério ocidental, na Ilha de Pascoa, Chile. Posteriormente, se espalhou por toda a América Latina (DYER, 2015).

No segundo semestre de 2014, suspeitas do ZIKV foram registradas em algumas cidades do Nordeste brasileiro (LUZ et al., 2015), e confirmadas em maio de 2015 pelo Ministério da Saúde (MS) do Brasil, como transmissão autóctone no Nordeste (WHO, 2015).

No ano de 2015 foram confirmados casos autóctones de febre pelo vírus zika (ZIKV) no Brasil (CAMPOS et al., 2015), com epidemia no Nordeste do país (BRASIL, 2015). O vírus foi introduzido no país entre 2013 e 2015, provavelmente importado do Pacífico e causou uma grande epidemia que atingiu o pico em novembro de 2015, espalhando-se rapidamente em todo o Brasil (BAUD, et al., 2017). Após o início dessa epidemia do ZIKV no país, ocorreu um aumento inesperado do número de casos de microcefalia e malformações congênitas do sistema nervoso central (SNC).

Em 2016 foram notificados 216.207 casos prováveis de febre pelo ZIKV no país. No estado Maranhão, em 2016 até a semana epidemiológica (SE) 52, foram



registrados 4.608 casos prováveis de febre pelo ZIKV (BRASIL 2017). Foram confirmados laboratorialmente 8 óbitos por vírus Zika: Rio de Janeiro (4), Espírito Santo (2), Maranhão (1) e Paraíba (1). No ano de 2017, até a SE 52 foram registrados 17.452 casos prováveis de febre pelo vírus Zika no país, destes, 516 foram notificados no estado do Maranhão (BRASIL, 2018).

O *Aedes aegypti*, principal vetor transmissor dessa doença, está presente em todas as regiões do Brasil (BRAGA, VALLE, 2007; COELHO, 2015). Na última década, o número de municípios infestados no país aumentou contribuindo para a expansão das áreas sob risco de transmissão. Além disso, boa parte do país possui padrões climáticos que favorecem as condições adequadas à reprodução e sobrevivência do vetor, como um clima tropical úmido e seco com altas temperaturas, umidade elevada e variações sazonais (TEIXEIRA et al., 2013).

Aliado aos aspectos climáticos, outros fatores contribuem para a proliferação dos vetores e, conseqüentemente para a manutenção dessas doenças, tais como: precária infraestrutura das cidades, urbanização inadequada, com graves problemas de abastecimento de água e coleta irregular de lixo, ausência de maior consciência ambiental da população e pouca eficácia dos programas governamentais de controle dos vetores (KHORMI et al., 2011; COELHO, 2015).

Para a identificação dos focos de infestação do mosquito no país, tem sido muito utilizado pelos municípios o método do Levantamento dos Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), o qual identifica as regiões de maior risco, contribui para eliminação de criadouros de mosquitos, podendo reduzir o número dos casos das doenças transmitidas por esse vetor (BRASIL, 2013).

Nesse contexto, pesquisas são relevantes para conhecer a realidade dos locais em que se encontram os focos do mosquito transmissor, sendo fundamental para a realização de intervenções e efetivas ações para o seu controle. As técnicas de análise espacial têm sido utilizadas pela epidemiologia, pois, permitem a realização de estudos da distribuição espacial de agravos, doenças e situações de riscos, o que possibilita a detecção de áreas vulneráveis (ALMEIDA FILHO; BARRETO, 2014).

No Maranhão, pesquisas sobre o ZIKV são necessárias, porque se trata de uma doença emergente no estado a partir de 2015. Esse estudo objetiva analisar a distribuição espacial dos casos prováveis de ZIKV em São Luís, Maranhão, **a partir da**

**hipótese de que a distribuição espacial dos casos de ZIKV ocorre de forma heterogênea no município e de que há relação dessa doença com o índice de infestação predial pelo *Aedes aegypti* e com variáveis ambientais.**

## 2 JUSTIFICATIVA

Considera-se o estudo relevante porque se trata de uma doença emergente no estado do Maranhão a partir de 2015. Apesar do declínio do número de casos, a febre pelo vírus zika também é transmitida pelo *Aedes aegypti*, vetor com alta infestação predial nas últimas décadas no país, sendo responsável por epidemias de dengue Zika e mais recentemente pela emergência do CHIKV e do ZIKV.

Com o aumento do número de municípios infestados no país e no estado do Maranhão, contribuindo para a expansão das áreas sob risco de transmissão, é importante conhecer a distribuição da Febre pelo ZIKV no município de São Luís pode potencializar a necessidade das prioridades de ações intersetoriais, coletivas e de saúde que proporcionem melhorias nas condições de vida da população. Valer-se do instrumental da espacialização, por meio da técnica de geoprocessamento, conjugada a uma visão totalizada do processo saúde-doença, para identificar contextos de vulnerabilidades à doença aguda pelo ZIKV, permite agir não só no ambiente clínico e biológico, mas também nos determinantes sociais da saúde-doença. Para tanto, o uso de medidas e indicadores urbanos se tornam as bases essenciais para as possíveis correlações entre os registros de ZIKV com as variáveis socioambientais.

É importante compreender a dinâmica da expansão da ZIKV no município de São Luís se justifica na necessidade de se estabelecer os condicionantes da doença. A partir da suposição das variáveis que influenciam a disseminação do ZIKV nos bairros de São Luís e da posterior sobreposição e interação dos mapas que compõem tais variáveis, foi realizada análise sobre o padrão de introdução e disseminação da doença no município.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a distribuição espacial dos casos prováveis de ZIKV no município de São Luís, no período de 2015 a 2016.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Distribuir os casos de prováveis de ZIKV conforme o ano, sexo, raça, faixa etária;
- b) Descrever a distribuição espacial dos casos prováveis de ZIKV por distrito e bairro no município de São Luís, em 2015 a 2016;
- c) Determinar os coeficientes de incidência de ZIKV por bairro no período em estudo;
- d) Verificar a existência de correlação espacial dos casos prováveis de ZIKV no município de São Luís, em 2015 a 2016;
- e) Avaliar a evolução temporal segundo semana epidemiológica e mês dos casos prováveis de ZIKV no município de São Luís, em 2015 a 2016;
- f) Descrever a distribuição espacial do índice de infestação predial pelo *Aedes aegypti*.
- g) Identificar dentre as variáveis climáticas e socioambientais quais são os fatores explicativos da dependência espacial dos casos de ZIKV;

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta revisão bibliográfica sobre a temática, tratando inicialmente das características do vírus e do vetor da doença aguda pelo ZIKV; posteriormente, seus aspectos epidemiológicos e por último, das análises espaciais como ferramentas de compreensão da dinâmica dos casos do ZIKV.

### 4.1 Vírus Zika: aspectos clínicos e laboratoriais

O ZIKV é um flavivírus da família *Flaviviridae* (ECDC, 2015a), vírus RNA de cadeia simples e geneticamente próximo à dengue. Este é transmitido pelos mosquitos *Aedes aegypti* (MALLET et al., 2015) e em menor grau, pelo *Aedes albopictus* (BADEN, 2016). Outras espécies são potenciais vetores de ZIKV, especialmente *Aedes polynésiens*, *Aedes hensillii* (MALLET et al., 2015), *Aedes africanus*, *Aedes luteocephalus*, *Aedes furcifer*, e *Aedes taylori* (BADEN, 2016).

Os principais sintomas clínicos são febre baixa (menor que 38,5°C), transitória artrite / artralgia com possível edema (principalmente nas pequenas articulações das mãos e dos pés) e erupção maculopapular, hiperemia conjuntival ou conjuntivite não purulenta bilateral, com sintomas não específicos gerais, tais como mialgia, cefaleia e astenia. Os sintomas clínicos da doença aguda pelo ZIKV aparecem após um período de incubação que varia entre 3 e 12 dias, são geralmente leves e de curta duração, de dois a sete dias, e com infecções que podem passar despercebidas ou ser diagnosticadas como dengue (LA BEAUD, 2016).

Em comparação com outras doenças exantemáticas, como dengue e CHIKV, os sinais e sintomas ocasionados pelo ZIKV incluem um quadro exantemático mais acentuado e hiperemia conjuntival, mas sem alteração significativa na contagem de leucócitos e plaquetas (BRASIL, 2016b).

O ZIKV afeta todos os grupos etários e ambos os sexos e na maioria dos casos não vinha sendo associada a complicações (NHAN, 2014; BRASIL, 2015a). No entanto, apesar de ser considerada uma infecção leve, pode acometer o sistema nervoso central, sendo associada à síndrome de *Guillain-Barré* (SGB) bem como a outras condições neurológicas (FAUCI, 2016). A SGB foi relatada tanto nos surtos ocorridos

na Polinésia Francesa (na última década) como nas epidemias no Brasil, nos municípios do Rio Grande do Norte e na Bahia em 2015 e 2016 (LUZ et al., 2016). Essa síndrome é caracterizada como uma polineuropatia aguda, desmielinizante e inflamatória de caráter autoimune, cujos sintomas normalmente se desenvolvem após episódios infecciosos, acometendo crianças e adultos (NASCIMENTO et al., 2012; VOLQUIND et al., 2013; SÁNCHEZ et al., 2014).

A doença congênita pelo ZIKV, cujas mães tiveram infecção durante a gravidez, está associada à microcefalia e a outras alterações do Sistema Nervoso Central (SNC). As crianças com microcefalia podem apresentar epilepsia, paralisia cerebral, retardo no desenvolvimento cognitivo, motor e fala, além de problemas de visão e audição (ASHWAL et al., 2009; SCHRAM, 2016; SILVA et al., 2016). Além disso, outros problemas graves foram identificados devido a esta infecção viral, como injúria do SNC, restrição do crescimento fetal, insuficiência placentária e morte fetal (SCHRAM, 2016).

O diagnóstico laboratorial específico de ZIKV baseia-se principalmente na detecção de RNA viral a partir de espécimes clínicos. O período virêmico ainda não está completamente estabelecido, mas acredita-se que seja de curta duração. Desta forma, seria possível a detecção direta do vírus em um período de quatro a sete dias após do início dos sintomas. Entretanto, recomenda-se que o exame do material seja realizado, idealmente, até o quinto dia do aparecimento dos sintomas (BRASIL, 2015b).

No Brasil, a técnica de referência para confirmação de ZIKV é a reação em cadeia da polimerase via transcriptase reversa (RT-PCR), realizada em laboratórios de referência da rede do Sistema Único de Saúde (SUS). Já a detecção de anticorpos é realizada pelo teste sorológico imunoenzimático MAC-ELISA (BRASIL, 2015b).

O principal modo de transmissão é através de picadas de mosquitos do gênero *Aedes*. O ZIKV é transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti*, que vive em regiões tropicais. No entanto, o mosquito *Aedes albopictus*, que vive em regiões temperadas também é capaz de realizar a transmissão. Além disso, o ZIKV pode ser transmitido aos seres humanos por meio da relação sexual (incluindo vaginal, anal e sexo oral), transfusão sanguínea e transplante de órgão (LABEAUD, 2016).

## 4.2 Histórico da situação epidemiológica da doença aguda pelo vírus Zika

Sobre o histórico de registro deste agravo, foi em 1947, quando um estudo da febre amarela rendeu o primeiro isolamento de um novo vírus, a partir do sangue de um macaco *Rhesus*, sentinela na Floresta Zika em Uganda (BADEN, 2016), mas foi somente com estudos filogenéticos dos genomas do ZIKV que a data de surgimento de ZIKV na África Oriental pode ser estimada em 1920, provavelmente entre 1892-1947 (FAYE et al., 2014).

Após sua descoberta em Uganda, estudos sorológicos têm identificado casos isolados ou vestígios sorológicos de circulação do ZIKV em vários outros países africanos (Nigéria, Tanzânia, Egito, África Central, Serra Leoa, Gabão, Senegal, Costa do Marfim, Camarões, Etiópia, Quênia, Somália, Burkina Faso) e Ásia (Malásia, Paquistão, Filipinas, Tailândia, Vietnã, Camboja, Índia, Indonésia) NHAN et.al., 2014).

A Infecção em humanos foi reconhecida pela primeira vez na Nigéria em 1953, quando a infecção viral foi confirmada em três pessoas (BADEN, 2016). Até 2007, as infecções pelo ZIKV foram notificadas de forma esporádica, ou pequenas epidemias na África e na Ásia (NHAN et.al. 2014). Em 2007, uma nova epidemia de ZIKV ocorreu nas Ilha de Yap, Micronesia (ZANLUCA et al., 2015).

Posteriormente, houve um surto de ZIKV na Polinésia Francesa em 2013 e 2014 (ECDC, 2015 b), em uma área endêmica de dengue. Em outubro de 2013, o ZIKV foi identificado como agente etiológico de doença exantemática febril nesta área e o *Aedes aegypti* e *Aedes polynesiensis* como principais vetores (NHAN, et al., 2014). Estima-se que este surto envolveu 32.000 pessoas (BADEN, 2016). Já em 2014, casos importados da Polinésia Francesa foram diagnosticados na Nova Caledônia e posteriormente, os primeiros casos autóctones (NHAN, et al., 2014). No mesmo período, surtos subsequentes ocorreram em outras ilhas do Pacífico, incluindo Ilhas Cook Austrália (BADEN, 2016).

Ainda nos estudos da Polinésia Francesa, o ZIKV foi detectado no sangue, urina, sêmen, saliva, líquido cefalorraquidiano, líquido amniótico e o leite materno (LABEAUD, 2016). Durante este surto, em um período de seis meses, 855 pacientes apresentaram sintomas, durante a fase aguda da doença, o ZIKV foi detectado em maior frequência em comparação no sangue (MUSO, 2015).

Infecções pelo ZIKV têm sido associadas a complicações congênitas, incluindo microcefalia, perdas fetais entre mulheres infectadas durante a gravidez, bem como complicações neurológicas (LA BEAUD, 2016). Ainda nos estudos da Polinésia Francesa, houve um aumento da incidência da síndrome de Guillain-Barré (SGB), sugerindo uma possível associação com o ZIKV (LORMEAU, 2016). A SGB é uma doença inflamatória auto-imune do sistema nervoso periférico com paralisia ascendente (NHAN et al., 2014), geralmente começa nas extremidades inferiores distais.

Nas Américas, a transmissão do vírus parece ter se originado nas ilhas do Pacífico, uma conclusão com base na análise filogenética (ZANLUCA et al. , 2015). No Brasil, em 2015, foram confirmados os primeiros casos em alguns municípios do Nordeste. No primeiro semestre de 2015, sete casos da doença foram confirmados em Salvador – BA. (CAMPOS et al., 2015 ) e sete casos da doença em Natal – RN (ZANLUCA et al., 2015 ).

O vírus foi introduzido no país entre 2013 e 2015, provavelmente importado do Pacífico, e causou uma grande epidemia que atingiu o pico em novembro de 2015, espalhando-se rapidamente em todo o Brasil e nas Américas (BAUD, et al., 2017)

Duas hipóteses principais foram levantadas para explicar como ZIKV entrou no Brasil. A primeira é que o vírus foi introduzido durante os jogos de futebol da Copa do Mundo, realizada no país entre junho e julho de 2014 (ZANLUCA et al., 2015) e a segunda hipótese sugere que o vírus entrou no Brasil durante o campeonato de canoagem realizado no Rio de Janeiro, em agosto de 2014, com a participação de atletas de quatro países do Pacífico: Polinésia Francesa, Nova Caledônia, Ilhas Cook e Ilha de Páscoa (WEAVE, 2016).

Em julho de 2015, o estado da Bahia também apresentou casos de síndrome de Guillain-Barré (SGB) em pacientes com história de doença exantemática, onde foram confirmados 42 casos e destes, 26 tinham uma história prévia de infecção ZIKV ou DENV (HEUKELBACH, et al., 2016).

Em setembro de 2015, foi detectado um aumento do número de crianças nascidas com microcefalia em áreas afetadas pelo ZIKV (SAMPATHKUMAR, SANCHEZ, 2016). No final de 2015, foram notificados 509 casos, Pernambuco foi o estado que registrou o maior número de casos (646), seguido pelos estados de Paraíba (248), Rio Grande do Norte (79), Sergipe (77), Alagoas (59), Bahia (37), Piauí (36),



Ceará (25), Rio de Janeiro (13), Maranhão (12), Tocantins (12), Goiás (2), Distrito Federal (1) e Mato Grosso do Sul (1) (ECDC, 2015 b).

No início de 2016, a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou que o surto de ZIKV constituía uma emergência internacional em saúde pública por causa da possível ligação com microcefalia e outras síndromes neurológicas (SAMPATHKUMAR, SANCHEZ, 2016). Naquele ano, a OMS também emitiu alerta para a presença do ZIKV em vários países latino-americanos: Colômbia, Suriname, Guatemala, El Salvador, México, Paraguai, Venezuela e Panamá (GATHERER, KOHL, 2016).

Até dezembro de 2016 foram registrados 214.193 casos prováveis de ZIKV no país (taxa de incidência de 96,3 casos/100 mil hab.), tendo sido confirmados 101.851 casos. No estado do Maranhão 4.385 casos foram confirmados (BRASIL, 2017).

### **4.3 Ecologia do vetor**

O *Aedes Aegypti* tem origem no continente africano, encontrado alimentando-se e se reproduzindo mesmo na ausência de seres humanos (CATÃO, 2012). Onde se domesticou e se adaptou ao ambiente urbano, tornando-se antropofílico e suas larvas foram encontradas em depósitos artificiais. Esse processo adaptativo vem permitindo a sua rápida difusão espacial utilizando os mais diversos meios de transporte e o seu explosivo crescimento nas áreas urbanas (BARRETO, TEIXEIRA, 2008).

Geralmente encontrado entre as latitudes 45° N e 35° S, e menos frequentes em altitudes de mais de 1.000 metros devido à baixas temperaturas nestes locais (LOPES et al., 2014). Espalhou-se pela Ásia e Américas ao longo dos séculos XV até o XIX, principalmente pelos meios de transportes cada vez mais rápidos, como vias aérea, marítima ou terrestre. Foi introduzido no Brasil durante o período colonial, provavelmente na época do tráfico de escravos (CONSOLI, OLIVEIRA, 1994). Em 1958 foi intensamente combatido por ser o vetor da febre amarela, depois de várias campanhas realizadas para erradicá-lo, a espécie foi considerada como eliminado (LOPES et al., 2014).

Apresenta as seguintes características fenotípicas: é um mosquito rajado, de coloração escura, com escamas brancas pelo corpo. Sua identificação é facilitada pelo

desenho em forma de lira presente no dorso, que pode ser observado a olho nu, como observado na figura 1. Escamas brancas, alternando-se com escamas escuras, são encontradas na região posterior da cabeça e nos segmentos abdominais (GONÇALVES, 2014).

**Figura 1** – Mosquito *Aedes aegypti*



Fonte: [agenciabrasil.ebc.com.br](http://agenciabrasil.ebc.com.br)

Existe um consenso de que a partir da população silvestre, devido às pressões humanas decorrentes da destruição dos habitats naturais, uma variedade genética desse mosquito teria sofrido um processo seletivo, adaptando-se às áreas alteradas e, posteriormente, teria encontrado nos aglomerados humanos, o ambiente adequado à sua sobrevivência. A adaptação aos criadouros artificiais teria sido um grande passo em direção ao comportamento sinantrópico (GONÇALVES, 2014).

Com hábito diurno, seus picos de maior atividade geralmente são no amanhecer e pouco antes do crepúsculo vespertino. O seu controle é difícil, devido ao fato de ser um mosquito muito versátil na escolha dos criadouros (lugares escolhidos pelas fêmeas para efetuar a postura de seus ovos). Os ovos são extremamente resistentes à dessecação, podendo sobreviver vários meses até que a chegada de água propicie seu desenvolvimento larval (CONSOLI, OLIVEIRA, 1994).

O *Aedes albopictus* é um vetor secundário, originário da Ásia e existente no Brasil desde 1986, onde foi identificado pela primeira vez no Rio de Janeiro (GONÇALVES, 2014). Sua distribuição, no Brasil, ainda é associada à presença do homem, utilizando, como o *Aedes aegypti*, os criadouros propiciados pela atividade humana. Contudo é um mosquito que se espalha com facilidade no ambiente rural e

urbano, não dependendo dos locais de grande concentração humana, como o *Aedes aegypt* (CONSOLI, OLIVEIRA, 1994).

Os *Aedes* desenvolvem-se através de metamorfose completa (holometabolía), e o ciclo de vida compreende quatro fases: ovo, larva (quatro estágios larvários), pupa e adulto (GONÇALVES, 2014). Apresentam duas fases distintas: aquática, com as etapas de desenvolvimento de ovo, larva e pupa, e a terrestre, que corresponde ao mosquito na forma adulta (VIANA, IGNOTI, 2013).

Qualquer país em que mosquitos do gênero *Aedes* estejam presentes, podem propiciar locais em potencial para futuros surtos do ZIKV (GATHERER, KOHL, 2016). Fatores como clima tropical e subtropical, mudanças globais, alterações climáticas, variabilidade do clima, uso da terra, armazenamento de água e irrigação, crescimento da população humana e urbanização contribuem expressivamente para a proliferação e desenvolvimento do *Aedes aegypti* (VIANA, IGNOTTI, 2013).

As características climáticas sofrem influências das dinâmicas sazonais meteorológicas limitando ou condicionando o ambiente ótimo para a reprodução ou evolução do vetor. A dinâmica sazonal está comumente associada às mudanças e flutuações climáticas (HEMMER et.al., 2007), que incluem: aumento da temperatura, variações na pluviosidade e umidade relativa do ar, condições estas que favorecem maior número de criadouros disponíveis e, conseqüentemente o desenvolvimento do vetor. Este último apresenta duas fases distintas: aquática, com as etapas de desenvolvimento de ovo, larva e pupa e a terrestre que corresponde ao mosquito na forma adulta, estando ambas as fases sujeitas às alterações ambientais e meteorológicas (VIANA, IGNOTTI, 2013).

Diante da dinâmica ambiental interveniente na ecologia do *Aedes aegypti* e para aumentar a eficácia do combate ao mosquito, o MS realiza o Levantamento de Índice Rápido para o *Aedes aegypti* (LIRAA), que foi idealizado com vistas ao monitoramento da população (e dispersão) dos vetores *Aedes*. O LIRAA é realizado periodicamente em âmbito nacional, fornece o Índice de Infestação Predial (IIP), Índice de Infestação em Depósitos (Índice de Breteau – IB) do *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* e o Índice por tipo de recipiente (BRASIL, 2013).

O índice predial é utilizado para mensurar o nível populacional do vetor através do percentual de edifícios positivos (com a presença de larvas de *A. aegypti*). O Índice de Breteau é o índice mais comumente utilizado e leva em consideração a relação entre

o número de recipientes positivos e o número de imóveis pesquisados. E o Índice por tipo de recipiente é a relação em porcentagem entre o número do tipo de recipiente positivo e o número de recipientes positivos pesquisados (para larvas). Este último ressalta a eventual importância de determinado criadouro, dentre os positivos, e, conseqüentemente, indica a necessidade de adoção de medidas específicas de controle (BRASIL, 2013).

O LIRAa além de apresentar a média dos indicadores larvários, identifica nos espaços intraurbanos as áreas com maior densidade de larvas, o que pode contribuir para o direcionamento das ações de controle nas áreas mais críticas. Para seu procedimento o levantamento consiste na divisão do município por estratos ou grupos de nove mil a doze mil imóveis com características semelhantes e em cada grupo, são pesquisados aproximadamente 450 imóveis que são avaliados pelos agentes de saúde. As avaliações buscam identificar principalmente a presença de larvas e pupas do mosquito, após essa busca as amostras coletadas são enviadas para análise em laboratório. A partir do levantamento, realiza-se a classificação de risco, em que abaixo de 1% da quantidade de imóveis com larvas, o índice é considerado satisfatório; de 1% a 3,9%, em alerta e acima de 3,9%, em risco. Ressalta-se que o MS recomenda a redução para menos de 1% do Índice de Infestação Predial do *Aedes aegypti* (BRASIL, 2013).

Para controle, os índices larvários são os mais usados e compreendem um grupo constituído por várias propostas metodológicas. Os índices de infestações baseados na fase jovem do vetor são utilizados com frequência, existindo também aqueles que utilizam como base as informações relativas a ovos e a adultos. Os diversos índices baseados na fase larvária têm vantagens e desvantagens, sendo mais utilizados devido à facilidade de obtenção (BRASIL, 2013).

A utilização concomitante destes índices proporciona um importante instrumento de orientação, pois identifica as áreas prioritárias para medidas e ações estratégicas de controle e combate ao mosquito, visando à redução dos índices de infestação municipais e, conseqüentemente, o controle das arboviroses. Em cada município, agentes de saúde visitam residências e outros tipos de imóveis, para inspecionar e identificar os criadouros e encontrando as larvas ou pupas são coletados para análise em laboratório (BRASIL, 2013).

Para que este levantamento seja preciso é importante a participação do agente comunitário de endemias (ACS), que são os profissionais responsáveis pela prevenção

e pelo combate ao mosquito *Aedes Aegypti*. Os ACEs são responsáveis por: vistoriar residências, depósitos, terrenos baldios e estabelecimentos comerciais em busca de focos endêmicos; inspecionar ralos, caixas d'água, calhas e telhados; aplicar larvicidas e inseticidas; e orientar a população quanto à prevenção e tratamento de doenças infecciosas ( FONSECA, et. al., 2017)

Donalísio e Glasser (2002) ressaltaram que a realização periódica de atividades de vigilância entomológica, é imprescindível para o dimensionamento do embate das medidas de controle, orientando ajustes nas ações prescritas pelos programas de combate as endemias.

Dessa forma, o departamento de Vigilância Epidemiológica da secretaria municipal de São Luís, desenvolve anualmente o Plano Municipal de Contingência da Dengue. visando estabelecer estratégias e metas para o controle e combate da doença, baseado nas Diretrizes Nacionais para Prevenção e Controle de Dengue.

O LIRAA tornou-se uma ótima estratégia de vigilância territorial em saúde, pois, ao investigar as áreas de concentração dos criadouros utilizado para mapear os índices de e a situação de infestação do município, permitindo o direcionamento das ações de controle (BRASIL, 2013).

#### **4.4 Análise espaço-temporal de doenças**

A situação da saúde de uma população em dado tempo e espaço sofre influências das transformações de ordem econômica, das ocorrências de origem natural e também pelas experiências biológicas dessas populações em contato com diversos agentes patogênicos (AQUINO JUNIOR, 2010).

A análise da distribuição das doenças e seus determinantes nas populações, no espaço e no tempo são fundamentais para compreensão de doenças. Dentre os estudos clássicos precursores realizados com abordagem da análise espacial, destaca-se o trabalho de Jonh Snow, que ao analisar uma epidemia de cólera ocorrida em Londres no ano de 1854, utilizou o mapeamento para localizar óbitos relacionando-os com suprimento de água por diferentes bombas públicas de abastecimento. Esse estudo mostrou que a relação espacial entre os dados, contribuiu significativamente para o avanço na compreensão do fenômeno (CARVALHO, 2000; ALMEIDA FILHO, BARRETO, 2014).

A análise espacial tem sido considerada uma ferramenta promissora na identificação de áreas prioritárias para as intervenções em saúde (RODRIGUES et al., 2014). Cada vez mais estão sendo realizados estudos para analisar no âmbito espacial e temporal a distribuição das doenças, com intuito de favorecer a introdução de novas práticas, instrumentos ou formas de realizar a atenção à saúde, de maneira mais eficiente, integrada e equitativa (ALVES JUNIOR, 2011).

As técnicas de análise espacial permitem a identificação de variáveis sociodemográficas, econômicas e ambientais como fatores de risco de um determinado evento sobre a população. Além disso, as técnicas podem contribuir na detecção de áreas vulneráveis para o monitoramento e controle de eventos da saúde, bem como para a avaliação dos seus impactos e das intervenções (CAVICCHIOLI NETO et al., 2014).

Para a análise espacial, o uso de geotecnologias aperfeiçoa e amplia a capacidade de alinhamento, reprodução e representação de dados espaciais. O geoprocessamento ganha pertinência nas pesquisas que aliam a análise de dados geográficos com os dados de saúde. Entende-se por geoprocessamento um conjunto de técnicas de processamento de dados que reúne ferramentas de digitalização da informação, cartografia automatizada, metodologias, conversão e gerenciamento de banco de dados, modelagem digital do terreno, localização, processamento de imagens, estatísticas espaciais e informação geográfica em uma base de dados georreferenciada, a partir de programas computacionais (APARÍCIO, 2001; ROCHA, 2002; CARVALHO JUNIOR et al., 2003).

Destacam-se como técnicas de geoprocessamento: sensoriamento remoto, digitalização dos dados, automação de tarefas cartográficas, Sistema de Posicionamento Global (GPS) e Sistema de Informação Geográfica (SIG) (HINO, 2006). O georreferenciamento de eventos é importante na análise e avaliação dos riscos à saúde coletiva, particularmente quando estão relacionadas com o meio ambiente e com o perfil socioeconômico da população (SKABA, 2004).

Mapas temáticos são instrumentos poderosos na análise espacial do risco de determinada doença, permitem descrever a visualização da distribuição espacial de um evento (HINO, 2006). O mapeamento das doenças é fundamental diante de uma epidemia, a análise da distribuição espacial de agravos possibilita determinar padrões da situação de saúde e de uma área, evidenciar disparidades espaciais que levam a

delimitação de áreas de risco para mortalidade, ou incidência de eventos mórbidos (PINA, SANTOS, 2000).

No campo de ação da saúde pública, os mapas georeferenciados têm sido utilizados, frequentemente, na avaliação minuciosa da saúde populacional, pois permitem observar a distribuição geográfica da doença no decorrer do tempo, seu deslocamento, índices de morbidade, modelagem de risco, análise e prevenção à saúde, através da manipulação do banco de dados epidemiológicos (CARNEIRO, 2007). Nesse contexto, a aplicação do geoprocessamento, no campo da saúde pode proporcionar uma visão ampliada da situação das doenças no espaço, ao conceder muitas vezes fatos esclarecedores dos problemas do território e orientar a tomada de decisões.

Estudos recentes têm sido realizados com enfoque em análise espacial. Harling, Castro (2014) caracterizaram o padrão de distribuição espacial da tuberculose no Brasil e analisaram a relação da ocorrência dessa doença com indicadores socioeconômicos. As maiores proporções de notificação de tuberculose ocorreram em áreas urbanas na costa leste e no oeste do país, em situação de vulnerabilidade social.

Em estudo realizado no Sudeste do país foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para explicar as possíveis interferências da transmissibilidade e da endemia da hanseníase, constatando a relação da doença com fatores socioeconômicos, mas não com densidade populacional (CURY et al., 2012)

O estudo de distribuição espacial dos casos de leishmaniose visceral no Maranhão identificou um elevado aumento dessa doença no período de 2000 a 2009, principalmente nas unidades regionais de saúde que apresentaram maior crescimento populacional, sugerindo a adoção de medidas mais eficazes de prevenção e controle da doença no estado (FURTADO et al. 2015)

Em relação às arboviroses, a distribuição espacial está relacionada com a amplitude do vetor e de seus *habitats* preferenciais e a análise dos padrões ecológicos e entomológicos são processos importantes para predição temporal e espacial do risco (USHIZIMA, 2005).

Estudos que utilizaram técnicas de análise espacial de indicadores entomológicos do *Aedes aegypti*, verificaram que a distribuição espacial das larvas no município não segue um padrão homogêneo, pois, os focos tendem a agregar-se em áreas específicas, o que permitiu estimar a localização de polos fundamentais para atividades de controle (LAGROTTA, 2008; BARBOSA, LOURENÇO, 2010).

#### 4.5 Ocupação e urbanização de São Luís

O início do processo de ocupação de São Luís deu-se efetivamente no ano de 1612, em decorrência da chegada dos franceses à Ilha do Maranhão. De forma muito lenta, é a partir deste período até por volta de 1875 que se tem o surgimento dos primeiros povoados (FERREIRA, 2014).

No final do século XVII e início do século XVIII, São Luís atingiu seu apogeu econômico através do seu principal produto de exportação, o algodão. Este período é responsável pela organização da cidade em torno do que hoje é o Centro Histórico, a área caracterizada imponente conjunto de casarões coloniais portugueses (SANTOS, 2015).

Entre as décadas de 1940 e 1960, tem-se uma expressiva expansão em direção ao centro da Ilha, onde áreas mais distantes do Centro começam a ter maior concentração populacional devido à construção de estradas ligando o bairro central (Praia Grande) e adjacências, onde atualmente são os bairros do João Paulo, Anil, Joao Paulo e outros (MORAIS, 2006).

A partir da década de 1970, grandes projetos minero-metalúrgicos foram instalados, como a Vale do Rio Doce e ALUMAR, que possibilitaram a viabilização do Corredor Norte de exportação pelo sistema Multimodal composto pelo Complexo Portuário de São Luís rodovias e ferrovias, atraindo diversos empreendimentos comerciais, residenciais e de lazer, antes inexistentes (OLIVEIRA et al. 2010). Neste período, a cidade de São Luís passou por processos de expansão em duas direções: ao norte (São Francisco/Calhau) e a sudoeste (Itaqui-Bacanga) (SANTOS, 2012).

Esta expansão urbana no sentido norte, áreas onde atualmente encontram-se os terrenos com valores mais altos nesta área, a partir de 1980 têm-se o crescimento de instalações de condomínios de luxo, os primeiros *shopping centers* e áreas de lazer (MORAIS, 2006).

Entre as décadas de 1980 e 1990, houve um rápido processo de urbanização da capital do Maranhão, nesse período São Luís passou por um intenso processo de periferação, dando origem ao processo de ocupação desordenada. Diversos foram os fatores que atraíram um grande contingente populacional para o município de São Luís como, a instalação da Vale do Rio Doce e ALUMAR (MASULLO, LOPES, 2017).



Neste período surgem os primeiros conjuntos habitacionais, sobretudo na área rural, com projetos financiados pela extinta Companhia de Habitação (COHAB) que culminam na origem de alguns bairros que propiciaram definitivamente a fixação de grandes aglomerados de pessoas no interior da Ilha (VASCONCELOS, 2014).

A instalação desses projetos agravou de forma considerável a desordenada expansão de áreas urbanas, que resultou na geração de problemas de uso do solo, aumentando o excedente de mão-de-obra e o déficit habitacional, conseqüentemente causando danos de ordem social e ambiental (SANTOS, MENDES, 2005).

A ocupação urbana desordenada também foi responsável pelo surgimento de variados problemas de ordem ambiental e socioeconômica (SANTOS, (1996) *apud*, MASULLO, SANTOS, 2014). Estes problemas podem ser observados a partir de um conjunto de indicadores sociais e ambientais, tais como o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal-IDHM<sup>1</sup>, atualmente São Luís possui o IDHM de 0,768, considerado o maior do estado do Maranhão, porém bem inferior quando comparado com outras capitais do país (ATLAS BRASIL, 2013). Com base neste indicador pode-se analisar como os problemas socioambientais repercutem negativamente na qualidade de vida da população.

Os grandes aglomerados urbanos formam-se a partir de um modelo urbano desigual, onde ocorre uma urbanização através da expansão de áreas periféricas revelando bairros sem planejamento e com graves problemas socioambientais (JACOBI, 2004). Junto com as cidades advém também a desigualdade socioespacial, verificada mais nitidamente com a expansão das periferias urbanas, configurando regiões de extrema pobreza, expressas na segregação espacial e ambiental dos grandes aglomerados urbanos (MARICATO, 2002).

Aglomerados urbanos resultantes do processo de urbanização desordenada apresentam deficiências relacionadas ao saneamento básico, às condições de habitação (TAUIL, 2001), assim como armazenamento de água e à irregularidade na coleta de lixo, fatores que propiciam o surgimento de potenciais criadouros para a manutenção do vetor *Aedes aegypti* (FLAUZINO et.al 2011).

---

<sup>1</sup> Indicador que reúne três dimensões mais importantes para a expansão das liberdades das pessoas: longevidade, educação e renda. Varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, melhor é o indicador (ATLAS BRASIL, 2013).

Estas condições diversas de precariedade de infraestrutura e podem ser identificadas no ultimo censo IBGE, o estado do Maranhão, apresentou 87 aglomerados subnormais<sup>2</sup>, sendo que em São Luís foram identificados 39, formado por 232 setores censitários subnormais se concentram na periferia, com destaque para áreas de ocupação recente e densamente povoada e em áreas com ocupações irregulares (IBGE,2010).

## **5 ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **5.1 Delineamento do Estudo**

Trata-se de um estudo ecológico de dados secundários. Foram utilizados os casos prováveis de ZIKV no município São Luís, referentes ao período de 2015 a 2016, notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN - MS).

### **5.2 Área do estudo**

O local de estudo foi o Município de São Luís, capital do Estado do Maranhão (MA), situado ao norte do estado integrando a Mesorregião Norte Maranhense e a Microrregião Aglomeração Urbana de São Luís, estando a 2°31'47'' de latitude sul, 44°18'10'' (COSTA, et.al., 2015). Ocupa cerca de 57% da Ilha do Maranhão, tendo como limites as baías de São José e São Marcos e o município de São José de Ribamar. Está inserido na Microrregião Geográfica da Aglomeração Urbana de São Luís juntamente com os municípios de São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa (GARCÊS JÚNIOR et al., 2016). É a capital do estado do Maranhão e o município mais populoso, com estimativa de 1.091.868 habitantes em 2017, com área territorial de 834,785 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 1.215,69 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2017).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de São Luís de 2010 é de 0,768 acima da média brasileira, o 3<sup>a</sup> melhor IDHM entre as capitais da região Nordeste do Brasil, e 4<sup>a</sup> entre todos os 1.794 municípios da região (ATLAS BRASIL, 2013).

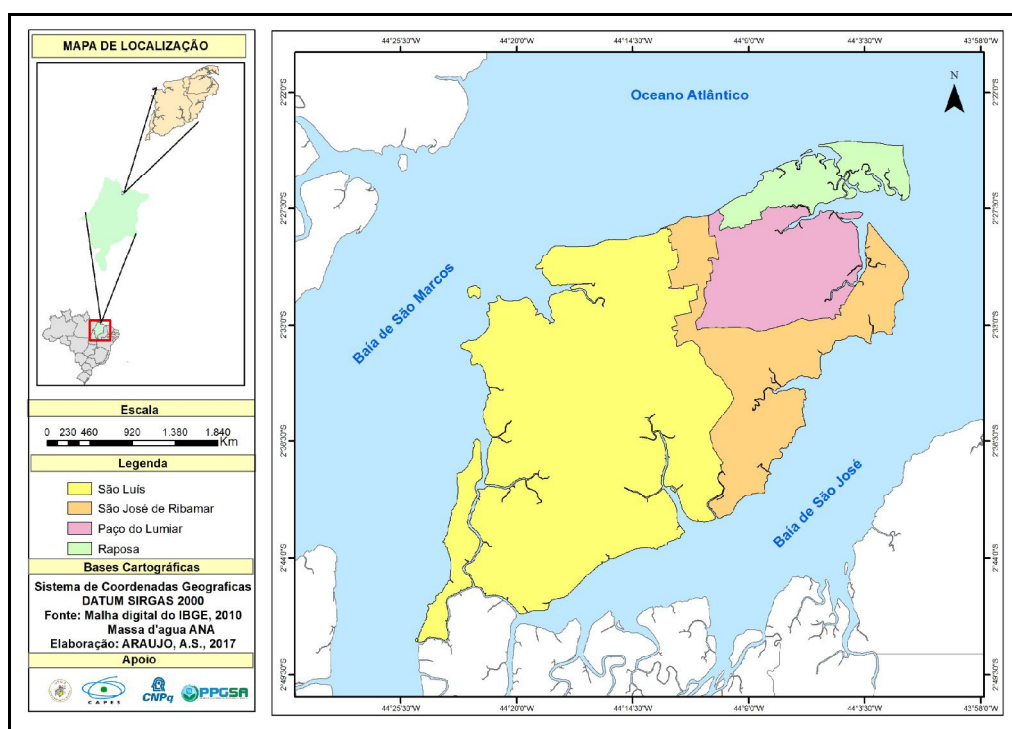
---

<sup>2</sup> É o conjunto constituído por 51 ou mais unidades habitacionais caracterizadas por ausência de título de propriedade e pelo menos uma das características abaixo: irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes e/ou carência de serviços públicos essenciais (como coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública).

O município de São Luís está dividido em 385 localidades, composta por bairros, povoados, vilas, sítios e ilhas. Divide-se em 217 localidades na zona urbana e 168 na área rural. Tais localidades estão ainda organizadas em sete Distritos Sanitários (DS): Centro, Itaqui-Bacanga, Coroadinho, Cohab, Bequimão, Tirirical e Vila Esperança (SEMUS, 2015).

Com relação à vegetação, a área é caracterizada por floresta ombrófila densa e formações com influência marinha e flúvio-marinha como manguezais e restingas (FEITOSA, TROVÃO, 2006). A hidrografia da Ilha é caracterizada por rios pequenos, que deságuam em diversas direções, formando diversos estuários influenciados pelas dinâmicas de marés, formando grandes áreas com manguezais. Os principais rios são o rio Bacanga, Anil, Paciência, Tibiri, Maracanã, Calhau e Pimenta (IMESC, 2011).

**Figura 2.** Mapa de Localização, São Luís, Maranhão, Brasil.



Elaborado pela autora.

### 5.2.1 Caracterização climática da área de estudo

A cidade de São Luís está dentro da área compreendida como zona tropical, sua localização próxima ao Equador favorece uma intensa insolação o ano todo, proporcionando elevadas temperaturas com fracas amplitudes térmicas (atributos de climas tropicais quentes) e a circulação de diferentes sistemas atmosféricos estabelecendo a sazonalidade da precipitação (FEITOSA, TROVÃO, 2006).

Em São Luís têm-se duas estações bem definidas, havendo regularidade térmica durante todo ano, as quais são definidas pelo regime pluviométrico, tendo período chuvoso, compreendido entre os meses de janeiro a julho e um período seco, entre agosto a dezembro (PINHEIRO, 2015). A média pluviométrica é de 2290 mm/ano, concentrados entre fevereiro e maio, sendo abril o mês de maior precipitação (476 mm) (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2014).

### **5.3. População do Estudo**

A população foi constituída por casos prováveis de ZIKV, no município de São Luís, estado do Maranhão, no período de 2015 a 2016.

#### **5.3.1 Critérios de Inclusão**

Foram incluídos no estudo todos os casos prováveis de ZIKV notificados pelo SINAM no município de São Luís.

#### **5.3.2 Critérios de não inclusão**

Não foram incluídos os casos prováveis que foram classificados como descartados nem casos importados de outros municípios. Também foram excluídos dados com inconsistências, incompletudes e duplicidades.

#### **5.3.3 Classificação de caso de doença pelo vírus zika**

A notificação dos casos suspeitos de ZIKV passou a ser obrigatória para todos os serviços de saúde, públicos e privados, a partir de 17 de fevereiro de 2016, sendo considerado caso suspeito, o paciente que apresenta exantema maculopapular pruriginoso, acompanhado de dois ou mais dos seguintes sinais e sintomas: febre, hiperemia conjuntival sem secreção e prurido, poliartralgia, edema periarticular (BRASIL, 2016c).

Caso confirmado se refere a todo caso suspeito com um dos seguintes testes positivos específicos para diagnóstico de zika: isolamento viral, detecção de RNA viral por reação da transcriptase reversa (RT-PCR) e sorologia IgM. Ressalta-se que após a confirmação de circulação autóctone, os demais casos agudos de ZIKV devem ser confirmados por critério clínico-epidemiológico, exceto gestantes e casos com manifestações neurológicas e óbitos (BRASIL, 2016d).

Caso descartado é definido como caso suspeito que possua um ou mais dos seguintes critérios: sorologia IgM não reagente; diagnóstico de outra enfermidade; caso

suspeito com exame laboratorial negativo (RT- PCR); sem exame laboratorial, cuja investigação clínica e epidemiológica seja compatível com outras doenças (BRASIL, 2016d).

Caso provável é definido como o somatório dos casos confirmados e suspeitos. Nesta classificação estão incluídos todos os casos notificados de ZIKV, exceto os casos já descartados no sistema de informação (BRASIL, 2017). Nesta pesquisa utilizaram-se somente casos prováveis de febre pelo ZIKV.

#### **5.4 Procedimentos de Coleta de Dados Secundários**

Os dados foram obtidos das bases de dados da Secretaria Estadual de Saúde do Maranhão (SES - MA), do Sistema de Informação de Agravos e Notificação (SINAN), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Vigilância Epidemiológica Municipal de Saúde de São Luís (VE/SEMUS/SL) e do Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural (INCID).

Para as informações relativas aos números de casos de febre pelo ZIKV no período de 2015 a 2016, foram utilizados dados do SINAN. Foram excluídas todas as variáveis que identifiquem os indivíduos, resguardando a confidencialidade dos dados de identificação dos casos, bem como foram retiradas as inconsistências (informações imprecisas), incompletudes (informações incompletas) e duplicidades (dois ou mais registros para o mesmo caso).

Foram consideradas como duplicidades, de registros de casos repetidos, com valores idênticos (e não faltantes) na variável referente ao município de notificação, com as mesmas informações de identificação e data de notificação.

Devido à inconsistência do banco de dados retiraram-se os dados etnia/cor, escolaridade e evolução. Posteriormente os dados do SINAN foram transferidos para uma planilha *Microsoft EXCEL*®.

#### **5.5. Variáveis do estudo**

##### **5.5.1 Variável desfecho: taxa de incidência de febre pelo ZIKV**

A partir dos casos prováveis e dos dados populacionais dos residentes foi calculada a taxa de incidência por semana epidemiológica, mês e ano.

### **5.5.2 Variáveis independentes**

Foram selecionadas como variáveis independentes: Levantamento de Índice Rápido de *Aedes aegypti* (LIRAA), variáveis climáticas e socioeconômicas.

#### **5.5.2.1 Variáveis Climáticas**

O banco de dados climáticos foi construído a partir de dados secundários obtidos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, localizada no município de São Luís.

Foram obtidos dados relativos aos anos de 2015 a 2016. Consistindo de nove (9) variáveis: direção do vento, precipitação, pressão atmosférica, força da rajada do vento, temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

Os dados obtidos estavam na escala horária, de 0h à 23h, que foram trabalhados e processados em planilhas do *Microsoft Excel*® para cálculos de médias diárias, corrigindo ainda os atrasados dos dados pelo horário padrão do Meridiano de Greenwich (-3h).

#### **5.5.2.2 Variável Levantamento de Índice Rápido de *Aedes aegypti* (LIRAA)**

Os dados entomológicos relativos à infestação pelo *Aedes aegypti* foram obtidos junto à Vigilância Epidemiológica Municipal de Saúde de São Luís (VE/SEMUS/SL). Tal infestação pode ser analisada através do Levantamento Rápido dos Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA).

O LIRAA é uma metodologia recomendada pelo Ministério da Saúde para a determinação da quantidade de imóveis com a presença do mosquito *Aedes aegypti*, através da inspeção dos imóveis pelos agentes de endemias realizam a inspeção do imóvel. Este instrumento metodológico amostral, informa os Índices infestação Predial

(IIP), Breteau (IB) e Tipo de Recipientes para mosquito *Aedes aegypti* em sua fase de vida larval no local estudado (BRASIL, 2013).

Neste estudo foi utilizado o IIP, através deste índice, é possível realizar um diagnóstico da situação da presença do mosquito vetor na cidade. O valor do IIP é definido por estrato, que compreende um conjunto de no máximo 12.000 imóveis (BRASIL, 2013).

Por meio de um plano amostral apenas alguns imóveis de cada estrato serão inspecionados pelo agente de endemia, assim é de suma importância que as visitas sejam eficazes nas identificações dos focos de reprodução do mosquito (BRASIL, 2013). O LIRAA é realizado quatro vezes por ano no município e o resultado é apresentado por estrato.

Nesta pesquisa os valores de IIP disponibilizados foram referentes ao período de junho e agosto dos anos de 2015 e 2016.

Segundo dados disponibilizados pela VE/SEMUS/SL, durante o período de estudo, São Luís possuía 40 estratos, nesta pesquisa foram excluídos os estratos rurais, desta forma ambos os anos contaram com 31 estratos.

### **5.5.2.3 Variáveis Socioambientais**

Para obtenção das informações socioeconômicas sobre a população e domicílios foi utilizada a base de dados do Censo Demográfico do IBGE (2010), com unidade básica de análise por setores censitários, disponíveis no sítio (<http://censo2010.ibge.gov.br/resultados>). Neste estudo, aplicaram-se somente os setores censitários localizado no perímetro urbano.

Os dados foram organizados em planilhas do Microsoft Excel e definidos pelas variáveis: porcentagem da população com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequado, porcentagem da população em domicílio com água encanada e sem acesso a coleta de lixo. Estas variáveis foram escolhidas pela capacidade de retratarem o estado ambiental que influencia no desenvolvimento do *Aedes aegypti*.

Estes dados foram organizados e calculados os percentuais de domicílios de cada indicador por setor censitário. Para espacialização dos dados socioambientais foi utilizado malha digital do IBGE (2010) com recorte para o município de São Luís.



## 5.6 Análise espacial

A análise espacial foi realizada com as variáveis: incidência de casos de febre pelo ZIKV, IIP e socioambientais. Para melhor compreender a dinâmica espacial da febre pelo ZIKV em São Luís elaboraram-se mapas temáticos da concentração de casos, para os anos estudados utilizando técnicas de geoprocessamento.

Para o mapeamento das áreas onde ocorreram os casos de febre pelo ZIKV fez-se necessário conhecer a localização geográfica (bairro de residência) dos pacientes notificados no SINAN. Para confecção dos mapas, 11 casos foram excluídos devido à ausência de informação de logradouro, bairro e distrito.

Os bairros foram considerados como unidade básica<sup>3</sup>. Os dados socioambientais<sup>4</sup> foram agrupados no nível de setores censitários, por este ser a menor unidade espacial em que os dados são disponibilizados.

Para verificar a existência de autocorrelação espacial foi calculado o índice de Moran global e para analisar o padrão da distribuição espacial e a intensidade dos aglomerados segundo os bairros, foi utilizado o índice de Moran local (DRUCK, et al.,2004).

O índice de Moran global fornece uma medida geral da associação espacial existente no conjunto de dados, verificando se os bairros interligados apresentam maior semelhança quanto ao indicador estudado do que o esperado em um padrão aleatório (DRUCK, et al., 2004). O índice varia de -1 a +1, os valores próximos de zero indicam aleatoriedade espacial; valores positivos indicam autocorrelação espacial positiva; valores negativos indicam autocorrelação espacial negativa (MEDRONHO, WERNECK, 2009).

O índice de Moran local produz um valor normalizado (valores dos atributos subtraídos de sua média e divididos pelo desvio-padrão), específico para cada área, permitindo a identificação de aglomerados de áreas com padrões significativos de associação espacial (DRUCK, et al.,2004).

O Diagrama de Espalhamento de Moran local foi utilizado para comparar o valor de cada município com seus vizinhos e verificar dependência espacial. Os

---

<sup>3</sup> Para análise espacial dos bairros do município de São Luís utilizou-se a malha geográfica do Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural (INCID).

<sup>4</sup> Com base na malha digital do IBGE no site ><http://censo2010.ibge.gov.br/resultados><

quadrantes gerados foram analisados da seguinte forma: Q1 - Alto/Alto (valores positivos, médias positivas) e Q2 - Baixo/Baixo (valores negativos, médias negativas), indicando pontos de associação espacial positiva ou similares aos vizinhos; Q3 - Alto/Baixo (valores positivos, médias negativas) e Q4 - Baixo/Alto (valores negativos, médias negativas), indicando pontos de associação espacial negativa (MEDRONHO, WERNECK, 2009). Para ambos os índices, o nível de significância para a autocorrelação espacial foi de 5%.

Para interpretação da intensidade da distribuição da incidência e do IPP foi utilizado o método interpolador IDW (*Inverse Distance Weighting*). Este método que estima os valores das células, calculando a média dos valores dos pontos de dados de amostra na vizinhança de cada célula de processamento. O ponto mais próximo é o centro da célula sendo estimado, quanto mais influência, ou peso, tem no processo de média (ArcGIS, 2016). Este método de interpolação baseia-se na dependência espacial, isto supõe que quanto mais próximo estiver um ponto do outro, maior deverá ser a correlação entre seus valores (DUQUE, et al. 2010).

A distribuição espacial das incidências, do IPP e variáveis socioeconômicas, índice de Moran e à interpolação pelo IDW foram realizados com o uso do *software* ArcGis® versão 10.5

## 5.7 Análise estatística

O cálculo da incidência de ZIKV foi feito a partir da razão entre Número de casos de ZIKV dividido pela população do bairro por 100 mil habitantes por ano (ALMEIDA FILHO, BARROSO, 2014).

$$\text{Coeficiente de incidência} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de casos novos}}{\text{N}^\circ \text{ da população exposta}} \times 100.000$$

Os dados populacionais dos DS foram obtidos na SEMUS, considerando que os limites dos bairros não acompanham os limites dos setores censitários do IBGE.

Para avaliar a relação das variáveis independentes em estudo (LIRAa e climáticas) e a variável dependente (incidência do número de casos de ZIKV) foram

ajustados três modelos de regressão: modelo de Poisson, modelo Binomial Negativa e modelo de Poisson inflacionados de zero.

A seleção das variáveis independentes foi realizada pelo método passo a passo (*stepwise*) por eliminação. Apenas as variáveis com p-valor menor do que 0,05 permaneceram no modelo final. Para escolha do modelo que melhor se ajusta aos dados foi considerado o critério de Informação de Akaike (AIC). Os dados foram analisados no programa estatístico STATA® versão 14.0.

### **5.8 Indicadores para verificação número de casos de febre pelo ZIKV**

As variáveis utilizadas do estudo estão apresentadas em três quadros contendo as variáveis, categorias de respostas/descrições e fontes de dados no **Quadro 1**.

**Quadro 1:** Variáveis do estudo, descrição e as fontes que serão extraídas.

<b>VARIÁVEIS DO ESTUDO</b>		
<b>Objetivo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Fonte</b>
Distribuir os casos de prováveis de ZIKV conforme o ano, sexo e faixa etária.	Frequência por ano, idade, sexo.	SINAN
Descrever a distribuição espacial dos casos prováveis de ZIKV por distrito e bairro e avaliar a correlação espacial.	Frequência por bairro de residência.	SINAN
Determinar os coeficientes de incidência de ZIKV por ano.	Número de casos de ZIKV dividido pela população do bairro por 100 mil habitantes. Coeficiente de incidência = $\frac{\text{n}^\circ \text{ de casos novos}}{\text{N}^\circ \text{ da população}} \times 100.000$  Valores < 100 (baixa incidência), 100-300 (média incidência) e > 300 (alta incidência).	SINAN/ SEMUS
Avaliar a evolução temporal segundo semana epidemiológica e mês dos casos prováveis de ZIKV	Frequência absoluta por mês e semana epidemiológica.	SINAN
Socioambientais	Domicílios sem abastecimento; Domicílios sem coleta de lixo; Domicílios com esgoto a céu aberto.	IBGE
Identificar dentre as variáveis climáticas quais são os fatores explicativos da dependência espacial dos casos de ZIKV;	Foram utilizados dados secundários por semana epidemiológica (Mínimo, Média, Máximo) das variáveis climáticas: direção do vento, precipitação (mm), pressão atmosférica, força da rajada do vento, temperatura máxima (°C), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s).	INMET/
Identificar dentre as variáveis socioambientais quais são os fatores explicativos da dependência espacial dos casos de ZIKV;	Foram utilizados dados secundários: Domicílios sem abastecimento, domicílios sem coleta de lixo e domicílios com esgoto a céu aberto.	IBGE

<p>Descrever a distribuição espacial do índice de infestação predial pelo <i>Aedes aegypti</i>.</p>	<p>LIRAA: Levantamento Rápido do Índice de Infestação por <i>Aedes aegypti</i>.</p> <p>Índice de infestação Predial (IIP): relação entre o número de imóveis onde são encontradas larvas do mosquito e o montante de residências pesquisadas.</p> $\text{Índice predial} = \frac{\text{Imóveis positivos} \times 100}{\text{Imóveis pesquisados}}$ <p>Estrato IIP &lt;1 (satisfatório), IIP ≥1 ≤3,9 (risco), IIP &gt;3,9 (alerta) (BRASIL,2013).</p>	<p>SEMUS</p>
---	--	--------------

## **5.9 Aspectos éticos**

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (HUUFMA) sob o número do Parecer 1872055 através da Plataforma Brasil. (ANEXO A).

## **6- RESULTADOS**

### **ARTIGO**

**Análise espacial de casos prováveis de febre pelo vírus Zika no município de São Luís, Maranhão, Brasil.**

(A ser submetido à Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo. Fator de impacto 1.052. Qualis interdisciplinar B1)

**Análise espacial de casos prováveis de febre pelo vírus Zika, São Luís, Maranhão, Brasil.**

*Spatial analysis of probable cases of virus Zika fever, São Luís, Maranhão, Brazil.*

Adriana Soraya Araujo<sup>1</sup>, José Aquino Junior<sup>1</sup>, Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: [adrianasoraya01@gmail.com](mailto:adrianasoraya01@gmail.com)

<sup>2</sup>Departamento de Geociências, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail:

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.

\*Pesquisa Financiada pelo CNPQ e FAPEMA.



## RESUMO

**Introdução:** O vírus zika é um arbovírus cujo principal vetor de transmissão é o *Aedes aegypti* de ampla distribuição geográfica, no país. Assim o objetivo deste estudo foi analisar a distribuição espacial de casos prováveis de febre pelo vírus Zika (ZIKV), e avaliar a relação entre o índice de infestação predial e fatores socioambientais, utilizados como indicadores de risco de transmissão e a incidência da doença. **Métodos:** Foram incluídos os casos de febre pelo vírus Zika, notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) em 2015 e 2016, ocorridos no município de São Luís - MA. Para a correlação das doenças com variáveis climáticas e o índice de infestação predial utilizou-se o modelo de regressão binomial negativa. As variáveis socioambientais foram obtidas a partir do censo IBGE 2010. A autocorrelação espacial foi avaliada pelo índice de Moran global e local. **Resultados:** Observou-se alta incidência de ZIKV na região norte do município. De acordo com o índice de Moran Global, não foi possível verificar autocorrelação espacial significativa. As variáveis temperatura máxima ( $p=0,01$ ); Umidade mínima ( $0,003$ ); Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti* (LIRAA) ( $p=0,1$ ) apresentaram correlação estatisticamente significativa com o número de casos de febre pelo ZIKV. Altas incidências foram em localidades com melhores condições socioambientais. **Conclusão:** Nos anos desse estudo a distribuição dos casos de Febre pelo vírus zika foi homogênea. Altas taxas de incidências foram identificadas em localidades com melhores condições socioambientais de estrutura urbana e maiores índices de infestação vetorial, evidenciando estreita relação da incidência com as áreas com elevados IIP, o que pode caracterizar uma situação de alerta no município de São Luís.

**PALAVRAS-CHAVE:** zika vírus, análise espacial, fatores socioambientais.

## ABSTRACT

**Introduction:** The zika virus is an arbovirus whose main transmission vector is *Aedes aegypti* with a wide geographic distribution, in the country. Thus, the objective of this study was to analyze the spatial distribution of probable cases of fever by ZIKV and to evaluate the relationship between the index of land infestation and socioeconomic factors used as indicators of transmission risk and the incidence of the disease. **Methods:** The cases of fever caused by zika virus, reported in the Notification of Injury Information System (SINAN) between 2015 and 2016, occurred in the city of. The negative binomial regression model was used to correlate the diseases with climatic variables and the infestation index. The socioenvironmental variables obtained from the IBGE 2010 census. The spatial autocorrelation was evaluated by the global and local Moran index. **Results:** There was a high incidence of ZIKV in the northern region of the municipality. According to the Moran Global Index, it was not possible to verify significant spatial autocorrelation. The variables maximum temperature ( $p = 0.01$ ); Minimum humidity ( $0.003$ ); Liraa ( $p = 0.1$ ) presented a statistically significant correlation with the number of cases of fever caused by zika virus. High incidences were in locations with better socio-environmental conditions. **Conclusions:** High incidence rates were identified in locations with better socioenvironmental conditions of urban structure and higher rates of vector infestation, evidencing a close relation of the incidence with areas with high IIP, which may characterize an alert situation in the city of São Luis.

**KEYWORDS:** zika virus, spatial analysis, socio-environmental factors

## INTRODUÇÃO

A febre pelo vírus zika (ZIKV) é uma doença viral de evolução benigna, caracterizada pelo quadro clínico de febre baixa, exantema maculo-papular pruriginoso, hiperemia conjuntival não pruriginosa e não purulenta, artralgia ou artrite, dores musculares, cefaleia e manifestações digestivas<sup>1,2</sup>.

O vírus zika foi introduzido no país entre 2013 e 2015, provavelmente importado do Pacífico, e causando uma grande epidemia que atingiu o pico em novembro de 2015, espalhando-se rapidamente em todo o Brasil<sup>3</sup>. No ano de 2015, foram confirmados casos autóctones de febre pelo vírus zika (ZIKV) no Brasil<sup>4</sup>, com epidemia no Nordeste do país<sup>4</sup>. Após o início dessa epidemia do ZIKV no Brasil, ocorreu um aumento inesperado do número de casos de microcefalia e malformações congênitas do sistema nervoso central (SNC). Até dezembro de 2016 foram notificados 10.867 casos de microcefalia e/ou alterações congênitas do SNC<sup>5</sup>. No estado do Maranhão, essa arbovirose tornou-se preocupante, pois no mesmo ano até a semana epidemiológica (SE) 52, foram registrados 4.523 casos prováveis<sup>6</sup>.

O principal meio de transmissão do ZIKV é o *Aedes aegypti*. Acredita-se que a rápida distribuição desse vírus no Brasil, tem sido explicada por alguns fatores tais como: a falta de imunidade da população brasileira, bem como a ampla distribuição geográfica, do *Aedes Aegypti*<sup>7</sup>. Além disso, boa parte do país possui padrões climáticos que favorecem as condições adequadas à reprodução e sobrevivência do vetor, como um clima tropical úmido e seco com altas temperaturas, umidade elevada e variações sazonais<sup>8</sup>.

Esse vetor pode ser encontrado em todos os estados brasileiros, e sua proliferação está bem adaptada precária infraestrutura das cidades, urbanização inadequada, com graves problemas de abastecimento de água e coleta irregular de lixo<sup>9</sup>.

O Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) utiliza o método do Levantamento dos Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), o qual identifica as regiões de maior risco, contribui para eliminação de criadouros de mosquitos, podendo reduzir o número dos casos das doenças transmitidas por esse vetor<sup>10</sup>.

Nesse contexto, pesquisas são relevantes para conhecer a realidade dos locais em que se encontram os focos do mosquito transmissor, sendo fundamental para a realização de intervenções e efetivas ações para o seu controle. A análise espacial

possibilita detecção de áreas vulneráveis, conhecer mais detalhadamente os padrões das condições de saúde de uma população, bem como evidenciar disparidades<sup>11</sup>.

Apesar do declínio do número de casos, considera-se o estudo do ZIKV relevante, pois, poucos são os que identificam os diversos fatores que influenciam na ocorrência da febre pelo vírus zika, aliados às particularidades da área de estudo.

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a distribuição espacial de casos prováveis de febre pelo ZIKV, segundo os distritos sanitários e bairros, avaliar a relação entre o índice de infestação predial, utilizado como indicador de risco de transmissão da ZIKV e a incidência da doença.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O local de estudo foi no Município de São Luís, capital do Estado do Maranhão (MA), situado ao norte do estado integrando a Mesorregião Norte Maranhense e a Microrregião Aglomeração Urbana de São Luís, estando a 2°31'47'' de latitude sul, 44°18'10'',<sup>12</sup>.

Ocupa cerca de 57% da Ilha, tendo como limites as baías de São José e São Marcos e o município de São José de Ribamar. Está inserido na Microrregião Geográfica da Aglomeração Urbana de São Luís juntamente com os municípios de São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa<sup>13</sup>. É a capital do estado do Maranhão e o município mais populoso, com estimativa de 1.091.868 habitantes em 2017, com área territorial de 834,785 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 1.215,69 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010)<sup>14</sup>.

O município de São Luís está dentro da área compreendida como zona tropical, com o clima tropical, quente e úmido. Sua localização próxima ao Equador favorece uma intensa insolação o ano todo, proporcionando elevadas temperaturas com fracas amplitudes térmicas (atributos de climas tropicais quentes) e a circulação de diferentes sistemas atmosféricos estabelecendo a sazonalidade da precipitação<sup>15</sup>.

Trata-se de um estudo ecológico de dados secundários. Foram utilizados os casos prováveis de febre pelo ZIKV em São Luís, referentes ao período de 2015 a 2016, notificados no Sistema de Informação de Agravo de Notificação (SINAN).

De posse do banco de dados com as notificações, as duplicatas foram removidas, devido a inconsistência do banco retirou-se o dado etnia/cor. Posteriormente se procedeu ao cálculo da incidência. Para a obtenção dos resultados, a incidência foi calculada a partir da razão entre o número de casos de prováveis de febre pelo ZIKV (numerador), e a unidade de população de cada bairro e distrito sanitário em que ocorreram (denominador) multiplicados para cada 100.000 habitantes<sup>16</sup>.

### **Infestação pelo *Aedes aegypti***

Os dados entomológicos relativos à infestação pelo *Aedes aegypti* foram obtidos junto à Vigilância Epidemiológica Municipal. Tal infestação pode ser analisada através do Levantamento Rápido dos Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), que é um instrumento metodológico amostral, que informa os Índices infestação Predial (IIP), Breteau (IB) e Tipo de Recipientes para mosquito *Aedes aegypti* em sua fase de vida larval no local estudado<sup>10</sup>. Os valores de IIP disponibilizados foram referentes aos meses de junho e agosto dos anos de 2015 e 2016.

### **Condições climáticas.**

Os dados climáticos foram obtidos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram obtidos dados relativos aos anos de 2015 a 2016. Consistindo de nove (9) variáveis: direção do vento, precipitação, pressão atmosférica, força da rajada do vento, temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

Os dados obtidos estavam na escala horária, de 0h às 23h, foram trabalhados e processados em planilhas do *Microsoft Excel* para cálculos de médias diárias, mensais e semana epidemiológica. Sequencialmente foram elaborados gráficos de linhas por semana epidemiológica e sobrepostos à ocorrência dos casos de febre de ZIKV.

### **Análise espacial**

A análise espacial foi realizada com as variáveis: incidência de casos de febre pelo ZIKV, IIP e variáveis ambientais. Os bairros foram considerados como unidade básica. Os dados socioeconômicos e de saneamento básico foram agrupados no nível de

setores censitários, por este ser a menor unidade espacial em que os dados são disponibilizados.

Para verificar a existência de autocorrelação espacial foi calculado o índice de Moran global e para analisar o padrão da distribuição espacial e a intensidade dos aglomerados segundo municípios, foi utilizado o índice de Moran local.

O índice de Moran global fornece uma medida geral da associação espacial existente no conjunto de dados, verificando se os bairros interligados apresentam maior semelhança quanto ao indicador estudado do que o esperado em um padrão aleatório<sup>17</sup>. O índice varia de -1 a +1, sendo que os valores próximos de zero indicam aleatoriedade espacial; valores positivos indicam autocorrelação espacial positiva e valores negativos indicam autocorrelação espacial negativa<sup>18</sup>.

Para interpretação da intensidade da distribuição da incidência e do IPP foi utilizado o método interpolador IDW (*Inverse Distance Weighting*). Este método que estima os valores das células, calculando a média dos valores dos pontos de dados de amostra na vizinhança de cada célula de processamento. O ponto mais próximo é o centro da célula sendo estimado, quanto mais influência, ou peso, tem no processo de média<sup>19</sup>. Este método de interpolação baseia-se na dependência espacial, isto supõe que quanto mais próximo estiver um ponto do outro, maior deverá ser a correlação entre seus valores<sup>20</sup>.

Utilizou-se o *software* ArcGis® versão 10.5 para confecção dos mapas temáticos e cálculo dos índices de Moran global e local e IDW .

### **Análises de dados**

A avaliação de dados foi realizada de acordo com as características das variáveis, iniciando pela análise descritiva, seguida da espacial.

Primeiramente, se procedeu à análise exploratória dos dados de modo a observar a distribuição de frequências, as medidas de posição e as características das variáveis.

Para avaliar a relação das variáveis independentes em estudo e o número de casos de ZIKA foram ajustados três modelos: modelo de Poisson, modelo Binomial Negativa e modelo de Poisson inflacionados de zero.

A seleção das variáveis independentes foi realizada pelo método passo a passo (stepwise) por eliminação. Apenas as variáveis com p-valor menor do que 0,05 permaneceram no modelo final. Para escolha do modelo que melhor se ajusta aos dados

foi considerado o critério AIC. Os dados foram analisados no programa estatístico *STATA*® versão 14.0.

### **Aspectos éticos**

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (HUUFMA) sob número de Parecer: 1.872.055. A utilização das bases secundárias foi autorizada pelo gestor responsável e foi garantido o sigilo dos dados de identificação do paciente.

## **RESULTADOS**

Nos anos de 2015 a 2016 foram notificados em São Luís 2.855 casos de ZIKV. A distribuição dos casos segundo o sexo demonstrou houve predomínio do sexo feminino, 1932 casos (67,67%). Em relação à faixa etária, 853 mulheres tinham entre 20 a 34 anos (44,14%) (**Tabela 1**).

Em relação à etnia/cor e escolaridade predominaram de cor parda (80,36%) com ensino médio completo, correspondendo a 39,87% (**Tabela 2**).

A **figura 3** apresenta a distribuição dos casos por distrito sanitário. Utilizou-se a representação da proporcionalidade da variável estatística de casos de febre pelo ZIKV. As variáveis visuais são os valores de cor, variando sua intensidade conforme a sequência de valores apresentados nas classes estabelecidas.

No período estudado, os casos de ZIKV ocorreram em todos os distritos sanitários (DS), sendo o DS Bequimão aquele que apresentou maior número absoluto de casos (791), seguido do DS Cohab (620) e DS Tirirical (493).

As unidades notificadoras onde houve o maior registro do número de casos estão localizadas nestes distritos sanitários. Desta forma, as unidades que apresentaram maior registro de casos foram Unidade de Pronto Atendimento Socorinho I (715 casos), Unidade de Pronto Atendimento Socorinho II (438 casos), localizadas nos DS Bequimão e Cohab (**Tabela 3**).

No ano de 2015 houve o registro de poucos de ZIKV, neste ano, predominou o DS do Bequimão em número absoluto de casos. O Bairro São Francisco pertencente ao DS Bequimão registrou 12 casos de ZIKV, sendo a maior quantidade notificada.

Em 2016, houve um aumento expressivo de casos de ZIKV. Em todos os DS ocorreram notificação de casos. O DS Bequimão teve 791 casos de ZIKV, sendo a maior quantidade por ano e por DS. Neste DS 193 bairros que neste ano tiveram os casos de ZIKV registrados, com maior quantidade no bairro São Francisco (DS Bequimão), com 532 casos.

No ano de 2015, os bairros foram considerados como de baixa incidência de ZIKV (5,03 casos por 100 mil habitantes). Porém, em 2016 45 bairros (23,2%) foram considerados de baixa incidência (104,32 casos/100 mil habitantes), 82 bairros (42,3%) que foram classificados como média incidência de ZIKV (184,76 casos por 100 mil habitantes) e 64 bairros (34,5%) apresentaram alta incidência de ZIKV (624,86 casos por 100 mil habitantes) (**Figura 4**).

Os bairros com as maiores incidências foram os bairros COHATRAC (5.169 casos/100mil habitantes), São Francisco (2.141 casos/100mil habitantes), COHAB Anil I (2011 casos/100mil habitantes) e Conjunto Jardim das Margaridas (1725 casos/100mil habitantes).

Construiu-se um mapa da densidade de casos por bairros do município, no período estudado pelo método de interpolação IDW *Spatial Analyst*, obtendo-se mapas de densidade da doença que representam a concentração de casos. As cores mais quentes representam maiores concentrações de incidência (**Figura 5**).

O mapa de densidade de risco resultante da análise do interpolador IDW apontou as áreas críticas. Desta forma, foi possível observar que as áreas estão distribuídas por todo município, concentrando-se em todo perímetro urbano.

De acordo com o índice de Moran Global, não foi possível verificar autocorrelação espacial significativa para a taxa de incidência de ZIKV nos anos 2015 e 2016 ( $p= 0,256$  e  $p= 0,150$  respectivamente) não identificando a influencia de bairros vizinhos como fator que influencia essa variável (**Tabela 4**).

Na análise do índice de Moran Local, as regiões em que não foram observadas associações significativas, representam bairros para os quais não se pode afirmar que existe autocorrelação espacial, ou seja, provavelmente esses bairros não sofreram influência das taxas de incidência dos bairros vizinhos (**Figura 6**).

Quanto à ocorrência de casos de ZIKV organizados por mês e semana epidemiológica, constatou-se que em 2016 nos meses de Março a Maio foi registrado a maior número de casos. O maior pico aconteceu no mês de março (608) e o menor em número de casos em setembro (65) (**Figura 7**).

Fez-se a distribuição do número absoluto de casos do ano de 2016 por semana epidemiológica. As semanas epidemiológicas de número 9, 11 a 17 e registraram os maiores números absolutos de casos (**Figura 8**).

A análise da distribuição de casos mostrou que a maioria dos casos estava concentrada na primeira metade do ano, principalmente em Março, Abril e Maio. Período no qual ocorrem os maiores valores de precipitação e umidade relativa do ar (**Figura 9**).

Em relação às variáveis climáticas, as temperaturas anuais médias para o período foram de 27,1°C para a temperatura média mensal, 26,7°C para a temperatura mínima mensal e 27,6°C para a temperatura máxima mensal. Por outro lado, a precipitação acumulada mensal no período variou de 0 a 425 mm.

Neste estudo, dentre as variáveis independentes, três apresentaram correlação estatisticamente significativa com o número de casos de ZIKV: Temperatura máxima ( $p=0,01$ ); Umidade mínima (0,003); Liraa ( $p=00,1$ ) (**Tabela 5**).

Quanto ao IIP, para os bairros a maioria foi classificada como alerta (**Figura 8**). Os índices de infestação predial variaram de zero a 8,66%. Em 2015, no mês de junho, 4 estratos estavam satisfatórios, 25 em alerta e dois em risco nas localidades do Centro e Cidade Operária. No mês de agosto, 4 estavam satisfatórios, 16 em alerta e dois em risco destes, um com IPP de 7,7% nas localidades da Madre Deus, Goiabal, Coreia de Cima, Belira, Lira Vila Passos e Retiro Natal.

Para o ano de 2016, em junho, 19 estratos estavam satisfatórios, 11 em alerta e um em risco, com IPP 4,6% nas mesmas localidades que apresentaram o índice elevado em agosto de 2015. No mês de agosto, 16 estratos estavam satisfatórios, 13 em alerta e dois em risco, com IPP de 6,3% na localidade Vila Cidade Olímpica (**Figura 10**).

Em relação às variáveis socioambientais percentual de esgoto a céu aberto, percentual de domicílios sem acesso ao abastecimento de água, percentuais de domicílios coletados e percentual de domicílios com lixo acumulado foram utilizadas como indicadores para avaliar a situação de vulnerabilidade no município de São Luís em relação aos condicionantes socioambientais e o ZIKV.



Quanto ao abastecimento de água o município possui 65.451 domicílios sem acesso a rede geral de abastecimento, que representa 23,64% do total de domicílios. É possível notar que as maiores concentrações dos casos de ZIKV ocorreram em áreas com cerca de 0% a 15,18% de domicílios sem acesso a rede geral, ou seja, as áreas onde possui melhor acesso a rede geral de abastecimento nos bairros da região do Centro, São Francisco e nos conjuntos habitacionais Cohab e Cohatrac (**Figura 11A**).

Já os bairros que apresentaram mais de 70% dos domicílios que não possuem acesso água da rede geral de distribuição, foram identificados em grande parte como pertencentes, às áreas de ocupação recente, na porção norte no município, como a Vila Luizão, Santa Rosa.

Quanto à variável esgoto a céu aberto, 19,43% dos moradores estão em áreas com esgoto a céu. Segundo o censo de 2010, 60,12% dos moradores possuíam acesso a rede geral de esgoto.

Os bairros do Anjo da Guarda, vila Isabel, vila Embratel, Camboa, Liberdade, Coroadinho, Sá Viana, Vila Janaína são alguns dos bairros que apresentam cerca de 66% dos moradores com esgoto a céu aberto (**Figura 11B**).

No que se refere a variável lixo acumulado, apenas 5,8% dos moradores com domicílio permanente, apresentam lixo acumulado no logradouro, estas áreas estão espalhadas por toda cidade. As maiores concentrações dos casos de ZIKV ocorreram em áreas com cerca de 7,33% a 53,13% de domicílios com lixo acumulado, estas áreas estão localizadas na região central do município (**Figura 11C**).

O indicador sobre domicílios sem a coleta regular de lixo se constituíram em torno de 24.473 domicílios, correspondendo a 8,8% do total de domicílios. Cerca de 91,02 % possui serviços de limpeza pública, em dias de recolhimento. Os piores percentuais foram identificados em alguns setores limítrofes com outros municípios (**Figura 11D**).

## DISCUSSÃO

Os dados obtidos neste estudo mostram que houve maior ocorrência de casos de ZIKV em 2016. Para o ano de 2015 supõe-se que o número de casos seja superior ao notificado. Outro ponto a ser relatado que, as notificações dos casos de ZIKV no Brasil passaram a ser obrigatória em fevereiro de 2016<sup>21</sup>.

Muitos casos de ZIKV provavelmente foram notificados como dengue e chikungunya, a infecção pelo ZIKV era indefinida e por esta razão eventualmente foi confundida com outras doenças febris e somado com a indisponibilidade de testes diagnósticos, específicos, contribuíram para as subnotificações dos casos e o desconhecimento real da doença<sup>22</sup>.

As subnotificações podem ter ocorrido devido aos sintomas leves do agravo ou a não manifestação destes bem como a possibilidade de que muitos doentes não procuraram os serviços de saúde e casos não foram contabilizados nas estatísticas oficiais.

No que se refere ao sexo, observou-se a prevalência à maioria de casos prováveis em mulheres com faixa etária economicamente ativa é um padrão já relatado em muitos estudos que afirmam que este grupo é o mais afetado. Observaram-se semelhanças nos estudos realizados no Rio de Janeiro<sup>23</sup>, Pernambuco<sup>24</sup> e Salvador<sup>25</sup>.

Tal fato pode ser justificado pela concentração da população feminina. Segundo censo IBGE (2010), a população feminina representa 53,2% do total da população de São Luís<sup>26</sup>. Oliveira et. al. (2012) frisa que em geral as mulheres que permanecem mais tempo em contato com o ambiente doméstico, está mais suscetível<sup>27</sup>.

Neste estudo, os casos foram mais relevantes no primeiro semestre, período que coincide com o aumento de chuvas e temperatura elevada, corroborando com os achados da epidemia de ZIKV em Pernambuco<sup>24</sup>. Neste período São Luís, apresentou precipitação e umidade relativa do ar elevadas, o que contribui consideravelmente para o desenvolvimento do vetor<sup>28</sup>, incluindo a temperatura média encontrada no período de estudo visto que, a temperatura ideal para o desenvolvimento do vetor é de 21° a 29°C<sup>29</sup>.

Apesar da chuva tem grande influência na determinação da ocorrência das arboviroses. No entanto, o modelo de regressão adotado neste estudo não encontrou valores significativos entre indicadores pluviométricos e o número de casos de ZIKV, como encontrado nos estudos no município de Natal - RN<sup>30</sup> e em Primavera do Leste - MT<sup>31</sup>. Por outro lado, a literatura demonstra ligação do período sazonal e a proliferação do vetor e a ocorrência de arboviroses, semelhante ao estudo em São Luís - MA<sup>32</sup>.

É importante destacar que há um intervalo entre o ambiente favorável considerando ótimo para a proliferação e evolução e o período das notificações de casos confirmados.

As condições climáticas podem ter contribuído para os altos IIP obtidos pelo LIRAA nos anos estudados. Através do LIRAA foi possível identificar os maiores criadouros do vetor. É interessante analisar que situações como abastecimento de água, depósitos domiciliares coleta de lixo e lixo acumulado, servem para caracterizar as diferentes regiões do município.

Tais índices colocam São Luís em uma situação de vulnerabilidade, haja vista que, o índice usado para caracterizar a presença do vetor foi classificado como em alerta.

Os casos de ZIKV ocorreram em bairros localizados na região centro norte do município e muitos destes estavam em áreas classificadas em alerta/risco ou próximos destas áreas, mostrando uma possível relação conforme estudo em Picos-PI<sup>33</sup> e em Cáceres-MT<sup>34</sup>.

Esses bairros também apresentam as melhores condições socioambientais do município, a alta incidência nessa região pode ser explicada pela maior presença de criadouros favoráveis ao desenvolvimento do vetor. Na medida em que, tais criadouros existem praticamente em todos os bairros do município, conforme evidenciado pelo IIP deste estudo, as condições de transmissão podem estar relacionadas também com densidade populacional e quantidade de indivíduos suscetíveis.

Embora que teoricamente as áreas com as piores taxas de abastecimento de água, sem esgotamento sanitário e com coleta irregular de lixo deveriam apresentar os maiores números de casos<sup>35</sup>. Nem sempre os estudos que buscam associar arboviroses com determinantes socioambientais são concordantes, resultados semelhantes foram encontrados em São José do Rio Preto<sup>36</sup>, Nova Iguaçu<sup>37</sup> e Alfenas-MG<sup>38</sup>.

Outra provável causa seria a possibilidade de transmissão em outros ambientes que não são do próprio de áreas circunvizinhas ou de municípios conurbados, devido às características urbanas de São Luís e o deslocamento da população para as atividades rotineiras, favorecem a transmissão em ambientes diferentes do domicílio<sup>37</sup>.

Por fim, este trabalho apresentou limitações devido à utilização de dados secundários, que podem apresentar inconsistência em relação à quantidade, qualidade e processamento das informações. E como ponto forte, ao analisar a espacialidade da incidência da febre pelo ZIKV em São Luís, ficou evidenciado sua estreita relação com as áreas de maior infestação do *Aedes aegypti*.

Outro ponto relevante como o uso são análises ambientais e da saúde a partir do geoprocessamento, instrumentos que contribuem para uma melhor compreensão da distribuição dos casos prováveis de febre pelo ZIKV, no município de São Luís, bem como a identificação das áreas de risco para essa arbovirose.

**CONFLITOS DE INTERESSE:** Os autores negam qualquer conflito de interesse.

## REFERENCIAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Protocolo para implantação de unidades sentinelas para zika vírus**. Nota informativa, 14 de dezembro de 2015. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/dezembro/14/Protocolo-Unidades-Sentinela-Zika-v--rus.pdf>>. Acesso em 31 jan. 2016.
2. IOOS, S; MALLET, H.P.; LEPARC GOFFART, I.; GAUTHIER, V.; CARDOSO, T. ; HERIDA, M. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. **Médecine et maladies infectieuses**. vol. 44, p. 302–307, 2014.
3. BAUD, D.; GUBLER, D.J.; SCHAUB, B. LANTERI, M.C.; MUSSO, D. An update on Zika virus infection. **Lancet**.v. 390; p.2099–20109. 2017. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31450-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31450-2).
- 4.CAMPOS, G. S., BANDEIRA A. C., SARDI S. I. Zika virus outbreak, Bahia, Brazil [letter]. **Emerging Infectious Diseases**. 2015 Oct.,21 1885–1886. <http://dx.doi.org/10.3201/eid2110.150847>.
5. BRASIL. Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em Saúde. **Monitoramento dos casos de microcefalia no Brasil até a Semana Epidemiológica 37/2016**. Boletim Epidemiológico, n. 44, p. 1-4, 2016. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/setembro/22/Informe-Epidemiol--gicon--44--SE-37-2016--21set2016.pdf>. Acesso em: 2 out 2016.
6. BRASIL. Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em Saúde. **Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2016**. Boletim Epidemiológico, vol.48, n. 03, p. 1-11, 2017.
7. NUNES, M.L. CARLINI, C.R.; MARINOWIC, D.; KALIL NETO, F.; FIOR, H.H.; SCOTTA, M.C.; ZANELLA, P.L.A.; Sode, R.B. DA COSTA, J.C. Microcefalia e vírus Zika: um olhar clínico e epidemiológico do surto em vigênciano Brasil. **Jornal de Pediatria**. vol.92 no.3 Porto Alegre May./June 2016
8. TEIXEIRA, M.G. et al. Epidemiological Trends of Dengue Disease in Brazil (2000–2010): A Systematic Literature Search and Analysis. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 7, n.12, p. e2520, 2013.
9. KHORMI, H. M., KUMAR, L., ELZHRANY, R. A. Modeling spatio-temporal risk changes in the incidence of dengue fever in Saudi Arabia: a geographical information system case study. **Geospatial Health**, v.6, n.1, p.77-84, 2011.
10. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Levantamento Rápido de Índices para**

**Aegypti (LIRAA) para vigilância entomológica do Aedes aegypti no Brasil : metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes.** Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

11. HINO, P.; VILLA, T.C.S.; SASSAKI, C.M.; NOGUEIRA, J. DE. A. SANTOS, C.B. Geoprocessamento aplicado à área da saúde. **Rev Latino-am Enfermagem**. 2006 novembro-dezembro; 14(6).

12. COSTA, F.S; NUNES, Z.M.; GOMES, R.R. **O processo histórico de ocupação dos municípios da Ilha do Maranhão.** In: FARIA FILHO, M.S.; CELERI, M.J. (Org.). Geografia da Ilha do Maranhão. 1. ed. São Luís: EDUFMA, 2015.

13. GARCÊS JÚNIOR, A.R.; MARQUES, L.R.; TORRES, M.A.N.; JÚNIOR, J.A. **Análise de um episódio de precipitação intensa no ano de 2014 na cidade de São Luís – MA.** Variabilidade e susceptibilidade climática: Implicações Ecológicas e Sociais. Goiânia, 2016

14. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. IBGE cidades: **Maranhão – São Luís.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=211130&search=maranhao|sao-luis|infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em 29 de dez. 2017.

15. FEITOSA, A.C.; TROVÃO, J. de R. **Atlas escolar do Maranhão: espaço geográfico e cultural.** João Pessoa: Editora Grafset, 2006.

16. SEMUS. Secretaria municipal de saúde de São Luís - MA. **Relação de localidades por zona urbana e rural.** Ano 2015/2016. 19p.

17. DRUCK, S.; CARVALHO, C.; CÂMARA, G., MONTEIRO, A.M.V. **Análise espacial de dados geográficos.** Brasília: EMBRAPA, 2004; 203p. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00075490.pdf>. Acesso em: 12 out 2016.

18. MEDRONHO R.A.; WERNECK G.L. **Análise de dados espaciais em saúde.** In: Medronho RA, Bloch KV, Luiz RR, Werneck GL, editores. Epidemiologia. 2.ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2009. 493-511.

19. Arc GIS. Versão 10.3[Software]. New York (NY): Environmental Systems Research Institute; 2016.

20. DUQUE L., J.E.; SILVA, R. V. DA; KUWABARA, E. F.; NAVARRO- SILVA, M.A.; Dengue no Estado do Paraná, Brasil: distribuição temporal e espacial no período 1995-2007. **Revista de la Universidad Industrial de Santander Salud**. vol.42 no.2 Bucaramanga May/Aug. 2010. P.113-122.

21. BRASIL. **Portaria nº 204 de 17 de Fevereiro de 2016.** Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=23&data=18/02/2016>>. Acesso em: 11 out. 2017.

22. LUZ, K.G.; SANTOS, G.I.V.; VIEIRA, R.M. Zika Virus Fever. **Epidemiol Serv Saúde**, v. 24, n. 4, p. 785-788, 2015.
23. BRASIL, P; CALVET, G.A.; SIQUEIRA, A.M.; WAKIMOTO, M.; SEQUEIRA, P.C.de; NOBRE, A.; SOUZA, M. de. ; QUITANA, B.; MENDONÇA, M.C. L. de; LUPI, O.; SOUZA, R.V. DE; ROMERO, C.; ZOGBI,C.; BRESSAN, C. DE S.; ALVES, S.S.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; NOGUEIRA, R.M.R.; CARVALHO, M.S.; FILIPPIS, A.M.B.DE; JAENISCH, T. Zika Virus Outbreak in Rio de Janeiro, Brazil: Clinical Characterization, Epidemiological and Virological Aspects. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. V.10, n.4: e0004636. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004636>.
23. BRITO, C.A.A.; BRITO, C.C.M.DE; OLIVEIRA, A.C.; ROCHA, M.; ATANÁSIO, C.; ASFORA, C.; MATOS, J.D.; LIMA, A.S.; ALBUQUERQUE, M.F.M. Zika in Pernambuco: rewriting the first outbreak. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** v.49, n.5, p.553-558, 2016. <https://doi:10.1590/0037-8682-0245-2016>.
25. CARDOSO, C.W.; PAPLOSKI, I.A.; KIKUTI, M.; RODRIGUES, M.S.; SILVA, M.M.; CAMPOS, G.S.; SARDI, S.I.; KITRON, U.; REIS, M.G.; RIBEIRO; G.S. Outbreak of Exanthematous Illness Associated with Zika, Chikungunya, and Dengue Viruses, Salvador, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**. v.21, n. 12, p. 2274 – 2276, 2015. <https://doi:10.3201/eid2112.151167>. DOI: 10.3201/eid2112.151167.
26. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Rio de Janeiro, 2010.
27. OLIVEIRA, Gleidson Benevides et al. Aspectos Epidemiológicos do Dengue no município de Mossoró, Rio Grande do Norte (2006-2010). **Revista de Patologia Tropical**, Mossoró, v. 41, n. 2, 2012.
28. RABÊLO, J.M.M.; COSTA, J.M.L.; SILVA, F.S.S.; PEREIRA, Y.N.O.; SILVA, J.M. DA. Distribuição de *Aedes aegypti* e do dengue no Estado do Maranhão, Brasil. **Cadernos Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.15, n.3, p. 477-486, 1999.
29. AJUZ, L.C.; VESTENA, L.R. Influência da pluviosidade e temperatura ambiente na longevidade e fecundidade dos *Aedes aegypti* e *albopictus* na cidade de Guarapuava-PR e possibilidade de superinfestação. *Hygeia*. v. 10, n.18, p.1 - 18, 2014.
30. BARBOSA, I.R.; SILVA, L.P.DA; Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da dengue no município de Natal -RN . **Revista Ciência Plural**. v.1, n.3, p.62-75, 2015.
31. PELLISSARI, B.; AGUILAR, A.M.M.; LIMA, M.M.; BRITO, W.I. Aspectos socioambientais associados à ocorrência de dengue em um município do estado do Mato Grosso. **R Epidemiol Control Infec**. vol.6, n.1, p.12-17, 2016

32. SILVA, F.D.; DOS SANTOS, A.M.; CÔRREIA, R.D.G.F.; CALDAS, A.D.J.M. Temporal relationship between rainfall, temperature and occurrence of dengue cases in São Luís, Maranhão, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n.2, p.641-646, 2016.
33. COSTA, A.R.D.; SANTANA, C.M.; SILVA, V.L.; PINHEIRO, J.A.F.; MARQUES, M.M.M.; FERREIRA, P.M.P. Análise do controle vetorial da dengue no sertão piauiense entre 2007 e 2011. **Cad. Saúde Colet.** Rio de Janeiro, v.24, n.3, p. 275-281, 2016.
- 34 FERNANDES, R.S.; SOUZA C.K.J.DE.; NEVES, S.M.A.DA.S.; MOTTA, J.H.D. Índices de infestação e os casos de dengue no bairro de Cavahada I em Cáceres/MT – Brasil. **Hygeia**. v.11, n. 20, p. 20-32, 2015.
34. LESSER, J.; KITRON,U. A geografia social do zika no Brasil. **Estudos avançados**. v. 30, n. 88, p.167-175, 2016.
36. MONDINI, A.; CHIARAVALLLOTI NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Rev Saúde Pública**. v.41, n.6, p.923-30, 2007.
37. MACHADO, J.P.; OLIVEIRA, R.M.DE.; SOUZA-SANTOS, R. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol. 25, n. 5, p.1025-1034, 2009.
38. NASCIMENTO, M.C. DO; RODRIGUES-JÚNIOR, A.L.; RODRIGUES, D. de O. Configuração espacial da Dengue ação espacial da Dengue no conte no contexto socioeconômico Alfenas/MG: Retrato de uma década. **Medicina (Ribeirão Preto)**. v.48, n.2, p.181-189, 2015



**Tabela1.** Distribuição de casos de Febre pelo vírus zika segundo sexo. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.

Característica	Feminino				Masculino			
	2015		2016		2015		2016	
	n	%	N	%	N	%	n	%
<b>Faixa etária em anos</b>								
Menos de 1	0	0	103	5,41	0	0,0	63	6,95
1- 4	1	3,85	61	3,20	1	5,9	68	7,51
5-9	2	7,69	60	3,15	0	0,0	77	8,50
10-14	0	0	60	3,15	0	0,0	53	5,85
15-19	2	7,69	168	8,82	0	0,0	68	7,51
20-34	13	50	840	44,09	10	58,8	261	28,81
35-49	6	23,08	356	18,69	5	29,4	169	18,65
50-64	2	7,69	173	9,08	1	5,9	87	9,60
65-79	1	0	67	3,52	0	0,0	48	5,30
80 ou mais	0	0	17	0,89	0	0,0	12	1,32
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>	<b>1905</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>906</b>	<b>100</b>

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (BRASIL, 2017).

**Tabela 2.** Perfil demográfico dos casos notificados de febre pelo Zika segundo sexo, etnia/raça e faixa etária. São Luís - MA, 2015 a 2016.

<b>Variável</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>	<b>2.855</b>	<b>100</b>
Feminino	1932	67,67
Masculino	923	32,33
<b>Faixa etária</b>		
Menos de 1	167	5,85
1- 4 anos	130	4,55
5-9 anos	139	4,87
10-14 anos	113	3,96
15-19	238	8,34
20-34	1124	39,37
35-49	536	18,77
50-64	263	9,21
65-79	116	4,06
80 ou mais	29	1,02
<b>Etnia/Cor</b>	<b>2846</b>	<b>100</b>
Branca	249	8,75
Negra	98	3,44
Amarela	19	0,67
parda	2287	80,36
indígena	16	0,56
ignorado	177	6,22
<b>Escolaridade</b>	<b>2.817</b>	<b>100</b>
Não alfabetizados	0	0
Ensino Fundamental incompleto	278	9,87
Ensino Fundamental completo	96	3,41
Ensino Médio incompleto	230	8,16
Ensino Médio completo	1123	39,87
Ensino Superior incompleto	77	2,73
Ensino Superior completo	113	4,01
Ign/Branco	539	19,13
Não Se Aplica	361	12,82

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (BRASIL, 2017).

**Tabela 3.** Número de casos de Febre pelo vírus zika por unidade notificadora. São Luís - MA, 2015 a 2016.

Unidade Notificadora	Nº de casos
Unidade De Pronto Atendimento Socorrinho I	715
Unidade De Pronto Atendimento Socorrinho II	438
Hospital Da Criança Dr. Odorico Amaral De Matos	287
Hospital São Domingos	279
Maternidade Da Cohab maternidade Marly Sarney	264
Unidade Mista Do Bequimão	205
Hospital Universitário Huufma	202
Cemed	126
Unidade Mista Do Coroadinho	99
Upa Cidade Operaria	93
Unidade Mista De São Bernardo	55
Hospital Geral Da Vila Luizão	53
Upa Vinhais	38
UDI Hospital	21
Unidade Mista Itaquí Bacanga	18
Vigilância Sanitária	15
Unidades Notificadoras De Outros Municípios	12
Hospital Municipal Djalma Marques Socorrão I	11
Samed	8
Hosp São Luiz	7
Hospital da Criança	6
Centro de Especialidades Médicas Da Cidade Operaria	5
Hospital Muni de Urge. E Emer. Clementino Moura Socorrão II	5
Hospital de Ref. Est de Alta Complexidade Dr. Carlos Macieira	4
Centro de Saúde da Liberdade	3
Upa Itaquí Bacanga	3
Upa Parque Vitoria	3
Centro Médico	2
Hospital Maternidade Santa Efigênia	2
Unidade De Saúde Da Família Santa Clara	2
Abigail De Oliveira Sousa Cunha	1
Centro De Saúde Djalma Marques	1
Centro De Saude Joao De Deus	1
Hospital E Maternidade Marieta Konder Bornhausen	1
Hospital Guaras	1
Hospital Infantil Dr Juvêncio Matos	1
Hospital Quinta Dor	1
Hps	1
Semed	1
Unidade do Saúde do Família do São Bernardo	1
Vigilância Epidemiológica	1
Unidades Notificadoras de outros municípios	12

**Tabela 4.** Autocorrelação espacial da incidência de ZIKV. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.

Variáveis	Moran Global	P valor
Taxa de incidência 2015	0,009	0,256
Taxa de incidência 2016	0,012	0,150

\*Variável significativa ( $p < 0,05$ )

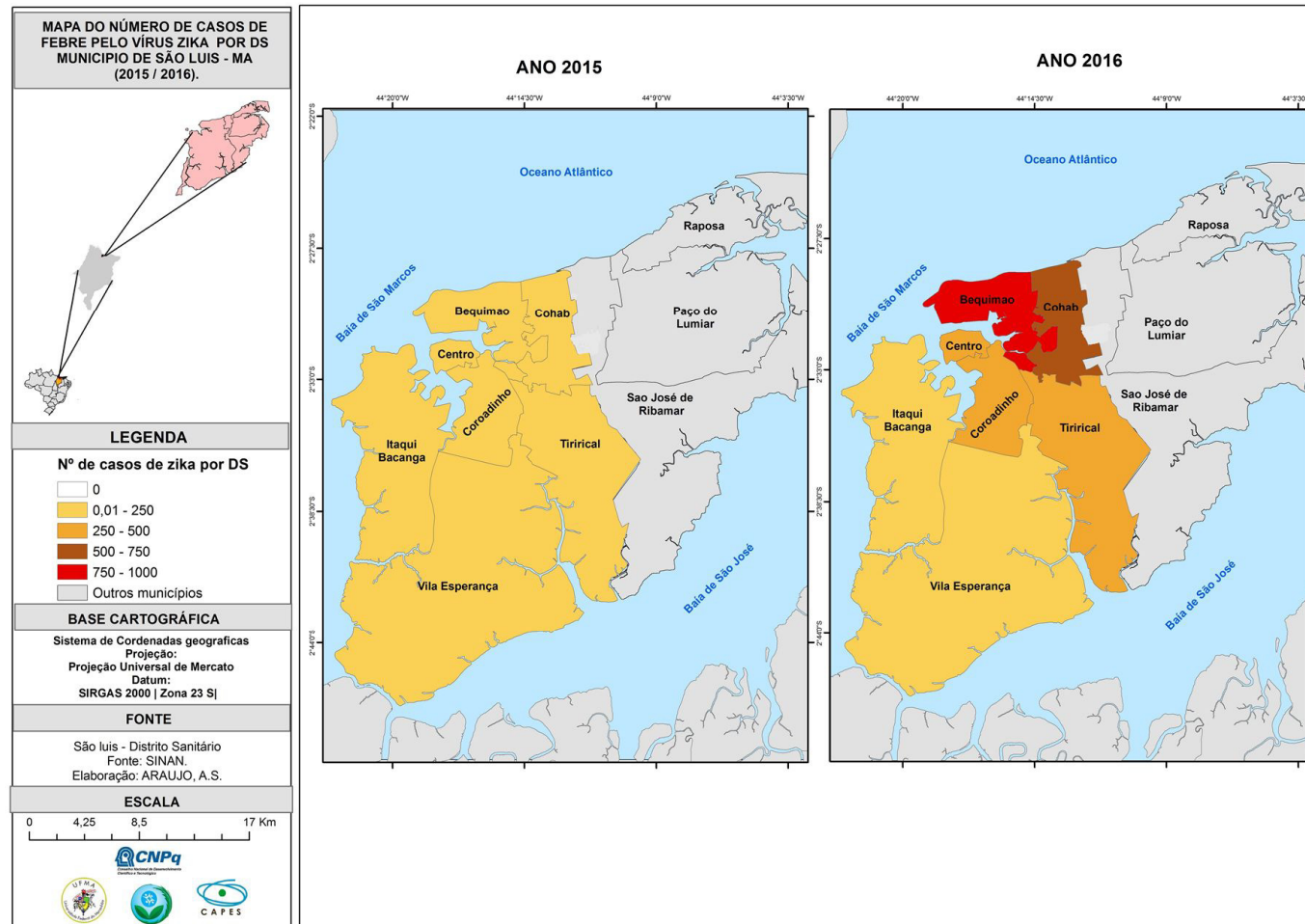
**Tabela 5.** Variáveis climáticas. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.

Variáveis	Coefficiente	Erro padrão	Valor P	Intervalo de confiança [95%]
Temperatura do ar	28,84	15,2199	0,058	-0,9904 -58,6705
Temperatura Máxima	-24,8441	74,401	0,001*	-39,4265 -10,2618
Temperatura Mínima	-1,3572	8,5229	0,873	-18,0619 -15,3474
Umidade relativa	3,6417	2,6387	0,168	-1,5300 8,8135
Umidade máxima	0,2096	1,7357	0,904	-3,1923 3,6114
Umidade mínima	-3,6363	1,2387	0,003*	-6,0642 -1,2084
Velocidade do vento	-2,1685	2,8193	0,442	-7,6942 3,3572
Precipitação	1,2767	1,0872	0,24	-0,8541 3,4075
Direção do vento	-0,0067	0,0102	0,507	-0,0266 0,0132
Vento rajada máxima	0,2732	1,1389	0,81	-1,9591 2,5055
Liraa	-0,8997	0,2774	0,001*	-1,4434 -0,3560

\*Variável significativa ( $p < 0,05$ )

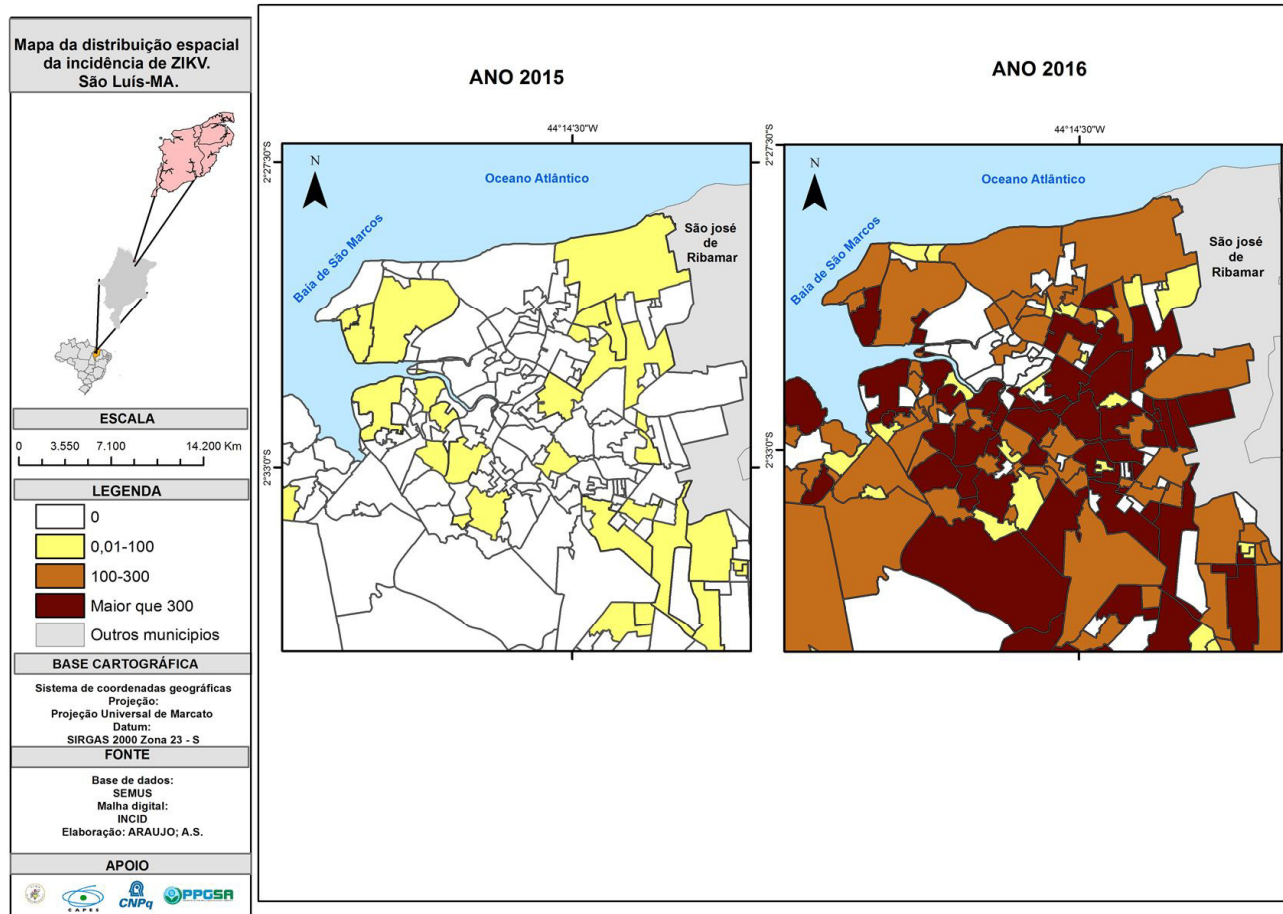
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (BRASIL, 2017).

**Figura 3** – Mapa da distribuição espacial dos casos de febre pelo vírus Zika por Distrito Sanitário. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.



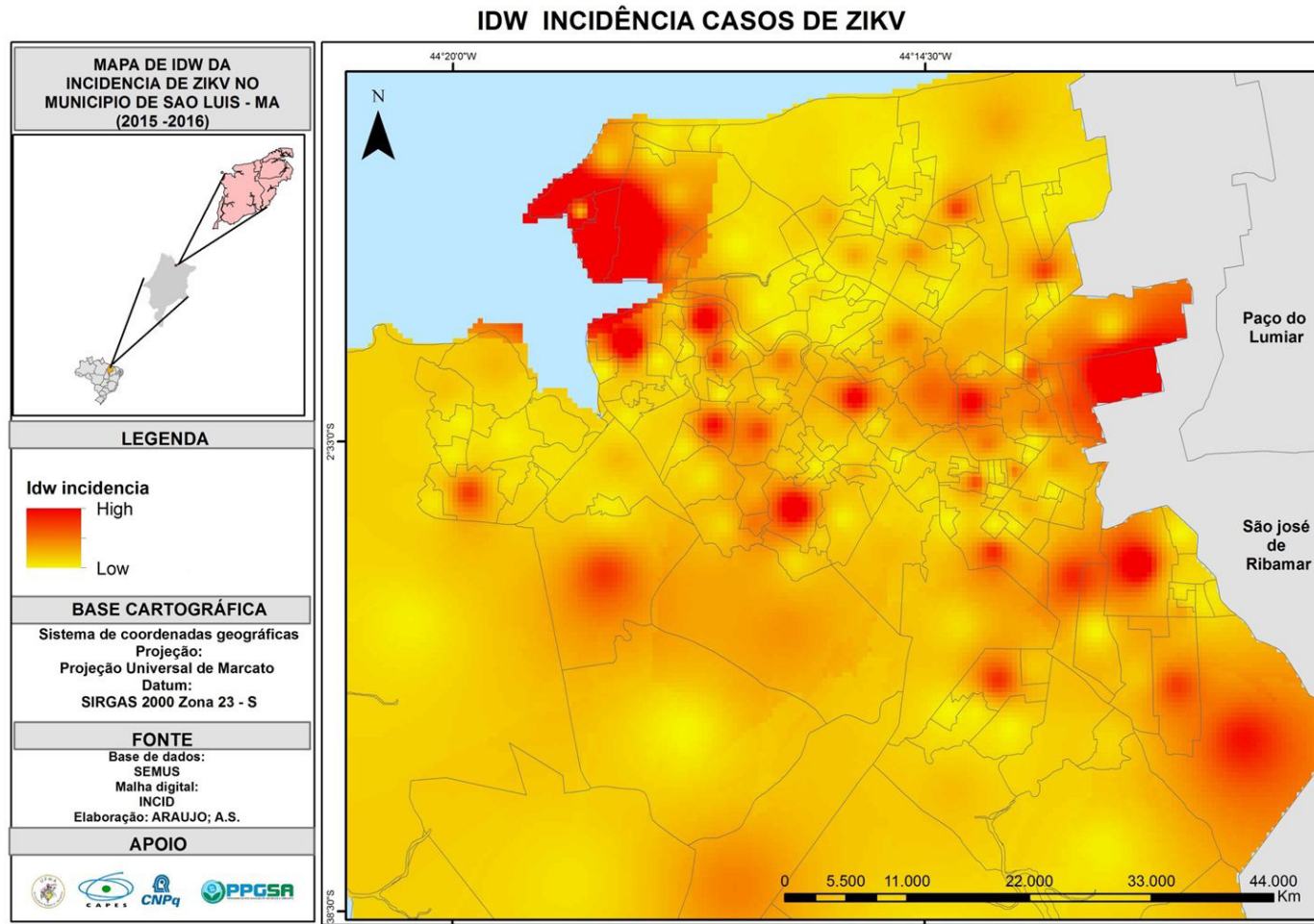
Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (BRASIL, 2017), elaborado pela autora.

**Figura 4.** Mapa da distribuição espacial da incidência dos casos febre pelo vírus Zika por bairro. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.



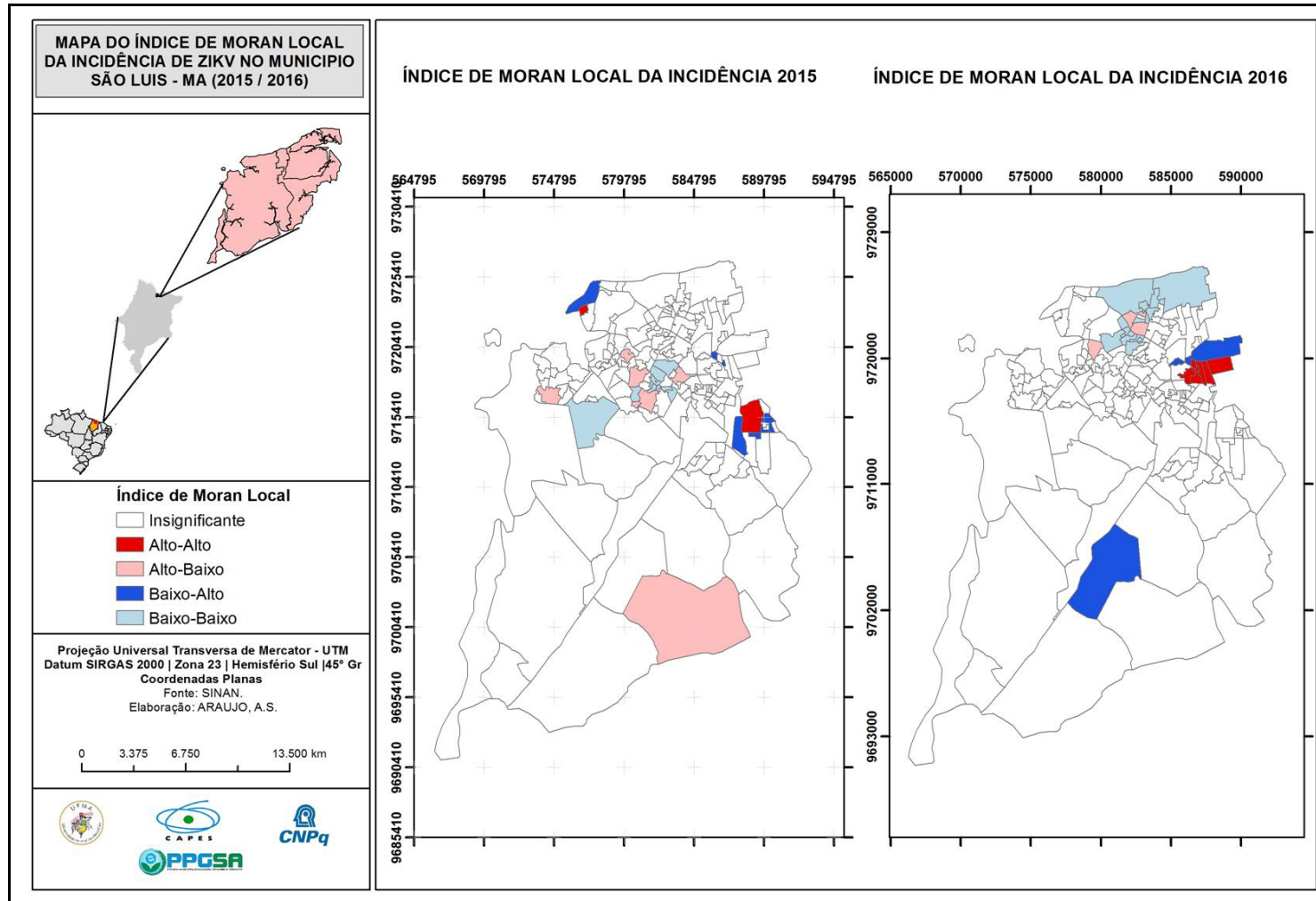
Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (BRASIL, 2017), elaborado pela autora

**Figura 5.** Mapa comparativo do IDW e a distribuição da incidência de ZIKV em São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.



Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (BRASIL, 2017), elaborado pela autora.

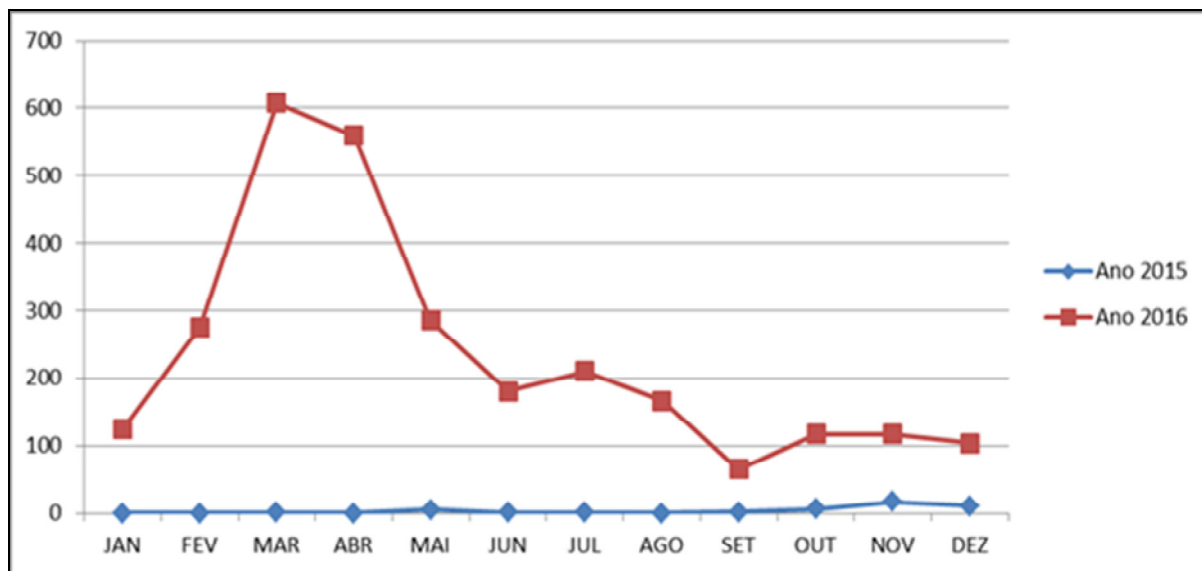
**Figura 6.** Mapa do Índice de Moran Local da incidência dos casos febre pelo vírus Zika. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.



Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação –SINAN (BRASIL, 2017), elaborado pela autora.

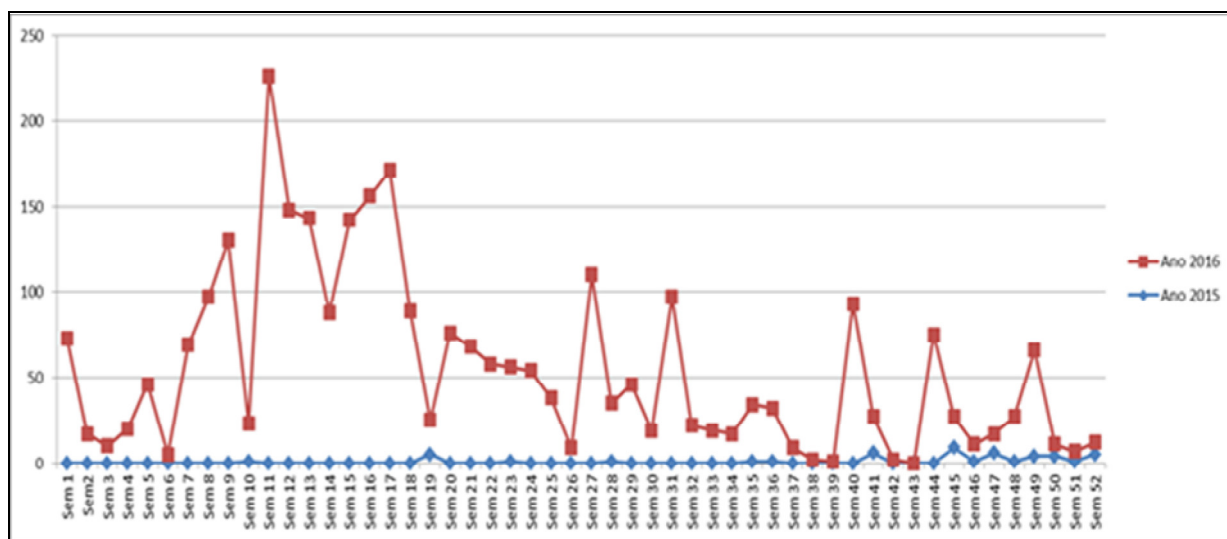


**Figura 7.** Distribuição de casos de febre pelo vírus Zika segundo o mês de ocorrência. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.



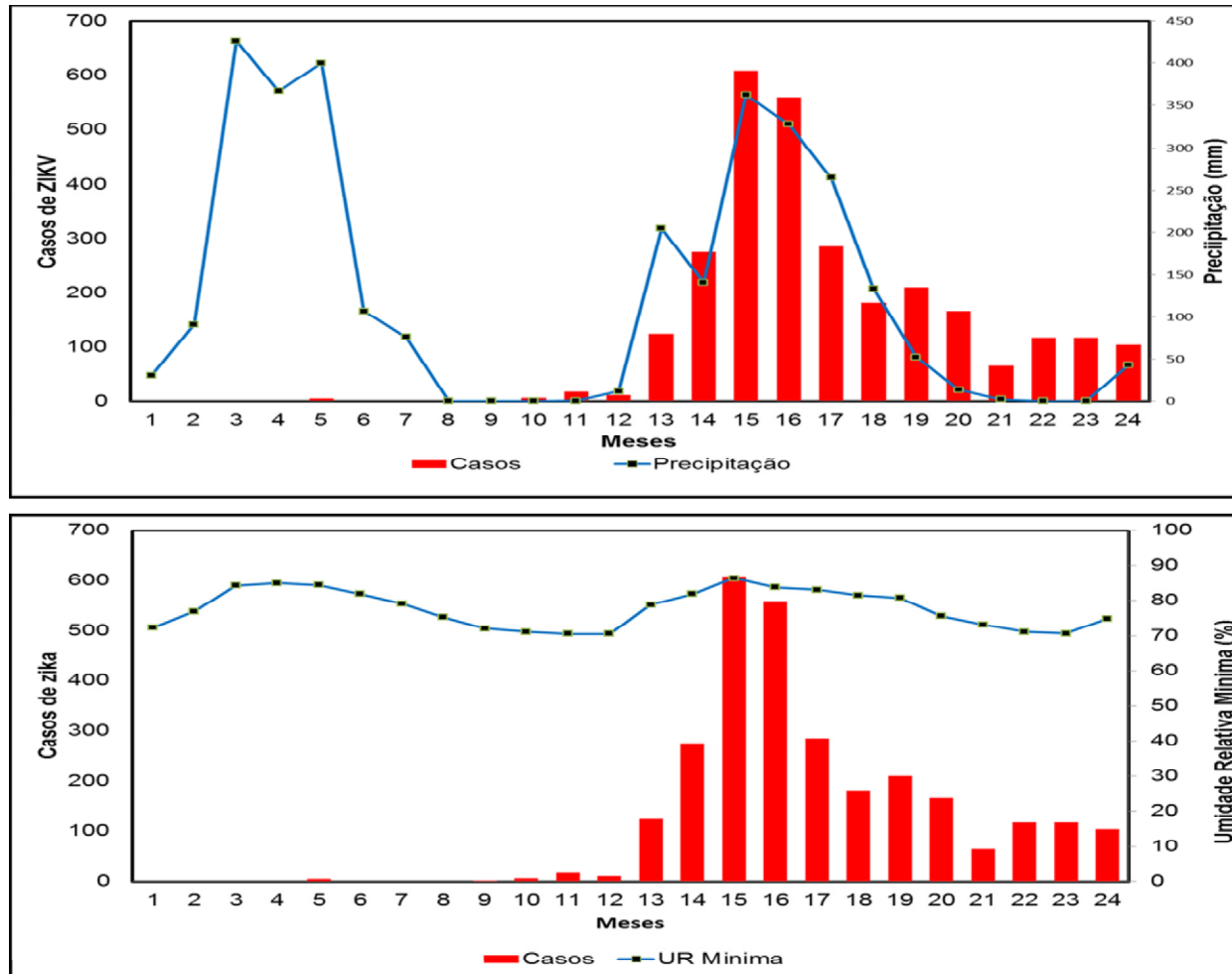
Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (BRASIL, 2017).

**Figura 8.** Distribuição de casos de febre pelo vírus zika por semana epidemiológica. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.



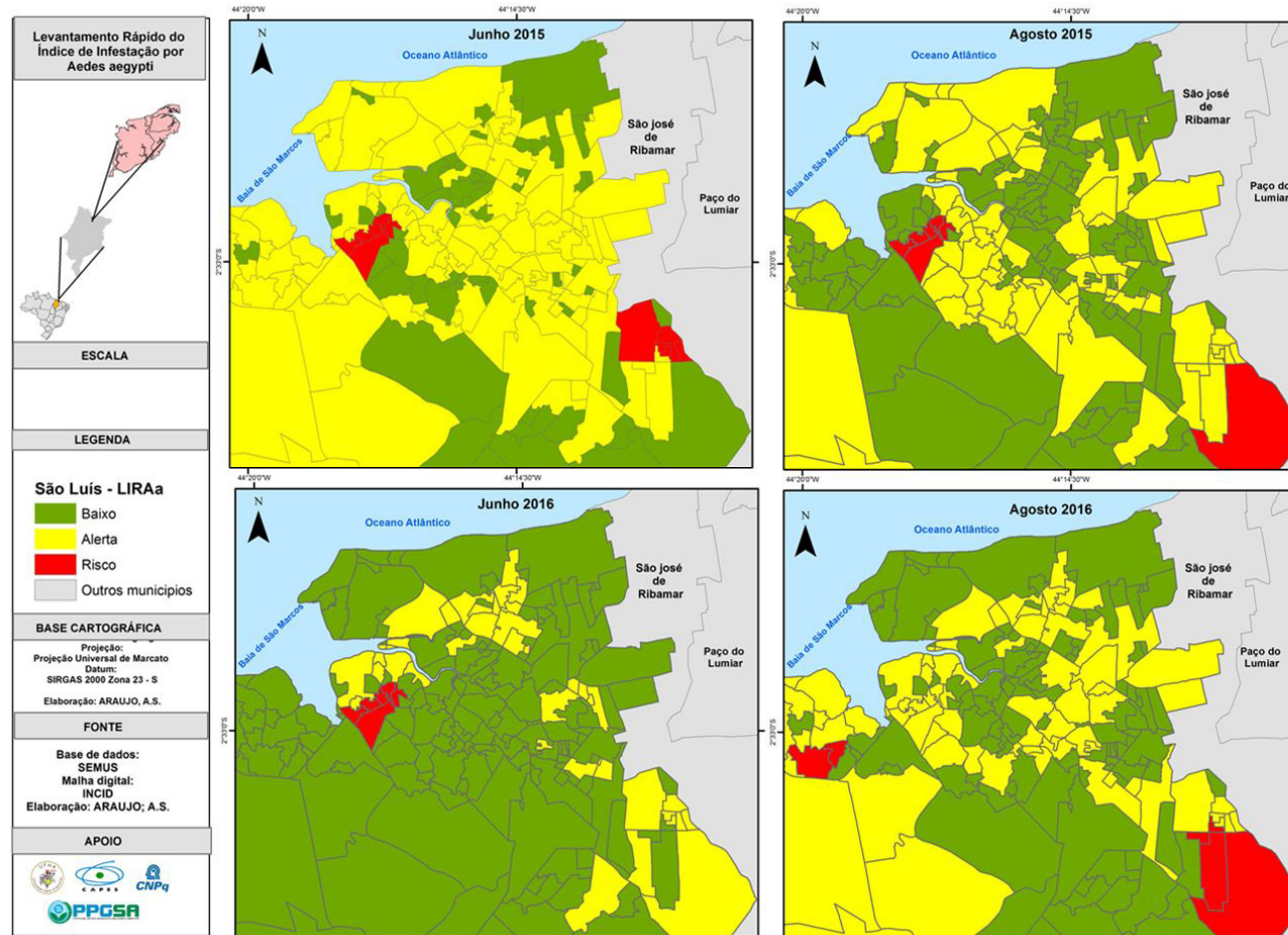
Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (BRASIL, 2017).

**Figura 9.** Evolução anual da precipitação média e umidade relativa para o município de São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.



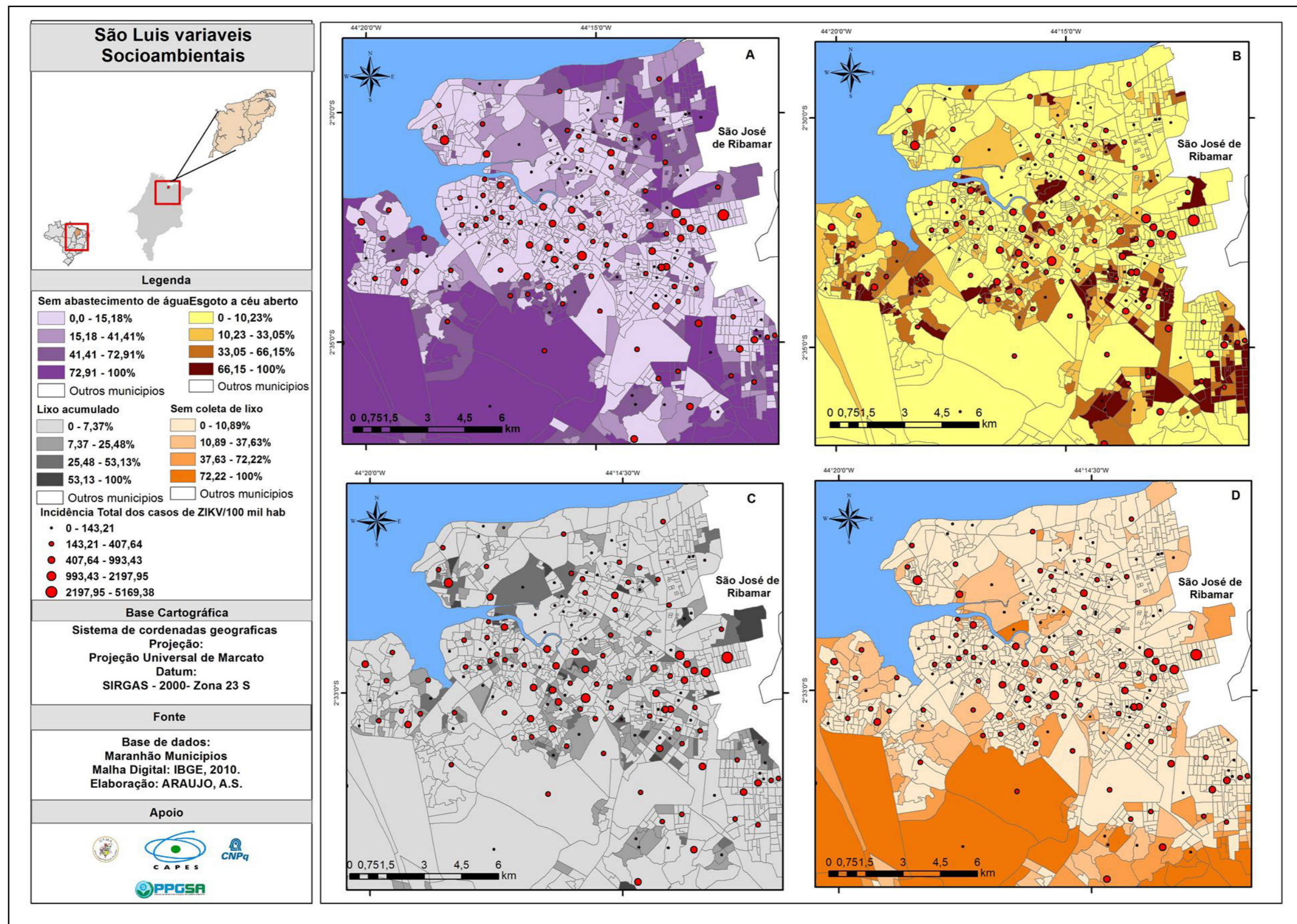
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), (BRASIL,2017). Elaborado pela autora.

**Figura 10.** Mapa da distribuição do Levantamento Rápido do Índice de Infestação por *Aedes aegypti*. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.



Fonte: Secretaria Municipal de saúde (SEMUS) (2017), elaborado pela autora.

**Figura 11.** Mapa das variáveis socioambientais domicílios sem abastecimento de água da rede geral, lixo acumulado e sem coleta de lixo. São Luís, Maranhão, Brasil, 2015 a 2016.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2017), elaborado pela autora.

## **7- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Altas taxas de incidências foram identificadas em localidades com melhores condições socioambientais de estrutura urbana e maiores índices de infestação vetorial, evidenciando estreita relação da incidência com as áreas com elevados IIP, o que pode caracterizar uma situação de alerta no município de São Luís. Além disso, as subnotificações podem ter contribuído para a ausência de correlação espacial significativa da incidência de febre pelo Vírus Zika no município. Levando-se em consideração a heterogeneidade dos bairros do município de São Luís, nos anos deste estudo, os casos de febre pelo vírus zika, apresentaram um padrão homogêneo.

## REFERENCIAS

ALMEIDA FILHO, N.; BARRETO, M.L. **Epidemiologia & Saúde: fundamentos, métodos, aplicações**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

ALVES JUNIOR, A.C. **Consolidando a rede de atenção às condições crônicas: experiência da rede hiperdia de Minas Gerais**. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde. Disponível em: <http://www.conass.org.br/liacc/wp-content/uploads/2014/10/CENTRO-HIPERDIA-DE-SANTO-ANTONIO-AILTON.pdf>. Acesso em: 05 mai 2016

APARÍCIO, C. **Utilização do geoprocessamento e sensoriamento remoto orbital para a análise espacial de paisagem com incidência de leishmaniose tegumentar americana**. 2001. 93 f Dissertação (Mestrado em Biociências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

AQUINO JUNIOR, J. **A dengue na área urbana contínua de Maringá (PR): uma abordagem socioambiental da epidemia de 2006-2007**. 188 f. 2010. Dissertação (Mestrado em geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

Arc GIS. Versão 10.3[Software]. New York (NY): Environmental Systems Research Institute; 2016.

ASHWAL, S.; MICHELSON, D.; PLAWNER, W.B. Practice parameter: evaluation of the child with microcephaly (an evidence-based review). **Neurology**. v.73, n. 11, p. 887-97, 2009.

Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. Ranking - **Todo o Brasil (2010)**. Disponível em: < <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>>. Acesso em 29 de dez. 2017.

BADEN, L.R. Zika Virus. **The New England Journal of Medicine**. v.374:1552-1563, 2016. Doi:<http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra1602113>

BARBOSA, G.L.; LOURENÇO, R.W. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. **Soc Bras Med Trop**, v. 43, n. 2, p. 145-151, 2010

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

BAUD, D.; GUBLER, D.J.; SCHAUB, B. LANTERI, M.C.; MUSSO, D. An update on Zika virus infection. **Lancet**.v. 390; p.2099–20109. 2017. Doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31450-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31450-2).

BRAGA, I.A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiologia e serviços de saúde*, v. 16, n. 2, p. 113-118, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2016. *Boletim Epidemiológico*,v.48, n. 03, p. 1-11, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de microcefalia no Brasil até a Semana Epidemiológica 37/2016. *Boletim Epidemiológico*, n. 44, p. 1-4, 2016a. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/setembro/22/Informe-Epidemiol--gic-n---44--SE-37-2016--21set2016.pdf>. Acesso em: 2 out 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Protocolo de atenção à saúde e resposta à ocorrência de microcefalia. Brasília: Ministério da Saúde, 2016b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 204 de 17 de fevereiro de 2016c. Dispõe sobre a lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças. Disponível em: <http://www.ebserh.gov.br/documents/222346/1207905/portaria204-17-fevereiro2016+DNC.pdf/8873ac5f-8e2c-42d9-bcfb-d78a2376aed6>. Acesso em: 10 jun. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em Saúde. Procedimentos a serem adotados para a vigilância da Febre do vírus Zika no Brasil. Nota informativa, 7 de março de 2016d. Disponível em <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/marco/07/Nota-Informativa-zika.pdf>. Acesso em 22 de dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Protocolo de vigilância e resposta à ocorrência de microcefalia relacionada à infecção pelo vírus /Ministério da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2015a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde confirma relação entre vírus Zika e microcefalia. Brasília: Ministério da Saúde; 2015b. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/21014ministerio-da-saudeconfirma-relacao-entre-virus-zika-e-microcefalia>. Acesso em: 27 abr 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Levantamento Rápido de Índices para *Aegypti* (LIRAA) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil : metodologia para

avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes. Brasília : Ministério da Saúde, 2013.

BUPONT-ROUZEYROL, M; O'Connor,O; CALVEZ, E; DAURES,M. JOHN,M.; GRANGEON J.P.; GOURINAT,A.C. Co-infection with Zika and Dengue Viruses in 2 Patients, New Caledonia, 2014. **Emerging Infectious Diseases**. Vol. 21, No. 2, February 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.3201/eid2102.141553>.

CAMPOS, G. S., BANDEIRA A. C., SARDI S. I. Zika virus outbreak, Bahia, Brazil [letter]. **Emerging Infectious Diseases**. v.21, n.10, p. 1885–1886, 2015. <http://dx.doi.org/10.3201/eid2110.150847>.

CATÃO, R. de C. Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.

CARNEIRO, D.M.T. **Geoprocessamento e análise espacial de varredura no estado-da-arte da leishmaniose visceral americana na região centro-leste da Bahia, Brasil**. – Salvador: UFBA, Escola de Medicina Veterinária, 2007. 169p.

CARVALHO, M.S.; PINA, M.F.S.; SANTOS, S.M. **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicadas a saúde**. In: Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicadas a saúde. Organização Pan-Americana da Saúde, 2000.

CARVALHO JUNIOR, W.; CHAGAS, C. S.; PEREIRA, N. R.; STRAUCH, J. C. M.Elaboração de zoneamentos agropedoclimáticos por geoprocessamento: soja em municípios do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Local, v. 27, p. 379-387, 2003.

CAVICCHIOLI NETO, V. et al. Desenvolvimento e integração de mapas dinâmicos georreferenciados para o gerenciamento e vigilância em saúde. **Journal of Health Informatics**, v. 6, n. 1, 2014.

COELHO, G.E. **Epidemiologia das arboviroses: avaliação dos métodos de controle realizados pelo Ministério da Saúde – visão de saúde pública**. In: TIRMERMAN A. et al. (org.). Arboviroses de importância para a saúde humana. Sociedade Brasileira de dengue/Arbovirises, 2015.

CONSOLI, R. A.G.B.; OLIVEIRA, R.L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1994. 228 p. ISBN 85-85676-03-5. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

COSTA, F.S; NUNES, Z.M.; GOMES, R.R. **O processo histórico de ocupação dos municípios da Ilha do Maranhão**. In: FARIA FILHO, M.S.; CELERI, M.J. (Org.). Geografia da Ilha do Maranhão. 1. ed. São Luís: EDUFMA, 2015.



CURY, M.R.C.O. et al. Análise espacial da incidência de hanseníase e fatores socioeconômicos associados. **Rev Saúde Pública**, v. 46, n. 1, p. 110-18, 2012.

DONALÍSIO, M.R.; GLASSER, C.M. Entomological Surveillance and Control of Dengue Fever Vectors. **Rev. Bras. Epidemiol.** v. 5, n.3, p. 259 – 272, 2002

DRUCK S.; CARVALHO C.; CÂMARA G.; MONTEIRO A.M.V. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004; 203p. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00075490.pdf>. Acesso em: 12 out 2016.

DUQUE L.; J.E.; SILVA, R. V. DA; KUWABARA, E. F.; NAVARRO-SILVA, M.A.; Dengue no Estado do Paraná, Brasil: distribuição temporal e espacial no período 1995-2007. **Revista de la Universidad Industrial de Santander Salud**. vol.42 no.2 Bucaramanga May/Aug. 2010. P.113-122.

DYER, O. Zika virus spreads across Americas as concerns mount over birth defects. **BMJ**. 2015; 351: h6983, 23 December 2015. doi: 10.1136/bmj.h6983.

ECDC-European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid risk assessment: **Microcephaly in Brazil potentially linked to the Zika virus epidemic** – 24 November 2015. Stockholm: ECDC; 2015a.

ECDC-European Centre for Disease Prevention and Control. Rapid risk assessment: **Zika virus epidemic in the Americas: potential association with microcephaly and Guillain-Barré syndrome** – 10 December 2015. Stockholm: ECDC; 2015b.

FAUCI, A.S.; MORENS, D.M. Zika Virus in the Americas — Yet Another Arbovirus Threat. **The New England Journal of Medicine**. v.374, n.7, 2016.

FAYE O.; FREIRE C.C.M.; IAMARINO A. FAYE O.; OLIVEIRA J.V.C. DE , DIALLO M.; ZANOTTO, P.M.A.; SALL, A.A. Molecular Evolution of Zika Virus during Its Emergence in the 20th Century. **PLoS Negl Trop Dis** . v.8, n.1: e2636. Doi:10.1371/journal.pntd.0002636.

FEITOSA, A.C.; TROVÃO, J. de R. **Atlas escolar do Maranhão: espaço geográfico histórico e cultural**. João Pessoa: Editora Grafset, 2006

FERREIRA, A.J.A. **A produção do espaço urbano em São Luís do Maranhão: passado e presente; há futuro**. São Luís: EDUFMA, 2014.154p.

FLAUZINO, R.F.; SOUZA-SANTOS, R.; OLIVEIRA, R.M.de. Indicadores Socioambientais para Vigilância da Dengue em Nível Local. **Saúde Soc**. São Paulo, v.20, n.1, p.225-240, 2011.

FONSECA, M.O.; SANTOS JÚNIOR, G,P, dos; FONTES, L.B.; SOUSA, T.G.R. Zika Gamification: Mobile Application for Endemic Disease Control Agents Training. **Anais**

do XXXVII Congresso da sociedade brasileira de computação. p. 1921- 1930. Disponível em: <http://csbc2017.mackenzie.br/public/files/17-wim/17.pdf>. Acesso em 28 de abr. de 2018.

FREITAS, B. DE. DIAS, J.R.O; PRAZERES, J.; SACRAMENTO, G.A.; ICKSANG, A.; MAIA, M.; BELFORT, R. Ocular Findings in Infants With Microcephaly Associated With Presumed Zika Virus Congenital Infection in Salvador, Brazil. **JAMA Ophthalmology**. Vol. 134, n. 5, p. 529-535. 2016.doi:10.1001/jamaophthalmol.2016.0267.

FURTADO, A.S et al. Análise espaço-temporal da leishmaniose visceral no estado do Maranhão, Brasil. **Ciênc saúde coletiva**, v. 20, n. 12, p. 3935-42, 2015.

GATHERER, D.; KOHL, A. Zika virus: a previously slow pandemic spreads rapidly through the Americas. **The Journal of general virology**. v.97, p. 269–273. 2016. DOI10.1099/jgv.0.000381.

GARCÊS JÚNIOR, A.R.; MARQUES, L.R.;TORRES, M.A.N.; JÚNIOR, J.A. **Análise de um episódio de precipitação intensa no ano de 2014 na cidade de São Luís – MA**. Variabilidade e susceptibilidade climática: Implicações Ecológicas e Sociais. Goiânia, 2016.

GONÇALVES, C.M. **Diferenças na variação da competência vetorial entre nove populações de Aedes aegypti do município de Belo Horizonte, Minas Gerais, ao Dengue vírus 2**. XIX, 64 f. 2014. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde do Centro de Pesquisas René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, 2014.

HARLING, G.; CASTRO, M.C. A spatial analysis of social and economic determinants of tuberculosis in Brazil. **Health place**, v. 25, p. 56-67, 2014.

HEUKELBACH, J.; ALENCAR, C.H.; KELVIN A.A.; OLIVEIRA, W.K.de. CAVALCANTI, L.P. G. Zika virus outbreak in Brazil. **Journal of Infection in Developing Countries**. V. 10 n. 2. pp. 116-120. 2014. doi:10.3855/jidc.8217

HINO, P.; VILLA, T.C.S.; SASSAKI, C.M.; NOGUEIRA, J. DE. A. SANTOS, C.B. Geoprocessamento aplicado à área da saúde. **Rev Latino-am Enfermagem**; n.14, n.6, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. IBGE cidades: Maranhão – São Luís. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=211130&search=maranhao|sao-luis|infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em 29 de dez. 2017.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. Secretaria De Estado Do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Situação Ambiental da Ilha do Maranhão/ Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos**. São Luís: SEPLAG, 2011, p. 57.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Previsão numérica**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

IOOS, S; MALLET, H.P.; LEPARC GOFFART, I.; GAUTHIER, V.; CARDOSO, T. ; HERIDA, M. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. **Médecine et maladies infectieuses**. vol. 44, p. 302–307, 2014.

KHORMI, H. M., KUMAR, L., ELZHRANY, R. A. Modeling spatio-temporal risk changes in the incidence of dengue fever in Saudi Arabia: a geographical information system case study. **Geospatial Health**. v.6, n.1, p.77-84, 2011.

LABEAUD. A.D. **Zika virus infection: An overview. Literature review current**. through: Oct 2017. | This topic last updated: Jun 01, 2016. [http://www.uptodate.com/contents/zika-virus-infection-an-overview?source=search\\_result&search=zika+virusinfection&selectedTitle=1~80](http://www.uptodate.com/contents/zika-virus-infection-an-overview?source=search_result&search=zika+virusinfection&selectedTitle=1~80). Acesso em 03.nov.2017.

LAGROTTA, M.T.F.; SILVA, W.C.; SOUZA, S.R. Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. **Cadern Saúd Públic**, v. 24, n. 1, p. 70-80, 2008.

12. LEDERMANN JP, GUILLAUMOT L, YUG L, SAWEYOG SC, TIDED M, ET AL. (2014). *Aedes hensilli* as a Potential Vector of Chikungunya and Zika Viruses. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. v. 8, n.10: e3188, p.1 – 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003188>

LORMEAU V.M.C; BLAKE.A; MONS. S; LASTÈRE, S. Guillain-Barré Syndrome outbreak associated with Zika virus infection in French Polynesia: a case-control study. **Lancet**. vol. 387, n. 10027, p1531–1539, 9 April 2016. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00562-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00562-6)

LUZ, K.G.; SANTOS, G.I.V.; VIEIRA, R.M. Zika Virus Fever. **Epidemiol. Serv Saúde**. v. 24, n. 4, p. 785-788, 2015.

MALLET, HENRI-PIERRE; VIAL, ANNE-LAURE; MUSSO,D. Bilan de l'épidémie a Virus Zika em Polynésie Française, 2013-2014. **Bulletin D'information Sanitaires, Epidemiologiques Et Statistiques (BISES)**. n° 13, Maio, 2015.

MASULLO, Y.A.G.; LOPES, J.A.V. Indicadores Econômicos da Região Metropolitana da Grande São Luís. **Geografia, Ensino & Pesquisa**.v. 21, n.1, p. 30-40, 2017.

MASULLO, Y.A.G.; SANTOS, J.R.C.do. **Geoprocessamento aplicado à análise do avanço do processo de urbanização e seus impactos ambientais na Ilha do Maranhão**. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais - IBEAS. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Belo Horizonte/MG – 24 a 27/11/2014.

MEDRONHO R.A; WERNECK G.L. **Análise de dados espaciais em saúde**. In: Medronho RA, Bloch KV, Luiz RR, Werneck GL, editores. *Epidemiologia*. 2.ed. Rio de Janeiro: Atheneu; 2009. 493-511.

MENDONÇA, F. e DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. v. 1. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MORAIS, Natércia Cristyna Freitas. **“A PONTE DA ESPERANÇA”: O símbolo da modernização e do desenvolvimento urbano no governo Sarney (1966-1970)**. Monografia (Curso de História) – Universidade Estadual do Maranhão, 2006.

MUSSO D.; ROCHE, C.; NHAN, T.; ROBIN, E.; TEISSIER, A.; LORMEAU, V.C. Detection of Zika virus in saliva. **Journal of Clinical Virology**. vol. 68, p. 53-55, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcv.2015.04.021>.

NASCIMENTO, V.L.S. et al. Protocolo hidroterápico na Síndrome de Guillain-Barré – Estudo de caso. **RevNeurocienc**, v.20, n. 3, p. 392-398, 2012.

NHAN, T.X., CAO-LORMEAU, V.M., MUSSO, D. Lesinfections à virus Zika. **RevueFrancophonedesLaboratoires**, v. 2014, n. 467, p. 45-52, 2014.

NICOLAU, L. S. **A Estratégia Saúde da Família no município de São Luís: avanços e desafios**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília. Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde. Brasília, 2008.

PINA, M.F. SANTOS, S.M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000

OLIVEIRA , W.K.; CORTEZ-ESCALANTE , J.; DE OLIVEIRA , W.T.G.H.; DO CARMO, G.M. I.; HENRIQUES , C.M.P. ; COELHO, G.C. ; DE FRANÇA,. G.V.A. Increase in Reported Prevalence of Microcephaly in Infants Born to Women Living in Areas with Confirmed Zika Virus Transmission During the First Trimester of Pregnancy — Brazil, 2015. **Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)**. Vol.65, n. 9, p.242–247. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6509e2>.

OLIVEIRA, D.M.V. MOREIRA, T.S.; RIBEIRO JUNIOR J.A.S.; H. C.; OLIVEIRA, A. L. S.; REGO, J.L. FARIAS FILHO, M.S. DES/RE). **CONSTRUÇÃO DO TECIDO URBANO: processo de modernização e implosão-explosão urbana em São Luís – MA, no limiar do século XXI**. Anais do XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Porto Alegre - RS, 2010. ISBN 978-85-99907-02-3

PINHEIRO, J.M. **Dinâmica climática da Ilha do Maranhão**. In: FARIA FILHO, M.S.; CELERI, M.J. (Org.). *Geografia da Ilha do Maranhão*. 1. ed. São Luís: EDUFMA, 2015.

ROCHA, C. H. B. In: \_\_\_\_\_. **Geoprocessamento – tecnologias transdisciplinar**. Juiz de Fora Minas Gerais, 2000.220 p.

RODRIGUES, M. et al. Análise espacial da mortalidade infantil e adequação das informações vitais: uma proposta para definição de áreas prioritárias. **Ciênc saúde coletiva**, v. 19, n. 7, p. 2047-2054, 2014

SAMPATHKUMAR, P; SANCHEZ, J.L. Zika Virus in the Americas: A Review for Clinicians. **Mayo clinic proceedings**.V.91, n.4,p. 514–521 April 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.02.017>.

SANTOS, L.E.N.dos. **Expansão urbana e segregação socioespacial: faces da crise urbana em São Luís-MA**. In: XIV Simpósio Nacional de Geografia Urbana, Fortaleza, 2015.

SANTOS, A. **Processos de modernização e deslocamento compulsório em São Luís**. Anais Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação – VII CONNEPI. Palmas-Tocantins, 2012.

SANTOS, F. R. G. dos; MENDES, R. de O. **A organização do espaço urbano em São Luís e suas consequências ante o implemento dos grandes projetos econômicos/tecnológicos em seu território**. In: Anais, II Jornada Internacional de Políticas Públicas, São Luís, 2005.

SÁNCHEZ, A.M., ESPINOZA, C.M., MORERA, D.C. Síndrome de Guillain-Barré. **Rev Med Costa Rica Centroamer**, n.610, p.261-65, 2014.

SILVA, A.A.M. et al. Early Growth and Neurologic Outcomes of Infants with Probable Congenital Zika Virus Syndrome. **Emerging Infectious Diseases**. v.22, n. 11, 2016. Disponível em: [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/22/11/16-0956\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/22/11/16-0956_article). Acesso em: 14 out 2016.

SCHRAM, P.C.F. Zika virus and public health. **Journal of Human Growth and Development**. v. 26, n. 1, p. 7-8, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.7322/jhgd.114415>.

SEMUS. SÃO LUÍS. Secretaria Municipal de Saúde de São Luis. Superintendência de Vigilância Epidemiológica e Sanitária. Coordenação de Vigilância Epidemiológica-Controle de Endemias. **Relação de localidades por zona urbana e rural**. São Luís, 19p. 2015.

SKABA D.A, CARVALHO M.S, BARCELLOS C, MARTINS P.C, TERRON S.L. Geoprocessamento dos dados da saúde: o tratamento dos endereços. **Cadernos de Saúde Pública**. v.20, n.6, p.1753-1756, 2004.

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

TEIXEIRA, M.G.; SIQUEIRA JUNIOR, J.B.; et al. Epidemiological Trends of Dengue Disease in Brazil (2000–2010): A Systematic Literature Search and Analysis. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 7, n.12, p. e2520, 2013.

USHIZIMA, T.M. **Mapeamento da dengue na área urbana de Rio Claro (SP), no período de 2001-2003, e sua relação com condicionantes sócio-econômicas**. x, 84 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/92762>>.

VASCONCELOS, P. F. da C. Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas?. **RevistaPan-Amazônica de Saúde**. vol.6, n.2, p. 9, 2015.

VASCONCELOS, P. E. S. de. **Política habitacional do Estado autoritário em São Luis (1964-1985)**. 134p. (Dissertação de Mestrado). UEMA, 2014.

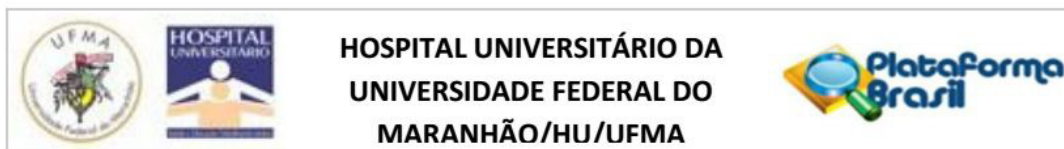
VIANA, D.V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Rev. bras. epidemiol.** [online]. v.16, n.2, p. 240-256. 2013.

VOLQUIND, D. et al. Anesthesia for cesarean section in a patient with Guillain-Barre syndrome: case report. **Rev BrasilAnesthesiol**, v. 63, n. 4, p. 369-371, 2013.

WEAVER, S.C.; COSTA, F.; GARCIA-BLANCO, M.A.; KO, A.I.; RIBEIRO, G.S.; SAADE, G.; SHI, P.; VASILAKIS, N. Zika virus: History, emergence, biology, and prospects for control. **Antiviral Research**. V. 130, Pages 69–80. June 2016. doi:10.1016/j.antiviral.2016.03.010

WHO- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Zika vírus. Fact sheet. 2016. Geneva: World Health Organization (SW) Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/zika/en/>. Acesso em: 10 jun 2016.

ZANLUCA, C.; DE MELO, V.C.A.; MOSIMANN, A.L.P.; DOS SANTOS , G.I.V.; DOS SANTOS, C.N.D.; LUZ, K. First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro vol.110 n.4 June 2015 EpubJune 09, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0074-02760150192>.

**ANEXO A: Parecer Consubstanciado do CEP****COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DOS CASOS DE DENGUE, FEBRE CHIKUNGUNYA E ZIKA VÍRUS NO ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL.

**Pesquisador:** Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco

**Versão:** 1

**CAAE:** 60952916.9.0000.5086

**Instituição Proponente:** Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão/HU/UFMA

**DADOS DO COMPROVANTE**

**Número do Comprovante:** 106552/2016

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

Informamos que o projeto ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DOS CASOS DE DENGUE, FEBRE CHIKUNGUNYA E ZIKA VÍRUS NO ESTADO DO MARANHÃO, BRASIL que tem como pesquisador responsável Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco, foi recebido para análise ética no CEP Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão/HU/UFMA em 13/10/2016 às 15:54

**Endereço:** Rua Barão de Itapary n° 227

**Bairro:** CENTRO

**UF:**MA

**Telefone:** (98)21091250

**CEP:** 65.020-070

**Município:** SAO LUIS

**E-mail:** cep@huufma.br

## **ANEXO B: INSTRUÇÕES DA REVISTA DO INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL DE SÃO PAULO.**

### Instructions to Authors

#### Scope and policy

The Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo (Journal of the São Paulo Institute of Tropical Medicine) is a journal devoted to research on different aspects of tropical infectious diseases. The Journal welcomes original work on all infectious diseases, provided that data and results are directly linked to human health.

The journal publishes, besides original articles, review articles, case reports, brief communications, and letters to the editor. The journal publishes manuscripts only in English.

From 2016 on, the Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo (Journal of the São Paulo Institute of Tropical Medicine) is published on-line only, maintaining the free access.

The manuscripts must be submitted only written in English, so we strongly advise authors with English as a foreign language to have their manuscripts checked by a scientist with English as a first language or preferably by one of the suggested specialized companies:

American Journal Experts:

<http://www.journalexperts.com/>

Nature Publishing Group Editing Service:

<https://languageediting.nature.com/>

authorserv:

<http://www.authorserv.com/>

Comprehensive Language Editing and Proofreading:

[www.comprehensiveproof.com/index.htm](http://www.comprehensiveproof.com/index.htm)

The receipt of a manuscript with the English usage considered inappropriate can lead to the return of the paper to the authors even before the beginning of the review process.

In January 2016, the Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo established a fee per published article. Beginning on January the 1st, 2016, all the submitted articles will be charged if they are accepted for publication.



These publication fees will supplement public funding from the Universidade de São Paulo and other grants from foundations of the State of São Paulo, as well as from federal supporting agencies. This additional support is essential to ensure quality, the increment of the journal's impact factor and number of citations, the maintenance of the electronic manuscript submission and review system, the review of the English style and of grammar issues.

The fees will be of US\$400 for original articles and reviews; and of US\$250 for case reports, technical reports, brief communications and letters to the editor, provided that the number of pages are in accordance with the type of article. Only for Brazilian citizens the fees will be of BRL 1,500.00 for original articles and reviews; and of BRL 1,000.00 for case reports, brief communications and letters to the editor. Once the manuscript has been approved, the corresponding author will receive the instructions for the payment of the publication fee. Thereafter, the corresponding author will receive the proof of payment to be able to apply for funding agencies reimbursement.

All types of manuscripts should be sent to the Editor of the Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo and they will be peer-reviewed by two or three reviewers of the Editorial Board and/or ad hoc reviewers.

The decision of acceptance for publication lies with the Editors and is mainly based on the recommendations of these reviewers.

A form stating the following items should be sent to the Editorial Office signed by the corresponding author: 1) The manuscript and all parts of it have not been submitted elsewhere; 2) There are no financial or other relationships of any of the authors of the manuscript that might lead to any conflict of interest; 3) The submitted manuscript has been read by all authors carefully. All authors agree that the manuscript represents their work. 4) Describe sources of funding that have supported the work. Please also describe the role of the study sponsor(s), if any, in study design; collection, analysis, and interpretation of data; writing of the paper; and decision to submit it for publication; 5) The corresponding author is indicated below and will be responsible for the communication with the other authors about revisions and final approval of the paper.

The manuscripts will be received only by online submission at:<http://mc04.manuscriptcentral.com/rimtsp-scielo>

At the same site the authors can check the status of the submission any time. The electronic file will be used for editorial assessment and online refereeing, and the editorial decisions on the manuscript will be communicated to the corresponding author.

Authors may suggest up to four potential reviewers for their work provided that they give the e-mail address and affiliation of each scientist they have proposed. Please do not suggest scientists of the same affiliations of the authors.

## Form and preparation of manuscripts

Original Articles – The text should be preceded by a short summary not exceeding 200 words, and should then proceed to sections of Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References. Pages should be numbered consecutively in Arabic numerals. Tables and figures should be referred to in the text. Tables should be numbered and contain a brief specific title. Figures as drawings,

photographs, photomicrographs or electron micrographs, should be planned to suit the size of a single or double page column. Figures should be submitted in TIF format.

Review Articles are intended to investigators who have made substantial contributions to a specific area of transmissible diseases. These manuscripts will be published upon invitation of the editorial board, however their appropriateness will be judged by the editors, and according to editorial criteria, eventually by peer reviewers. A review article should be presented in the same format as a full paper, except that it should not be divided into sections of introduction, material and methods, results and discussion.

Case Reports, Brief Communications and Letters to the Editor are reserved for reporting new observations of critical importance. They should not exceed two or three printed pages, including the illustrations and references.

### Acknowledgments:

Should be brief, and should not include thanks to anonymous referees and editors, or effusive comments. Grant or contribution numbers may be acknowledged. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo encourages authors to include a statement to specify the individual contributions of each co-author, which will be published under a separate subheading “Author contributions” following the Acknowledgments

### References:

The list of references, including only those actually mentioned in the text or tables, should be in Vancouver format, listed in order of the citation on the text, and numbered consecutively in Arabic numerals. Listing should be as follows:

a) Articles from journals: Last names and initials of all authors (unless there are more than six, when only the first six should be given followed by et al.), full title of the article, title of the journal (title abbreviations by NLM can be found on <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>), the year of publication, the volume number, the first and last page numbers.

Ex.: Velho PE, Faria AV, Cintra ML, Souza EM, Moraes AM. Larva migrans: a case

report and review. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 2003;45:167-71.

Ex.: Costa E, Lopes AA, Sacramento E, Costa YA, Matos ED, Lopes MB, et al. Penicillin at the late stage of leptospirosis: a randomized controlled trial. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 2003;45:141-5.

b) Books: Last names and initials of all authors, full title of the book, edition, place of publication, the publisher, and the year.

Ex.: Lewin JK. *Genes and virus*. 2nd ed. Boston: Jones and Bartlett; 2008.

c) Chapter of book: Last names and initials of all authors of the chapter, full title of the chapter, last names and initials of all authors of the book, full title of the book, edition, place of publication, the publisher, the year, the pages of the chapter.

Ex.: Ferreira HO. Doença de Chagas. In: Farhat CF, Carvalho ES, Carvalho LH, Succi RC, editores. *Infectologia pediátrica*. São Paulo: Atheneu; 1998. p. 531-7.

d) Websites: Name of the organization, full title of the document cited, place of publication (if available), the Publisher (if available), the year (if available), date of citing, URL of the precise document cited (not the organization URL)

Ex.: World Health Organization. *Leprosy elimination*. Geneva: WHO; 2014 [cited 2014 Dec 15]. Available from: [http://www.who.int/lep/situation/new\\_cases/en/](http://www.who.int/lep/situation/new_cases/en/)

Ex.: Brasil. Ministério da Saúde. *Malária*. Brasília: Ministério da Saúde; 2015. [cited 2015 Nov 05]. Available from: <http://www.saude.gov.br/malaria>

e) Thesis:

The *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paul* will not accept the citation of master of Science, PhD theses, or similar work.

Ethical Guidelines: Papers must state in the Material and Methods section that: 1) informed consent was obtained from all human adult participants and from parents or legal guardians of minors together with the approved consent of the Ethical Commission 2) a consent term was applied to study participants in the case of children over the age of seven and adolescents besides the consent obtained from parents or legal guardians of minors together with the approved consent of the Ethical Commission 3) the maintenance of experimental animals complies with the guidelines of the use of laboratory animals prevailing in the country.

Numbers:

Numbers that begin a sentence or those that are less than 10 should be spelled out using letters. Centuries and decades should be spelled out, e.g. the Eighties or nineteenth century. Laboratory parameters, time, temperature, length, area, mass, and volume

should be expressed using digits.

#### Units:

The International Unit System must be used, with the exception of blood pressure values which are to be reported in mmHg. Please use the metric system for the expression of length, area, mass, and volume. Temperatures are to be given in degrees Celsius.

#### Devices and equipment:

The Materials and Methods section must include sufficient technical information to allow the experiments to be repeated. The sources of all media (i.e., name and location of manufacturer) or components of a new formulation must be provided.

When centrifugation conditions are mentioned, give enough information to enable another investigator to repeat the procedure: brand of the centrifuge (manufacturer), model of the equipment and model of the rotor, temperature, time at maximum speed, and centrifugal force (X g rather than revolutions per minute).

For devices and other products, the specific brand or trade name, the manufacturer and their location (city, state, country) should be provided the first time the device or product is mentioned in the text, for example, "IBM SPSS Statistics version 21.0 was used (IBM Corp., Armonk, NY, USA)". Another example: QIAamp® DNA Mini Kit

(QIAGEN Inc., Hilden, USA). Thereafter, the generic term (if appropriate) should be used.

#### Names and identification of drugs and other products:

Authors are asked to use the Recommended International Nonproprietary Name (rINN) for medicinal substances, unless the specific trade name of a drug is actually relevant to

the discussion. Generic drug names should appear in lowercase letters in the text. If a specific proprietary drug needs to be identified, the brand name may appear only once in the manuscript in parentheses following the generic name the first time the drug is mentioned in the text.

The description of new methods should be complete and give sources of unusual chemicals, reagents, equipment, or microbial strains. When large numbers of microbial strains or mutants are used in a study, authors are asked to include tables identifying the immediate sources (i.e., sources from whom the strains were obtained) and properties of the strains, mutants, bacteriophages, and plasmids, etc.

#### Patient identification:

The informed consent is not needed if the patient cannot be identified from any material in a manuscript. In the absence of the informed consent, identifying details, such as patient initials, specific dates, specific geographic exposures, or other identifying features (including body features in figures), should be omitted, but this must not alter the scientific meaning.

Important information that is relevant to the scientific meaning should be stated so that the patient cannot be identified, e.g., by stating a season instead of a date, or a region instead of a city.

If a patient can be identified from the material in a manuscript, the informed consent is required. It can be obtained from the patient(s) or their parents/legal guardians in the case of minors.

For children of seven years old or more, beyond the informed consent of the parents/legal guardians, an informed assent of the child should be provided.

The Informed consent requires that the patient has had the opportunity to see and approve the manuscript prior to submission. The written informed consent must state either that the patient has seen and approved the complete manuscript, or that the patient declines to do so.

The patient consent should be attached as an additional file at the time of the manuscript submission. A statement attesting the receipt and archiving of the written consent of the patient should be included in the published article.

#### Randomized Controlled Trials and Clinical Trials:

The Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo supports the policy of Clinical Trials registration delivered by WHO and the International Committee of Medical Journals Editors (ICMJE) recognizing the importance, in open access, of these initiatives for the registration and international knowledge of the information on clinical

studies. Therefore, from 2007 on, only papers of clinical research dealing with these issues having an identification number provided by one of the clinical assays validated by established criteria from WHO and ICMJE will be accepted. The addresses can be found in the ICMJE site (<http://www.icmje.org>). The trial registration number should be written at the end of the summary.

#### Submission of manuscripts

The manuscripts will be received only by on-line submission at: <http://mc04.manuscriptcentral.com/rimtsp-scielo>, where the authors can check the status of the submission any time. The electronic file will be used for editorial assessment and online refereeing, and the editorial decisions on the manuscript will be communicated to the corresponding author by e-mail.