

Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**  
**Fundação Oswaldo Cruz**



Emile Danielly Amorim Pereira

## **Análise espacial e temporal dos casos de febre de Chikungunya no Maranhão, Brasil**

Rio de Janeiro

2018

Emile Danielly Amorim Pereira

**Análise espacial e temporal dos casos de febre de Chikungunya no Maranhão, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Epidemiologia em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Epidemiologia. Área de concentração: Epidemiologia Aplicada aos Serviços de Saúde.

Orientador (a): Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup> Cleber Nascimento do Carmo

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

Rio de Janeiro

2018

P436a Pereira, Emile Danielly Amorim.  
Análise espacial e temporal dos casos de febre de chikungunya no  
maranhão, Brasil / Emile Danielly Amorim Pereira. -- 2018.  
136 f.: il.

Orientador: Cleber Nascimento do Carmo  
Coorientadora: Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco  
Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio  
Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2018.

1. Febre de chikungunya. 2. *Aedes aegypti*. 3. Epidemiologia. 4.  
Fatores de risco. 5. Análise espacial. 6. Distribuição temporal. I. Título.

CDD-22.ed. - 614571098121

Emile Danielly Amorim Pereira

**Análise espacial e temporal dos casos de febre de Chikungunya no Maranhão, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Epidemiologia em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Epidemiologia. Área de concentração: Epidemiologia Aplicada aos Serviços de Saúde.

Aprovada em: 28 / 02 / 2018

Banca Examinadora

Prof. Dra. Sibelle Nogueira Buonora  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Reinaldo Souza Santos  
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz

Profa. Dra. Inês E. Mattos  
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz

Prof. Dr. Raphael Mendonça Guimarães  
Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz

Profa. Dra. Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco (Coorientadora)  
Universidade Federal do Maranhão

Dr. Cleber Nascimento do Carmo (Orientador)  
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz

Rio de Janeiro

2018

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, que me permitiu chegar até esta etapa.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, por me ensinarem os verdadeiros valores da vida, pelos incentivos e esforços em minha criação e formação profissional.

Ao meu esposo pelo apoio e paciência ao longo dessa jornada.

Aos meus filhos, pelo amor, carinho e por compreenderem a minha ausência, prometo que irei compensar os dias que não pude estar presente.

Sem vocês nada seria possível...

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Cleber Nascimento do Carmo, pela segura orientação, conhecimentos transmitidos, atenção, paciência e apoio.

À professora Dra. Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco, meu eterno agradecimento, por permitir que eu compartilhasse de sua competência, conhecimento e principalmente, pela paciência. Obrigada pela confiança e por participar da realização do meu crescimento profissional. Meu respeito, gratidão e admiração.

Ao professor Dr. José Aquino Junior do Departamento de Geociências/Universidade Federal do Maranhão (DEGEO/UFMA) e ao professor Dr. Maurício Eduardo Salgado Rangel do Laboratório de Geotecnologias e Análise Espacial/DEGEO/UFMA, pela atenção, colaboração e riquíssimas contribuições na análise espacial, os quais foram fundamentais e decisivos para a finalização da dissertação.

À Secretaria Municipal de São Luís, pela concessão da minha licença para capacitação, aos diretores e funcionários do Núcleo de Vigilância Epidemiológica do Hospital Municipal Djalma Marques – Socorrão I, por entenderem minha ausência durante esse período.

À Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca/Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ), pela oportunidade de realização do curso de Mestrado, nessa conceituada Instituição de Ensino. Aos meus amados colegas do mestrado que dividiram comigo todas as angústias, frustrações, alegrias e por partilhar conhecimentos que oportunizaram meu crescimento pessoal e intelectual. Muito obrigada pela amizade construída ao longo dessa trajetória.

Aos membros da banca examinadora, por terem aceitado participar da avaliação deste estudo e pelas contribuições oferecidas.

Ao meu marido Ronildo Silva Soares pelo incentivo, carinho e por toda paciência.

Ao amigo Paulo Roberto Mendes Pereira, do Departamento de Pós-graduação em Geografia/UNESP, pela disponibilidade na organização dos mapas utilizados neste estudo.

Ao amigo Luis Paulo Santana, pela imensa contribuição na organização das inúmeras planilhas excel utilizadas.

À amiga Suená dos Santos Silva do Laboratório de Geotecnologias e Análise Espacial/DEGEO/UFMA, pela disponibilidade na organização do banco de dados para a realização da Estatística Scan.

Às colegas do Grupo de Pesquisa, Silmeyre, Adriana, Ana Patrícia e Flávia Vieira pela amizade e troca de conhecimentos durante o Mestrado.

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta, e que me fizeram acreditar que quase tudo na vida é muito difícil, mas que nada é impossível quando se tem a certeza de que se pode conseguir.

*“Espera no Senhor e sê forte fortifique-se o teu coração e espera no Senhor”.*

Salmos 26:14 (Bíblia Sagrada)

## RESUMO

A febre de chikungunya (CHIK) é uma síndrome febril de início súbito e debilitante com elevada taxa de morbidade associada à artralgia persistente, tendo como consequência a redução da produtividade e da qualidade de vida. O agente etiológico é um arbovírus transmitido por artrópodes, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. O presente estudo objetivou analisar a distribuição espacial e temporal dos casos prováveis de febre de CHIK no estado do Maranhão, no período de 2015 a 2016. Este estudo compreendeu duas fases distintas: a primeira um estudo exploratório e descritivo sobre os aspectos epidemiológicos dos casos prováveis de febre de CHIK, a partir de dados secundários do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016 e o segundo um estudo ecológico, de base populacional e de dados climáticos, a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Atlas Brasil e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Inicialmente foi realizada a análise descritiva das variáveis referente aos casos da doença. Na análise espacial realizamos uma análise exploratória para caracterizar o estado do Maranhão de acordo com as variáveis socioeconômicas e demográficas. Em seguida foram utilizadas as técnicas de estatística espacial, Índice de Moran e Local *Indicators of Spatial Association* (LISA) para a identificação de clusters espaciais e a estatística Scan para a identificação das áreas de risco ou críticas para a ocorrência de febre de CHIK. Já na abordagem temporal foi utilizado o modelo binomial negativo ajustado para verificar o efeito das variáveis climáticas e do Levantamento de Índice Rápido do *Aedes aegypti* na ocorrência de casos. Os resultados apontaram que os indivíduos do sexo feminino, na faixa etária de 20 a 34 anos e que moravam na zona urbana foram os mais acometidos. Em 70,7% dos casos o tempo entre o início dos primeiros sintomas e a notificação foi inferior a nove dias. Dentro deste perfil 96,9% dos casos estavam na fase aguda da doença no momento da notificação e 85,5% tiveram confirmação pelo critério laboratorial. Na análise espacial identificou-se que a maioria dos municípios do estado possui pequeno porte populacional, baixa densidade, déficit dos serviços de saneamento básico e população de baixa renda. Os clusters e áreas de riscos foram identificados em municípios com alta densidade demográfica, médio e alto risco para epidemia de arbovirose, melhores índices de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e as maiores concentrações de desigualdades – GINI, localizados nas mesmas regiões Norte, Leste, Sul e Oeste do estado. Na análise temporal as variáveis que apresentaram significância estatística no modelo binomial negativo ajustado com o número de casos foram velocidade e direção do vento, segunda, terça, quarta,

quinta, sexta e Levantamento de Índice Rápido do *Aedes aegypti* (LIRAA). Na análise da estimativa de aumento de casos encontrou-se maior chance de ocorrência durante a semana, sendo 4,27 vezes maior nas terças feiras. Houve predomínio de casos na estação de estiagem (56,66%). A análise espacial pode auxiliar a vigilância epidemiológica na identificação de áreas de transmissão de doenças e de populações sob risco de adoecimento.

Palavras-chave: Febre de chikungunya. *Aedes aegypti*. Epidemiologia. Fatores de risco. Análise espacial. Distribuição temporal.

## ABSTRACT

Chikungunya fever (CHIK) is a febrile syndrome, sudden and debilitating onset with a high morbidity rate associated with persistent arthralgia, resulting in reduced productivity and quality of life. The etiologic agent is arbovirus transmitted by arthropods, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. CHIK is a febrile syndrome, sudden and debilitating onset with a high morbidity rate associated with persistent arthralgia, resulting in reduced productivity and quality of life. The etiologic agent is arbovirus transmitted by arthropods, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. The present study aimed to analyze the spatial and temporal distribution of probable CHIK fever cases in the state of Maranhão, between 2015 and 2016. This study comprised two distinct phases: the first an exploratory and descriptive study on the epidemiological aspects of the probable cases of CHIK fever, from secondary data from the SINAN Information System from January 2015 to December 2016 and the second an ecological, population-based and climate-based study, based on data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Atlas Brasil and Nacional Institute of Metrology (INMET). Initially, the descriptive analysis of the variables related to the cases of the disease was performed. In the spatial analysis we performed an exploratory analysis to characterize the state of Maranhão according to the socioeconomic and demographic variables. Next, the spatial statistics, Moran Index and Local Indicators of Spacial Association (LISA) techniques were used for the identification of spatial clusters and the Scan statistic for the identification of areas of risk or criticism for the occurrence of CHIK fever. In the temporal approach, the negative binomial model was used to verify the effect of climatic variables and the *Aedes aegypti* Fast Index Survey on the occurrence of cases. The results showed that the female subjects, aged 20 to 34 years and living in the urban area were the most affected. In 70.7% of cases, the time between the onset of the first symptoms and the notification was less than nine days. Within this profile, 96.9% of the cases were in the acute phase of the disease at the time of the notification and 85.5% were confirmed by laboratory criteria. In the spatial analysis, it was found that most of the municipalities of the state have small population size, low density, lack of basic sanitation services and low income population. Clusters and risk areas were identified in municipalities with high demographic density, medium and high risk for epidemics of arboviruses, better indexes of Municipal Human Development Index (MHDI) and the highest concentrations of inequalities (GINI) located in the same regions North, Leste, South and West of the state. In the temporal analysis, the variables that presented statistical significance in the negative binomial model adjusted with the number of cases were wind

speed and direction, Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday and *Aedes aegypti* Fast Index Survey (LIRAA). In the analysis of the estimated increase in cases, there was a greater chance of occurrence during the week, being 4.27 times higher on Tuesdays. There was a predominance of cases in the dry season (56.66%). Spatial analysis may assist epidemiological surveillance in identifying areas of disease transmission and populations at risk of becoming ill.

Keywords: Chikungunya fever. *Aedes aegypti*. Epidemiology. Risk factors. Spatial analysis. Temporal distribution.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estado do Maranhão .....	39
Figura 2 - Mapa do município de São Luís .....	40
Figura 3 - Mapa dos municípios segundo porte populacional, Maranhão, 2010 .....	56
Figura 4 - Mapa dos municípios segundo a densidade populacional, Maranhão, 2010 .....	57
Figura 5 - Mapa dos municípios segundo rendimento mensal domiciliar <i>per capita</i> da população residente, Maranhão, 2010 .....	58
Figura 6 - Mapa dos municípios segundo distribuição de água, Maranhão, 2010 .....	59
Figura 7 - Mapa dos municípios segundo esgotamento sanitário, Maranhão, 2010 .....	60
Figura 8 - Mapa dos municípios segundo tipo de coleta de lixo, Maranhão, 2010.....	61
Figura 9 - Mapa dos municípios segundo IDHM, Maranhão, 2010.....	62
Figura 10 - Mapa dos municípios segundo GINI, Maranhão, 2010.....	63
Figura 11 - Mapa dos municípios segundo o risco de epidemia por arboviroses, Maranhão, 2015-2016.....	64
Figura 12 - Mapa da distribuição espacial da taxa de incidência de febre de chikungunya por 100.000 habitantes, Maranhão, 2015-2016.....	65
Figura 13 - <i>Box Map</i> dos clusters do Índice de Moran Local dos indicadores socioeconômicos, Maranhão, 2010.....	67
Figura 14 - Mapas dos clusters do Índice de Moran Local – <i>Box Map</i> , da taxa de incidência de febre de chikungunya com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, Maranhão, 2015-2016.....	69
Figura 15 - Mapas dos clusters do Índice de Moran Local – <i>Box Map</i> , da taxa de incidência de febre de chikungunya com Índice de Gini, Maranhão, 2015-2016 .....	70
Figura 16 - Mapas dos clusters do Índice de Moran Local – <i>Box Map</i> , da taxa de incidência de febre de chikungunya com coleta de lixo por caçamba, Maranhão, 2015-2016.....	71
Figura 17 - Áreas de risco de ocorrência de febre de chikungunya no estado do Maranhão pela estatística <i>scan</i> . Agrupamentos a 10% da população sob risco, para casos notificados, 2015-2016.....	73
Figura 18 - Áreas de risco de ocorrência de febre de chikungunya no estado do Maranhão pela estatística <i>scan</i> . Agrupamentos a 50% da população sob	

risco, para casos notificados, 2015-2016.....	75
Figura 19 - Risco Relativo (RR) da febre de chikungunya no estado do Maranhão, para casos notificados, 2015-2016.....	76

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de casos prováveis de febre de chikungunya, Maranhão, 2015-2016 .....	77
Gráfico 2 - Número de casos prováveis de febre de chikungunya, por semana epidemiológica e por dia, São Luís, Maranhão, 2016 .....	78
Gráfico 3 - Casos prováveis de febre chikungunya e temperaturas, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016 .....	79
Gráfico 4 - Casos prováveis de febre chikungunya e umidade relativa do ar, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016 .....	80
Gráfico 5 - Casos prováveis de febre chikungunya e precipitação, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016 .....	80
Gráfico 6 - Casos prováveis de febre chikungunya e velocidade do vento, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016 .....	81
Gráfico 7 - Casos prováveis de febre chikungunya e LIRAA, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016 .....	82
Gráfico 8 - Casos de febre de chikungunya, segundo estação, São Luis, Maranhão, 2016 .....	84
Gráfico 9 - Casos de febre de chikungunya, segundo dias da semana, São Luis, Maranhão, 2016 .....	85

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis para cálculo da taxa de incidência, suas categorias de respostas e fontes dos dados.....	43
Quadro 2 - Variáveis com as características dos indivíduos e da doença, suas categorias de respostas e fontes dos dados .....	44
Quadro 3 - Descrição das variáveis municipais, socioeconômicas e fontes dos dados .....	46
Quadro 4 - Variáveis climáticas, descrição e fontes dos dados.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Número de casos prováveis de febre de chikungunya, por sexo, faixa etária e procedência, Maranhão, 2015-2016.....	55
Tabela 2	- Tempo entre o início dos primeiros sintomas e a notificação de casos de febre de chikungunya, Maranhão, 2015-2016.....	55
Tabela 3	- Índice Global de Moran das variáveis de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, índice de Gini, saneamento básico, renda, densidade populacional e população, Maranhão, 2015-2016.....	66
Tabela 4	- Índice bivariado Local de Moran das variáveis taxa de incidência de febre de chikungunya, IDHM, Gini e saneamento básico, Maranhão, 2015-2016.....	68
Tabela 5	- Agrupamentos puramente espaciais (10% da população) de casos de febre de chikungunya, Maranhão, 2015-2016.....	72
Tabela 6	- Agrupamentos puramente espaciais (50% da população) de casos de febre de chikungunya, Maranhão, 2015-2016.....	74
Tabela 7	- Estatística descritiva das variáveis de febre de chikungunya e variáveis meteorológicas, São Luís, 2016.....	83
Tabela 8	- Frequência do número de casos de febre de Chikungunya, segundo dias da semana e estação, São Luís, Maranhão, 2016.....	83
Tabela 9	- Modelo Binomial Negativo Ajustado para os casos de febre de chikungunya, segundo velocidade e direção do vento, dias da semana precipitação e LIRAA, São Luis, Maranhão, 2016.....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Alto-Alto
AB	Alto-Baixo
BA	Baixo-Alto
BB	Baixo-Baixo
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CDC	<i>Center for Disease Control</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CHIK	Chikungunya
CHIKV	Vírus de Chikungunya
CNS	Conselho Nacional de Saúde
DALYS	<i>Disability-Adjusted Life Year</i>
DEN	Dengue
ELISA	Ensaio de Imunoabsorção Enzimática
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública
GPS	Sistema de Posicionamento Global
hab	Habitante
I Moran	Índice global de Moran
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IgG	Imunoglobulina G
IgM	Imunoglobulina M
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
Km	Kilômetro
LIA	Levantamento de índice amostral
LIRAA	Levantamento de Índice Rápido do <i>Aedes aegypti</i>
LISA	<i>Local Indicators of Spatial Association</i>
MS	Ministério da Saúde
PMCD	Programa Municipal de Controle da Dengue
RNA	Ácido Ribonucléico
RR	Risco Relativo
SEMUS/SL	Secretaria Municipal de Saúde de São Luís
SES	Secretaria de Estado de Saúde

SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SMS	Secretaria Municipal de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
UF	Unidade Federativa
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
UTM	Universal Transversa de Mercator
VR	Vigilância Epidemiológica
ZIKV	Zika vírus

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	20
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	22
2.1	<b>Situação epidemiológica da febre de chikungunya</b> .....	22
2.2	<b>Ecologia do vetor e transmissão da febre de chikungunya</b> .....	23
2.3	<b>Manifestações clínicas, diagnóstico e tratamento da febre de chikungunya</b> .....	27
2.4	<b>Clima e saúde</b> .....	30
2.5	<b>Análise espacial e temporal em saúde</b> .....	31
3	<b>PERGUNTAS DE PESQUISA</b> .....	36
4	<b>OBJETIVOS</b> .....	36
4.1	<b>Geral</b> .....	36
4.2	<b>Específicos</b> .....	36
5	<b>MÉTODOS</b> .....	37
5.1	<b>Delineamento do estudo</b> .....	37
5.2	<b>Área do estudo</b> .....	38
5.3	<b>População do estudo</b> .....	40
5.3.1	<b>Classificação de casos de febre de chikungunya</b> .....	40
5.4	<b>Fontes de dados</b> .....	42
5.5	<b>Descrição das variáveis do estudo</b> .....	43
5.6	<b>Análise exploratória dos dados</b> .....	48
5.6.1	<b>Estudo exploratório e descritivo sobre os aspectos epidemiológicos, de acordo com os dados secundários</b> .....	48
5.6.2	<b>Análise Espacial</b> .....	48
5.6.1.1	<i>Índice global de Moran</i> .....	49
5.6.1.2	<i>Diagrama de espalhamento de Moran</i> .....	50
5.6.1.3	<i>Local Indicators of Spatial Association</i> .....	51
5.6.1.4	<i>Estatística Scan</i> .....	50
5.6.3	<b>Análise temporal</b> .....	52
5.7	<b>Aspectos éticos</b> .....	53
6	<b>RESULTADOS</b> .....	54
6.1	<b>Características clínicas e epidemiológicas dos casos de febre de chikungunya no estado do Maranhão</b> .....	54

<b>6.2</b>	<b>Análise espacial</b> .....	56
<b>6.3</b>	<b>Autocorrelação espacial</b> .....	65
<b>6.4</b>	<b>Análise temporal</b> .....	77
6.4.1	Variáveis metereológicas, LIRAA e o número de casos prováveis de febre de chikungunya, em São Luís no ano de 2016 .....	79
6.4.2	Análise exploratória das associações entre as variáveis metereológicas, LIRAA e o número de casos prováveis de febre de chikungunya, em São Luís no ano de 2016.....	82
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	87
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	97
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	99
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	101
	<b>APÊNDICE A - ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS ESPACIAIS DE CASOS DE FEBRE DE CHIKUNGUNYA NOS MUNICÍPIOS DO MARANHÃO, COM 10% DA POPULAÇÃO SOB RISCO (2015-2016)</b> .....	115
	<b>APÊNDICE B - ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS ESPACIAIS DE CASOS DE FEBRE DE CHIKUNGUNYA NOS MUNICÍPIOS DO MARANHÃO, COM 50% DA POPULAÇÃO SOB RISCO (2015-2016)</b> .....	121
	<b>ANEXO A - FICHA DE INVESTIGAÇÃO DENGUE E FEBRE DE CHIKUNGUNYA</b> .....	126
	<b>ANEXO B - CALENDÁRIO DE NOTIFICAÇÃO (SEMANA EPIDEMIOLÓGICA) PARA O ANO DE 2015</b> .....	128
	<b>ANEXO C - CALENDÁRIO DE NOTIFICAÇÃO (SEMANA EPIDEMIOLÓGICA) PARA O ANO DE 2016</b> .....	129
	<b>ANEXO D - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b> .....	130

## 1 INTRODUÇÃO

A urbanização do país, sem a devida estrutura de saneamento, migrações, viagens aéreas, mau funcionamento dos sistemas de saúde e densidade populacional trouxeram consigo enormes condições para a rápida expansão do *Aedes aegypti* (MENDONÇA; SOUZA; DUTRA, 2009; TAUIL, 2006), vetor das arboviroses – chikungunya (CHIK), dengue (DEN), zika vírus (ZIKV) e febre amarela urbana.

Nos últimos anos o Brasil vivencia um dramático desafio de saúde pública: com o enfrentamento da febre de CHIK, arbovirose emergente no mundo. O agente etiológico da febre de CHIK é um arbovírus transmitido por artrópodes, *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (GONZÁLEZ; MATTAR, 2014). Produz uma síndrome febril de início súbito e debilitante que, embora tenha uma taxa de letalidade muito baixa, tem uma elevada taxa de morbidade associada à artralgia persistente, tendo como consequência a redução da produtividade e da qualidade de vida (HUERTA; TOLOZA; MORALES, 2014).

Esse vetor pode ser encontrado em todas as unidades federativas brasileiras (SANTOS; CARVALHO, 2000) e sua proliferação está bem adaptada à estrutura social e urbana vigente na sociedade moderna. Isso se dá devido ao modelo de desenvolvimento e de urbanização contemporâneo, que fornece grande variedade de locais e estruturas sociais perfeitas para a sua proliferação. Logo, a disseminação desse vetor e do vírus da febre de chikungunya (CHIKV) está diretamente relacionada à falta de planejamento urbano, políticas eficientes e controle do vetor (AUGUSTO et al., 2016).

O avanço da febre de CHIK no país tem apresentado uma maior concentração na região Nordeste. Diante disso, emerge o questionamento de como planejar ações intervencionistas, que busquem minimizar os impactos dessa doença na saúde pública, bem como de qual maneira controlar sua incidência na população brasileira, considerando que se trata de uma doença que não tem tratamento específico, ou seja, antiviral e nem vacinação.

Nesta perspectiva e diante deste novo cenário epidemiológico no país, realizar análise espacial e temporal dos casos de febre de CHIK é de grande relevância visto que é um vírus transmitido pelo *Aedes aegypti*, vetor com alta infestação predial nas últimas décadas no país, sendo responsável também por epidemias de dengue e Zika. Permitiria também, melhorar estratégias de contenção da disseminação da doença, colaboraria para uma melhor compreensão da doença e sua incidência, assim como potencializaria ações que possam ser empregadas no controle.

O presente trabalho analisou a distribuição espacial e temporal dos casos prováveis de febre de CHIK no estado do Maranhão, no período de 2015 a 2016.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Situação epidemiológica da febre de chikungunya

O CHIKV é um vírus de genoma ácido ribonucléico (RNA). Pertence à família Togaviridae, gênero Alfavírus originário da África (MURUGAN; SATHISHKUMAR, 2016). O nome chikungunya deriva de uma palavra do dialeto de tribos africanas – Kimakonde e significa “aquele que se curva”, caracterizando a postura de seus pacientes causada pelas fortes dores articulares que apresentam (ÁVILA, 2014).

Após ser isolado pela primeira vez, na Tanzânia (África), em 1950, durante uma epidemia de dengue a primeira evidência da circulação do vírus fora do continente africano deu-se em 1954 com sua introdução no sudeste asiático, num surto nas Filipinas (GOMÉZ; ISAZA, 2016).

Após as primeiras descrições, foram relatados dois padrões distintos de transmissão (DONALISIO; FREITAS, 2015) – um silvestre e periurbano (*Aedes ssp*) e outro urbano na Ásia (*A. aegypti*). Além disso, foram relatados três genótipos diferentes (África Ocidental, Leste/Central/Sul da África e Asiático) de CHIKV circulando, com genotípica e características antigênicas distintas (MADARIAGA; TICONA; RESURRECCION, 2016).

O CHIKV continuou dispersando-se para outras regiões, sendo evidenciados alguns surtos na Tailândia, Paquistão e na Índia, onde o principal vetor foi o *Aedes aegypti* (TAUIL, 2014). Posteriormente, em 2004 no Quênia, houve um surto de febre de CHIK, se disseminando pelo sudeste asiático, por diversas ilhas do Oceano Índico, atingindo a Índia em 2006, onde infectou mais de 200.000 pessoas (BARROSO; MAGALHÃES, 2015).

Nesse mesmo ano, também houve epidemia na Itália, com o registro de mais de 200 casos autóctones (HONÓRIO et al., 2015) e nas Ilhas da Reunião, na França, sendo estimado que nesse país a epidemia atingiu cerca de 266.000 pessoas, com muitos casos graves documentados e confirmados laboratorialmente, com letalidade estimada em 1/1.000 casos. Nesses países o principal vetor foi o *Aedes albopictus* (DONALISIO; FREITAS, 2015).

A dispersão do mosquito pelo sul da Europa e continente americano, associada à presença de indivíduos infectados procedentes de áreas endêmicas, favorece o estabelecimento de novas áreas de transmissão da doença.

Em outubro de 2013, o genótipo asiático foi relatado pela primeira vez nas Américas, na ilha de São Martinho, no Caribe, sendo registrados mais de 500 mil casos na Guiana Francesa, Suriname, Venezuela, Flórida, Haiti e República Dominicana (TAUIL, 2014).

No Brasil, casos importados de febre de CHIK são registrados pelo Ministério da Saúde (MS) desde 2010. Em 2014 foram identificados casos da febre de CHIK em viajantes oriundos do Haiti, República Dominicana e Guiana Francesa e em setembro do mesmo ano, houve o primeiro registro de transmissão autóctone no país, sendo dois casos na cidade de Oiapoque, Estado do Amapá e centenas de casos suspeitos na cidade de Feira de Santana no Estado da Bahia (HONÓRIO et al., 2015). A situação evoluiu rapidamente e ao longo do ano de 2014 foram confirmados 3.657 casos da doença em seis Unidades Federativas, entre elas, Amapá, Bahia, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Roraima e Goiás, mostrando sua alta capacidade de dispersão. No Maranhão houve registro de um caso importado. Foram também confirmados por laboratório, casos em outros onze Estados (BRASIL, 2016a).

Em 2015 foram notificados 38.499 casos autóctones suspeitos de febre de CHIK dos quais 7.823 foram confirmados, distribuídos em 696 municípios e três óbitos confirmados nos estados da Bahia (2) e Sergipe (1) (BRASIL, 2017b).

No ano de 2016 foram notificados 277.882 casos prováveis de febre de CHIK no país (taxa de incidência de 133,0 casos/100 mil hab.), distribuídos em 2.829 municípios; destes, 151.318 (55,7 %) casos foram confirmados. Ocorreram 196 óbitos, nas seguintes Unidades Federativas (UFs) conforme descrição: Pernambuco (55), Ceará (39), Rio Grande do Norte (39), Paraíba (36), Maranhão (11), Alagoas (10), Bahia (3), Sergipe (2), Piauí (1) (BRASIL, 2017b).

O avanço da febre de CHIK no país tem uma maior concentração na região Nordeste, tendo notificado 239.198 casos prováveis da doença no ano de 2016, com uma taxa de incidência de 420,3 casos/100 mil hab (BOLETIM EPIDEMIOLOGICO VOL 48, N45, 2017).

No Maranhão, os primeiros casos autóctones confirmados ocorreram em 2015, sendo que nesse ano foram notificados 119 casos e nenhum óbito. Em 2016, foram notificados 13.830 casos e onze óbitos (BRASIL, 2017b).

## **2.2 Ecologia do vetor e transmissão da febre de chikungunya**

A transmissão do CHIKV ao homem é consequência principalmente da picada da fêmea infectada do gênero *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, no ciclo hospedeiro infectado - mosquito *Aedes* - hospedeiro susceptível, sendo esta a forma mais frequente de transmissão (FARIA et al., 2016) mas existe também a possibilidade de transmissão vertical da mãe para o

feto quase que exclusivamente no intraparto de gestantes virêmicas e muitas vezes, provoca infecção neonatal grave (MADARIAGA; TICONA; RESURRECION, 2016).

A taxa de transmissão, neste período, “pode chegar até 50%, desses, cerca de 90% podem evoluir para formas graves (complicações neurológicas - meningoencefalites, edema cerebral, hemorragia intracraniana, convulsões e encefalopatias, hemorrágicas e acometimento miocárdico)”, porém não está relacionada a efeitos teratogênicos, mas há raros relatos de abortamento espontâneo (BRASIL, 2015). O recém-nascido é assintomático nos primeiros dias, com surgimento de sintomas a partir do quarto dia (3 a 7 dias), que incluem a presença de febre, síndrome algica, recusa da mamada, exantemas, descamação, hiperpigmentação cutânea e edema de extremidades. Pode ocorrer também transmissão por via transfusional, todavia é rara se os protocolos forem observados (BRASIL, 2017a).

O *Aedes aegypti* mede menos de um centímetro, de coloração escura, com listras brancas no corpo e nas pernas e pode ser observado a olho nu (GONÇALVES, 2014). É originário do continente africano e se espalhou pela Ásia e Américas ao longo dos séculos XV até o XIX, principalmente pelos meios de transportes cada vez mais rápidos, por vias aérea, marítima ou terrestre. Foi introduzido no Brasil durante o período colonial, provavelmente através dos navios negreiros (SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2008).

Nas décadas de 1950 e 1960 foi intensamente combatido por ser o vetor da febre amarela, depois de várias campanhas realizadas foi efetivamente eliminado no Brasil (LOPES et al., 2014). Em meados dos anos 70, ocorre a re-emergência no país, inclusive no Maranhão (REBÊLO et al., 1999) em função de falhas nas ações de controle, mudanças ambientais e sociais ocorridas neste período (REIS; ANDRADE; CUNHA, 2013) havendo uma ampla dispersão pelo país no período de 1994 a 1999 (SIQUEIRA et al., 2005). Nos países vizinhos ao Brasil também há persistência do mosquito (MENDONÇA; SOUZA; DUTRA, 2009).

Existe um consenso de que a partir da população silvestre, devido às pressões humanas decorrentes da destruição dos habitat 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).

Seu ciclo de vida compreende duas fases distintas: aquática – ovo, larva e pupa e terrestre: mosquito na fase adulta, estando ambas as fases sujeitas às alterações ambientais e meteorológicas (VIANA; IGNOTTI, 2013). Os ovos levam de dois a três dias para eclodirem e se desenvolverem. São extremamente resistentes à dessecação. O período larvário, fase de

alimentação e crescimento, não ultrapassa cinco dias. A pupa é a fase sem alimentos e onde ocorre a transformação para o estágio adulto. A fêmea pode viver cerca de 30 a 45 dias, sendo capaz de contaminar até 300 pessoas (SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2008).

O *Aedes aegypti* é mais ativo durante o dia, alimenta-se de seivas das plantas, porém as fêmeas desta espécie são hematófagas, costumam picar nas primeiras horas da manhã e nas últimas da tarde e não fazem praticamente nenhum som audível antes de picar. Ao picar uma pessoa infectada mantém o vírus na saliva. O período de incubação no mosquito é cerca de dez dias. Após a ingestão de sangue infectado, o mosquito torna-se apto a transmitir o vírus e assim permanece durante toda a sua vida (BARBOSA et al., 2012). No homem o período de incubação é de três a seis dias (HAYES et al., 2009; DUFFY et al., 2009).

Suas larvas necessitam de água parada, limpa ou suja, preferencialmente em locais sombreados, para se desenvolverem, sendo seus ovos extremamente resistentes, podendo sobreviver vários meses de seca, até que a chegada de água propicia a eclosão, o que demonstra a sua grande capacidade adaptativa a condições adversas (BRAGA; VALLE, 2007; JOHANSEN; CARMO; ALVES, 2016).

O *Aedes aegypti* desenvolve-se principalmente em áreas tropicais e subtropicais devido às condições climáticas e ambientais que favorecem sua proliferação (MONDINI; CHIARAVALLI NETO, 2007). Outros fatores determinantes para a proliferação do mosquito são as condições socioeconômicas, culturais da comunidade, alterações climáticas, (VIANA; IGNOTTI, 2013) e o padrão de urbanização do país, acelerado, incompleto, que se baseia na distribuição desigual do acesso aos recursos e serviços urbanos entre os grupos sociais, tais como o insuficiente ou inadequado saneamento básico, particularmente o abastecimento de água e a coleta de lixo, ausência de tratamento de esgoto, dentre outros problemas urbanos (JOHANSEN; CARMO; ALVES, 2016).

A dinâmica sazonal do *Aedes aegypti* está comumente associada às “mudanças e flutuações climáticas, tais como aumento da temperatura, variações na pluviosidade e umidade relativa do ar”, pois essas condições favorecem o aumento dos criadouros disponíveis assim como o desenvolvimento do vetor (VIANA; IGNOTTI, 2013).

O Maranhão está dentro da área compreendida como zona tropical, recebendo altos índices de radiação solar, que irá refletir nas altas temperaturas médias (FEITOSA; TROVÃO, 2006). As temperaturas, mesmo elevadas ao longo do ano, apresentam pequena variação sazonal e a pluviosidade, maior que os índices térmicos. Possui duas estações bem definidas, havendo regularidade térmica durante todo ano que são definidas pelo regime

pluviométrico. Há um período chuvoso, compreendido entre o verão e outono, e outro seco, entre o inverno e a primavera (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Desse modo vários fatores concorreram para o agravamento da situação e dispersão do vetor *Aedes aegypti* no estado do Maranhão, como já referidos em estudos realizados no estado sobre Dengue, doença transmitida pelo mesmo vetor da febre de CHIK, como o de Gonçalves Neto e Rebêlo (2004), Araújo e Nunes (2005), Masullo (2013), Fernandes et al. (2015), Moreira (2016), revelam que o município possui condições favoráveis para a proliferação da doença, dentre elas, as condições deficientes de saneamento básico, as altas temperaturas, precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar.

Estudos realizados por Ribeiro et al. (2006), Souza, Silva e Silva (2010) e Viana e Ignotti (2013) para verificar a associação da pluviosidade com a densidade larvária de *Aedes aegypti* mostraram que mesmo havendo diferença na dinâmica das chuvas nas várias regiões do país, os meses com maior precipitação pluviométrica foram os que mais ocorrem as infestações do vetor, assim também foram demonstradas a associação com as altas temperaturas, altitudes e ventos.

No entanto este não é um consenso, visto que alguns estudos como o de Reis et al. (2010) encontraram maior número de ovos e adultos fêmeas durante o verão. Este fato também foi referido por Freitas et al. (2008), em estudo sobre a ocorrência de Dengue no Rio de Janeiro no período de 1986 a 2003 destacando que as epidemias ocorreram nos anos em que o volume pluviométrico ficou abaixo de 200 mm/mês.

Desse modo, a prevalência do vetor durante todo o ano, se manifestando de forma cíclica e sazonal (VALLE; AGUIAR; PIMENTA, 2015) pode estar relacionado ao fato da facilidade de sua adaptação ao ambiente humano, através dos reservatórios naturais e/ou artificiais permanentes, como caixas d'água e caixas de passagem do sistema hidrossanitário (SOUZA; SILVA; SILVA, 2010).

Ao investigarem a associação entre a infestação larvária do *Aedes aegypti* e a temperatura, Barbosa e Lourenço (2010) relatam que ficou bem caracterizada a sazonalidade marcante nos períodos mais quentes e úmidos do ano, corroborando com os estudos realizados por Câmara et al. (2009), Weber e Wollmann (2012) e Ajuz e Vestena (2013). No entanto Costa et al. (2008) ao analisarem períodos mais frios e secos do ano também encontraram população adulta do vetor, evidenciando que este mantém seu ciclo de vida também no período seco (VIANA; IGNOTTI, 2013).

Segundo Consoli (1994 apud WEBER; WOLLMANN, 2012) a temperatura favorável ao desenvolvimento de *Aedes aegypti* encontra-se entre 24 e 28°C (temperatura ambiente do

ar) e para a longevidade e fecundidades dos adultos entre 22°C e 30°C (AJUZ; VESTENA, 2014).

Outro fator abiótico considerado significativo às infestações por *Aedes aegypti* é a umidade relativa do ar. Estudo realizado no Rio de Janeiro entre junho de 1992 e julho de 1994 verificou que nos meses com valores mais elevados de temperatura e umidade relativa do ar houve um aumento no número de criadouros positivos (SANTOS, 1999) corroborando com os achados encontrados por Ribeiro et al. (2006).

Discussões recentes sobre o controle do *Aedes aegypti* apontam para a necessidade de maior investimento na prevenção e controle do mosquito. Entretanto, de nada estas ações adiantam, se não forem adotadas uma perspectiva global, do ponto de vista da intersectorialidade em saúde, incorporando um maior número possível de conhecimentos sobre outras áreas de políticas públicas, pois abordar a saúde coletiva sob o enfoque epidêmico requer a compreensão do processo evolutivo no âmbito social, cultural, político e econômico (MENDONÇA; SOUZA; DUTRA, 2009).

A percepção de que existe relação entre saúde e ambiente, bem como as contribuições acerca da dimensão espacial do processo saúde-doença das populações, ganha relevância na medida em que se remodelem e direcionem medidas de intervenção realmente eficazes para a saúde.

### **2.3 Manifestações clínicas, diagnóstico e tratamento da febre de chikungunya**

O período de incubação intrínseco, que ocorre no ser humano, é em média de três a sete dias (podendo variar de um a doze dias) e o extrínseco, que ocorre no vetor, dura em média dez dias. O período de viremia no ser humano pode perdurar por até dez dias e, geralmente, inicia-se dois dias antes da apresentação dos sintomas, podendo perdurar por mais oito dias (BRASIL, 2017a).

Cerca de 25% das pessoas infectadas pelo CHIKV são assintomáticas (BRASIL, 2017a). Há casos graves e, desde 2005, casos fatais (TAUIL, 2014). No Brasil a letalidade está maior que a observada nas Américas (BRASIL, 2017a). Os casos mais graves e os óbitos ocorrem com maior frequência em pacientes com comorbidades e em extremos de idade (MOYA; PIMENTEL; PUELLO, 2014).

A doença pode evoluir em três fases: aguda, subaguda e crônica. Na fase aguda, com duração de até dez dias, geralmente os pacientes apresentam síndrome febril (39°C) de início repentino, intensa poliartralgia, cefaléia, rash cutâneo (presente em mais de 50% dos casos),

fadiga, mialgia (leve a moderada intensidade), edema nas articulações, dor ligamentar (GOMÉZ; ISAZA, 2016; BRASIL, 2017a). Outros sinais e sintomas descritos na fase aguda de doença são dor retro-ocular, calafrios, conjuntivite, faringite, náusea, vômitos, diarreia, dor abdominal, manifestações do trato gastrointestinal, mais presentes nas crianças, podendo haver também, linfadenomegalias cervicais associadas (BRASIL, 2015).

A poliartralgia tem sido descrita em mais de 90% dos pacientes na fase aguda da doença, sendo normalmente poliarticular, bilateral e simétrica, no entanto, pode ser assimétrica. Acomete grandes e pequenas articulações, abrangendo com maior frequência as regiões mais distais (BRASIL, 2017a).

Cerca de metade dos pacientes apresentam exantema macular ou maculopapular. Surge normalmente do segundo ao quinto dia após o início da febre, podem ser bastante dolorosas atingindo principalmente o tronco e as extremidades (incluindo palmas e plantas) podendo atingir também a face. O prurido está presente em 25% dos pacientes e pode ser generalizado ou apenas localizado na região palmo-plantar (BRASIL, 2017a).

Donalisio e Freitas (2015) relatam também a possibilidade de pacientes com febre de CHIK apresentarem manifestações atípicas que podem ser ocasionadas por efeitos diretos do vírus, por resposta imunológica ou pela toxicidade a medicamentos. Essas manifestações podem acometer os sistemas neurológico (encefalites, meningoencefalite, mielite, síndrome Guillain Barré) e cardiovascular (miocardite, pericardite, insuficiência cardíaca, arritmia), pele (hiperpigmentação por fotossensibilidade, dermatoses vesiculobolhosas), olhos (neurite óptica, retinite, entre outros) (BRASIL, 2015).

O quadro clínico na fase subaguda dura de dez dias a três meses. A febre normalmente desaparece, porém há relatos de recorrência da febre (BRASIL 2017a), podendo haver persistência ou agravamento da artralgia, astenia, prurido generalizado, exantema maculopapular, além do surgimento de lesões purpúricas, vesiculares e bolhosas (MOYA; PIMENTEL; PUELLO, 2014).

Quando os sintomas persistem por mais de três meses, evolui-se para uma fase crônica da doença, que pode durar até três anos. Nesta, as manifestações clínicas mais frequentes são as dores articulares e musculoesqueléticas, limitações de movimentos, deformidades (NOVALES et al., 2015). Outras manifestações nessa fase são: fadiga, cefaleia, prurido, alopecia, exantema, bursite, tenossinovite, disestesias, parestesias, dor neuropática, distúrbios do sono, alterações da memória, déficit de atenção, alterações do humor, turvação visual e depressão, entre outras (BRASIL, 2017a).

Estas manifestações têm comportamentos flutuantes, podendo variar de acordo com o sexo e a idade. Exantema, vômitos, sangramento e úlceras orais parecem estar mais associados ao sexo feminino enquanto que as dores articulares, edema e maior duração da febre são mais prevalentes quanto maior a idade do paciente (BRASIL, 2017a). Outro fator de risco para a cronicidade são idade acima de 45 anos, desordem articular preexistente e maior intensidade das lesões articulares na fase aguda (MOYA; PIMENTEL; PUELLO, 2014).

A artralgia pode afetar até 80% dos pacientes e persiste durante meses e até mesmo anos visto que, as manifestações reumáticas e musculoesqueléticas pós-chikungunya incluem persistência da dor e artrite reumatoide. Essa cronicidade da doença interfere na qualidade de vida do indivíduo, além dos impactos econômicos significativos em decorrência da redução na produtividade (HONÓRIO et al., 2015).

Laboratorialmente, na maioria das vezes, o diagnóstico é realizado por métodos sorológicos (Ensaio de Imunoabsorção Enzimática – ELISA) e pela detecção de imunoglobulina M (IgM) e e imunoglobulina G (IgG), teste molecular (RT-PCR) e virologia (isolamento do vírus) (ÁVILA, 2014).

Para o Ministério da Saúde “casos prováveis” são os casos notificados, excluindo-se os descartados, por diagnóstico laboratorial negativo, que tiveram coleta oportuna ou aqueles que tenham sido diagnosticados para outras doenças (Boletim epidemiológico, vol. 48). O caso é suspeito de febre de CHIK quando apresenta febre de início súbito maior que 38,5° C e artralgia ou artrite intensa de início súbito, não explicada por outras condições, residir ou ter visitado áreas endêmicas até duas semanas antes do início dos sintomas ou que tenha vínculo epidemiológico com caso confirmado. Enquanto que o caso é considerado confirmado quando há um caso suspeito com teste positivo para um dos seguintes exames laboratoriais específico para diagnóstico de febre de CHIK (detecção de RNA viral por RT-PCR), detecção de IgM no soro, aumento de anticorpos específicos anti-CHIKV (BRASIL, 2015). Outra possibilidade para confirmação é a detecção de anticorpos neutralizantes por meio do PRNT em única amostra de soro (BRASIL, 2017a).

Nas áreas com transmissão sustentada, o MS recomenda considerar a confirmação clínico-epidemiológica, ou seja, nem todos os pacientes necessitarão de confirmação laboratorial, reservando a investigação laboratorial para os casos graves ou com as manifestações atípicas, bem como para aqueles pacientes considerados mais vulneráveis para evoluírem para formas clínicas de maior gravidade, tais como portadores de comorbidades e gestantes em final de gestação – pelo risco de transmissão para o bebê (BRASIL, 2017a).

Não há vacina e nem terapia antiviral específica para a CHIK, assim, o tratamento consiste em repouso, hidratação e sintomáticos (LUZ; SANTOS; VIEIRA, 2015) e a efetividade da vigilância depende do diagnóstico rápido onde existe o vetor e a população suscetível, assim como, o tratamento sintomático oportuno pode ajudar prevenção das complicações da doença (GOMÉZ; ISAZA, 2016).

Assim a intensidade da transmissão da febre de CHIK tem sido alimentada pela suscetibilidade de toda população ao vírus. Outro grave problema que também concorre para o avanço da doença no país é a circulação das pessoas em áreas endêmicas, pois a migração vírus-vetor entre as regiões através das pessoas doentes ou infectadas em período de incubação repõe o estoque de pessoas suscetíveis, criando oportunidade para perpetuar o ciclo de transmissão do vírus (VALLE; AGUIAR; PIMENTA, 2015).

## **2.4 Clima e saúde**

O processo de urbanização acelerado, ocorrido na segunda metade do século XX nas grandes cidades brasileiras, contribuiu ainda mais para o agravamento dos problemas de saúde pública, ambientais e sociais, derivados dos eventos provocados pela dinâmica climática.

O clima constitui-se numa das dimensões do ambiente urbano que mais exerce influência sobre a saúde dos seres humanos, podendo esta ser de forma direta ou indireta, benéfica ou maléfica. Depende de vários fatores, como a variabilidade climática e a vulnerabilidade aos efeitos do clima (MENDONÇA, 2000; OLIVEIRA et al., 2011).

Segundo Nunes e Mendes (2012, p. 260) a variabilidade climática “é uma propriedade do clima responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos a nível local, regional e global” enquanto que a vulnerabilidade aos efeitos do clima “é grau de suscetibilidade ou incapacidade de resposta de indivíduos ou sistemas aos efeitos adversos da mudança climática”.

Esta questão é um dilema que vem se arrastando há muitos anos, mas que nos últimos séculos (XIX e XX) demanda novamente a atenção dos pesquisadores, sobretudo quando se observa a reincidência de algumas epidemias (OLIVEIRA et al., 2011). Inclusive, há vários estudos que relacionam a atuação do clima sobre os agentes patogênicos, vetores e diretamente sobre o corpo humano (MENDONÇA, 2005) e a influência de suas mudanças sobre a saúde, através da proliferação de vetores de doenças, de agentes infecciosos ou por proporcionar condições favoráveis para o aumento de casos por questões inerentes a uma

determinada doença (MENDONÇA, 2000; CONFALONIERI; MARINHO, 2007; CONFALONIERI, 2008; OLIVEIRA et al., 2011).

No entanto, vale ressaltar, que o risco climático não está relacionado diretamente a uma doença, pois cada pessoa reage diferentemente, mas sobre o desenvolvimento da mesma, pois na parcela da população mais vulnerável, se fazem sentir mais acentuadamente, evidenciando assim, a influência de determinadas condições climáticas sobre certo número de indivíduos no interior de um mesmo grupo (MENDONÇA, 2005).

Ao tratar do assunto Mendonça (2005, p. 111) complementou que:

[...] o clima influencia muito mais diretamente a população que se encontra nas condições de miserabilidade e pobreza, pois que ela se encontra muito mais à mercê de sua influência que aquela pertencente à classe média e alta da sociedade. É sobre estes que os impactos se farão muito mais evidentes, e é dentre eles que as doenças farão mais vitimados.

Contudo, embora os condicionantes climáticos sejam bastante representativos nas condições de saúde-doença de uma determinada população e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento das questões ambientais e epidemiológicas, é importante que outros fatores sejam considerados, tais como, político, econômico e social, pois a saúde do indivíduo é “o resultado de complexas e dinâmicas inter-relações entre o homem e o meio, o estilo de vida, o meio ambiente (físico e social), a biologia humana e os serviços de atenção à saúde” (NUNES; MENDES, 2012, p. 260).

## **2.5 Análise espacial e temporal em saúde**

O processo de saúde-doença é produto direto das complexas e dinâmicas interações entre homem e ambiente. Nesse sentido, é de essencial importância considerar as influências das transformações de ordem econômica, de origem natural e das experiências biológicas dessas populações em contato com diversos agentes patogênicos, assim como a variedade dos fatores geográficos, responsáveis pela formação de ambientes vulneráveis e de risco para a dispersão de vetores (AQUINO JÚNIOR, 2014).

Assim, a análise da distribuição das doenças e seus determinantes nas populações, no espaço e no tempo é fundamental para sua compreensão, pois permitem avaliar as geolocalizações de bens e serviços, dentre eles a necessidade da descentralização de tratamentos específicos para alguns agravos em saúde, pois mostra as áreas de maior risco e/ou vulnerabilidade de grupos populacionais (NARDI et al., 2013).

A aplicação e utilização de técnicas avançadas do geoprocessamento se constituiu como a principal geotecnologia para as análises espaciais e temporais (LAMPARELLI et al.,

2001). Geoprocessamento é conjunto de tecnologias de “coleta de dados que produz informação demográfica e contribui para o reconhecimento das condições de risco no território” (NARDI et al., 2013, p. 186). Tem como base a medição de determinada variável com sua localização, reunindo ferramentas de digitalização da informação, cartografia automatizada, metodologias, conversão e gerenciamento de banco de dados, modelagem digital de terreno, localização, processamento de imagens, estatísticas espaciais e informação geográfica em uma base de dados georreferenciada, a partir de programas computacionais (APARÍCIO, 2001; CARVALHO JUNIOR et al., 2003; NARDI et al., 2013).

Neste sentido, a utilização do geoprocessamento é uma importante ferramenta na “identificação, localização, acompanhamento” (NARDI et al., 2013) e monitoramento de áreas geográficas sob maior pressão epidemiológica, colaborando com subsídios para a vigilância epidemiológica, proporcionando uma visão ampliada da situação das doenças no espaço, permitindo escolhas de estratégias e a realização de intervenções específicas, de acordo com a necessidade da população (HINO et al., 2011). A utilização adequada dessa ferramenta poderá servir de guia e suporte para as devidas avaliações e oferecer subsídios mais concretos é com maior rapidez sobre informações quantitativas, qualitativas e espaciais (CAIXETA; SOUSA, 2007).

Como ferramentas computacionais para o geoprocessamento destacam-se o sensoriamento remoto, digitalização dos dados, automação de tarefas cartográficas, Sistema de Posicionamento Global (GPS) e Sistema de Informação Geográfica (SIG) (HINO et al., 2006).

Uma vez processadas (georreferenciadas), as informações podem ser expressas em formato de mapas digitais (LAMPARELLI et al., 2001). Esses tipos de mapas permitem descrever a distribuição espacial de um evento (HINO et al., 2006) sendo utilizados por vários autores na área da saúde no “planejamento, gestão de recursos e serviços e para a elaboração de políticas públicas ou privadas” (NARDI et al., 2013, p. 187).

Diante de uma epidemia, é de grande importância sua utilização visto que possibilitam a delimitação de áreas de risco para mortalidade ou incidência de eventos mórbidos (PINA; SANTOS, 2000).

A utilização de mapas e a preocupação com a distribuição geográfica de diversas doenças é bem antiga. Um estudo clássico e pioneiro na análise espacial foi o trabalho de John 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; PINA; SANTOS, 2000; ALMEIDA FILHO; BARRETO, 2014).

No âmbito da saúde, 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).

As técnicas de análise espacial permitem a identificação de variáveis sociodemográficas, econômicas e ambientais como fatores de risco de um determinado evento que atuam sobre a população (RODRIGUES et al., 2014). Além disso, as técnicas podem contribuir na detecção de áreas vulneráveis, onde os problemas de saúde ocorrem com maior frequência, para o monitoramento e controle de eventos da saúde, bem como para a avaliação do impacto das intervenções (CAVICCHIOLI NETO et al., 2014).

Desse modo o estudo das variações espaciais de incidência de eventos tem sido considerada uma ferramenta promissora para “compreensão, previsão, busca etiológica, prevenção e monitoramento de doenças e avaliação de impactos de intervenções e identificação de áreas prioritárias para as intervenções em saúde” (CAVICCHIOLI NETO et al., 2004, p. 4) possibilitando melhor atuação dos profissionais, ações de educação permanente e continuada, realocação dos recursos humanos e físicos, além de alicerçar estudos sobre a transmissibilidade nas regiões e nas áreas de abrangência, permitindo acesso rápido às informações necessárias para realizar a vigilância dos casos (NARDI et al., 2013).

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 (PINTO; SANTOS; OLIVEIRA, 2014), assim como investigar e sugerir hipóteses de causalidade (CAVICCHIOLI NETO et al., 2014).

Estudos atuais foram realizados com enfoque em análise espacial. Furtado et al. (2015) analisaram a distribuição espacial dos casos de leishmaniose visceral no Maranhão e identificaram 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.

No Rio de Janeiro também foi realizado um estudo sobre a distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti*. Neste, a análise espacial possibilitou fácil e rápida visualização de

localidades expostas a diferentes graus de risco, sendo proposta a utilização de técnicas de análise de dados espaciais na vigilância e controle desse vetor (LAGROTTA, 2006).

Esse tipo de análise possibilita não só a vigilância do vetor, mas a vigilância dos indivíduos em risco, uma visão antecipada do risco coletivo, coerentemente com o entendimento de que as consequências dos processos endêmicos e das intervenções de saúde pública nos vários grupos sociais devem ser analisadas a partir de uma perspectiva ecológica (BRASIL, 2017a).

Além da categoria de análise espacial, a categoria de análise temporal é igualmente relevante na utilização do geoprocessamento nos estudos da saúde, já que auxilia no entendimento da evolução espacial e temporal dos processos atuantes no meio (AQUINO JÚNIOR, 2014).

No que tange a estudos temporais, Mondini et al. (2005) realizaram análise da transmissão de dengue, utilizando casos autóctones confirmados laboratorialmente e dados populacionais de São José do Rio Preto, São Paulo. Esses casos foram geocodificados a partir do eixo de logradouros e agrupados segundo os 432 setores censitários do município, resultando em mapas temáticos. Evidenciou que a característica endêmica da transmissão e a ocorrência diferenciada segundo áreas devem ser levadas em conta na estruturação de estratégias para o controle de dengue.

A análise espacial e temporal também é de grande importância em indicadores entomológicos com vistas ao monitoramento e controle dos vetores e ao longo dos anos este tipo de análise tem se difundido em diversos países para o controle do *Aedes* (LAGROTTA, 2006). Nesse sentido, a atuação de forma integrada entre os Agentes de Controle de Vetores e os Agentes Comunitários de Saúde de um mesmo município pode ser um fator que contribui para o controle da doença (CHIARAVALLOTTI NETO et al., 2006).

Este tipo de controle foi visto em um estudo sobre a distribuição espaço-temporal de casos de dengue e os indicadores larvários no município de Tupã, São Paulo, realizado por Barbosa e Lourenço (2010). Nesse estudo não ficou evidenciada a relação espacial entre infestação larvária e ocorrência de dengue. Evidenciou que a incorporação de técnicas de geoprocessamento e análise espacial no Programa de Controle da Dengue, desde que utilizados imediatamente, podem contribuir com as ações de controle, indicando os aglomerados espaciais de maior incidência.

Os estudos descritivos e transversais também utilizam a análise espacial e temporal com a intenção de compreender a ocorrência geográfica da endemia e de propor ações de vigilância (GAUY; HINO; SANTOS, 2007).

Portanto, a realização de estudos sobre a distribuição espacial e temporal dos agravos que abordam seus fatores condicionantes, como as variáveis sociodemográficas, econômicas e de infraestrutura urbana, além dos indicadores ambientais, pode ampliar o entendimento da dinâmica das doenças bem como indicar importantes ações no campo da vigilância em saúde (FLAUZINO; SANTOS; OLIVEIRA, 2009). Esse recurso tem sido utilizado por vários autores na área da saúde e seus resultados têm contribuído para a detecção de pontos de transmissão e para a redefinição da distribuição da rede de assistência de saúde dentro de um dado município (NARDI et al., 2013).

Assim, conhecer a distribuição da febre de CHIK na área em estudo pode potencializar a necessidade das prioridades de ações intersetoriais, coletivas e de saúde que proporcionem melhorias nas condições de vida na área em estudo.

Nesse sentido, é importante 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 da febre de CHIK e agir não só no ambiente clínico e biológico, mas também nos determinantes sociais da saúde-doença facilitando a compreensão da distribuição da doença no estado do Maranhão.

### 3 PERGUNTAS DE PESQUISA

A febre de CHIK foi descrita recentemente no país a partir da notificação de um número elevado de casos. Nesta perspectiva e diante deste novo cenário epidemiológico no País, realizar uma análise espacial e temporal dos casos prováveis de febre de CHIK ocorridos no Maranhão é de grande relevância, pois os dados encontrados podem subsidiar ações de prevenção para a população e controle vetorial no Estado. Permitirá melhorar as estratégias de contenção de disseminação da doença, bem como colaborar com uma melhor compreensão da doença e sua incidência, minimizando suas implicações no sistema de saúde e na sociedade.

Neste sentido, temos as seguintes perguntas de pesquisa:

- a) Há relação entre a taxa de incidência de febre de CHIK com características ambientais e sociodemográficas dos municípios?
- b) Qual a relação entre as condições climáticas e a dinâmica da febre de CHIK em São Luís – Maranhão?

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Geral**

Analisar a distribuição espacial e temporal dos casos prováveis de febre de CHIK no estado do Maranhão, no período de 2015 a 2016.

### **4.2 Específicos**

- a) Descrever o número dos casos prováveis de febre de CHIK nos municípios do estado por sexo, idade, formas clínicas e critério diagnóstico;
- b) Caracterizar os municípios quanto ao porte populacional, risco de epidemias e índice de desigualdades sociais;
- c) Descrever a distribuição espacial da incidência de casos prováveis de febre de CHIK por ano nos municípios do estado;
- d) Verificar se há relação entre variáveis socioeconômicas e a taxa de incidência de febre de CHIK por municípios;
- e) Determinar a relação das variáveis climáticas e LIRAA com o número de casos prováveis de febre de CHIK em São Luís;
- f) Avaliar a variação temporal segundo dia e semana epidemiológica dos casos prováveis de febre de CHIK em São Luís.

## **5 MÉTODOS**

### **5.1 Delineamento do estudo**

Compreendeu duas fases distintas, a saber:

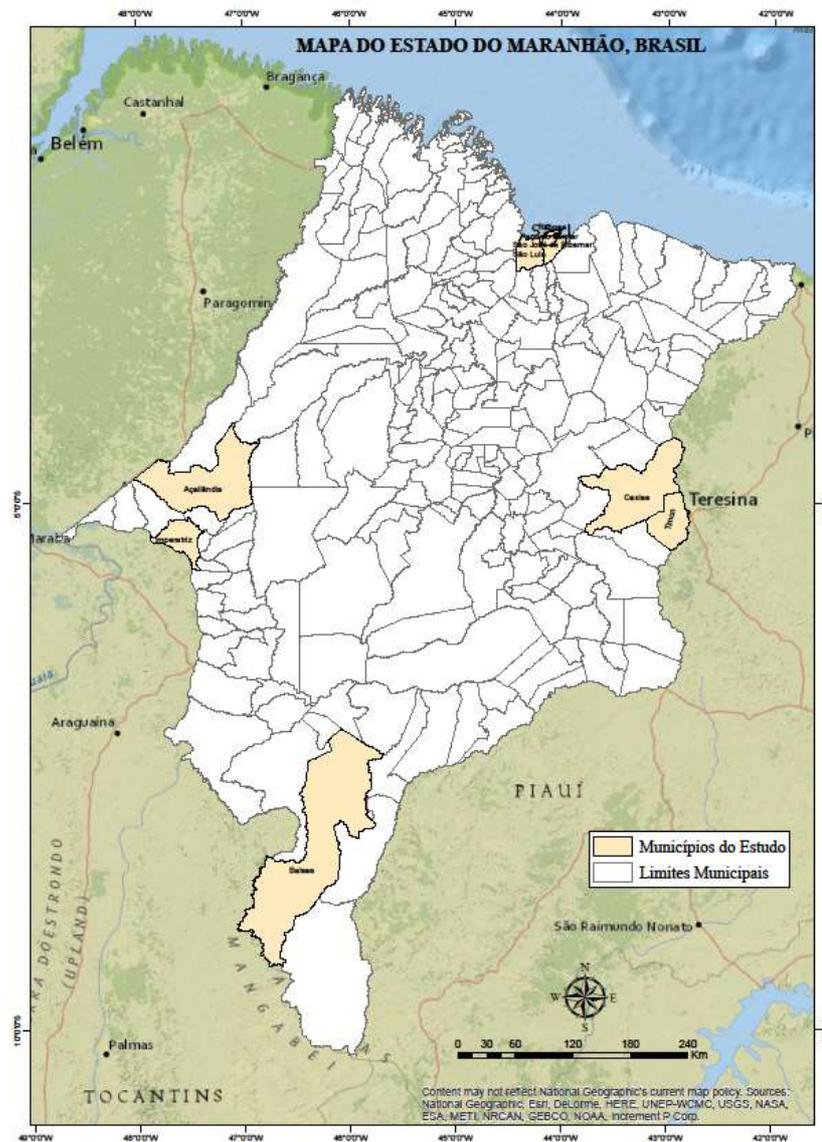
- a) Estudo exploratório e descritivo sobre os aspectos epidemiológicos dos casos prováveis de febre de CHIK, a partir de dados secundários do SINAN, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016, obtidos na Secretaria de Estado da Saúde (SES) do estado do Maranhão;
- b) Estudo ecológico, de base populacional e de dados climáticos, a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Atlas Brasil e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

## 5.2 Área do estudo

A área do estudo é o estado do Maranhão e os municípios foram as unidades estudadas. O estado do Maranhão está situado na região nordeste do Brasil, em uma área de 331.936,948 km<sup>2</sup>, sendo o oitavo maior estado brasileiro e o segundo do Nordeste em extensão territorial. Possui uma população estimada em 2016 de 6.954.036 habitantes e densidade demográfica de 19,81 hab/km<sup>2</sup>. Está localizado entre os paralelos 1°01' e 10°21' sul e os meridianos 41°48' e 48°50' oeste. Ao norte limita-se com o Oceano Atlântico, ao sul e sudoeste com o Tocantins, a oeste com o Pará e a leste e sudeste com o Piauí (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011a).

O estado possui 217 municípios (figura 1) (MARANHÃO, 2011). Do ponto de vista climático, o território maranhense, se caracteriza pelo seu caráter de transição entre os climas úmidos da Amazônia e semiárido do Nordeste. A parte oeste do estado é caracterizada por um clima tropical, quente e úmido, e os índices pluviométricos chegam a 2.800 mm ao ano. No restante do território maranhense tem-se um clima tropical quente e semiúmido, cujos índices pluviométricos chegam a 1.250 mm ao ano. O regime de chuva é caracterizado pela divisão do ano em dois períodos distintos: o período chuvoso, de grande intensidade, se inicia em dezembro ou janeiro e se prolonga até maio ou junho e o período seco se concentra entre os meses de julho a dezembro, quando as chuvas são, geralmente, mais esparsas (PINHEIRO, 2017).

Figura 1 - Estado do Maranhão



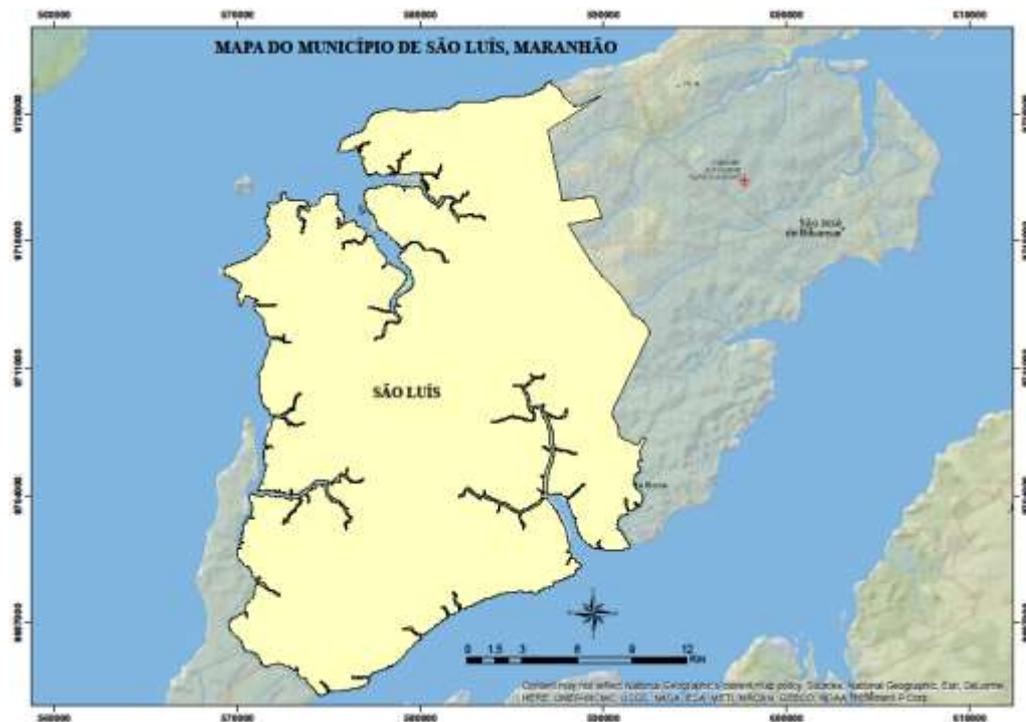
Fonte: Elaborado por Suená dos Santos Silva, em 2018

Considerando que o município de São Luís, capital do estado, possivelmente, terá um maior número de casos notificados da doença, por vários motivos como, o melhor acesso da população aos serviços de saúde, maior sensibilidade dos profissionais de saúde quanto às notificações e da vigilância epidemiológica na oportunidade de investigação e fechamento dos casos, este estudo fará uma análise independente do município, a fim de identificar algum padrão espacial e/ou temporal nas notificações de febre de CHIK no período em estudo.

O município de São Luís está localizado na Ilha do Maranhão (figura 2) entre as coordenadas de “02° 22’ 23” e “02° 51’ 00” de latitude sul e “44° 26’ 41” e “43° 59’ 41” de longitude oeste de Greenwich. 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. Possui uma área territorial de 834.785 km<sup>2</sup> população estimada em 2016 de 1.082.935 habitantes e densidade demográfica de 1.215.69 hab/km<sup>2</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011a).

Figura 2 - Mapa do município de São Luís



Fonte: Elaborado por Suena dos Santos Silva, em 2018

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 (FEITOSA; TROVÃO, 2006). As temperaturas, mesmo elevadas ao longo do ano situam-se entre 21,8°C (mínima) e 31,9°C (máxima). 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). Possui duas estações bem definidas, havendo regularidade térmica durante todo ano que são definidas pelo regime pluviométrico, há um período chuvoso (janeiro a junho), compreendido entre o verão e outono, e outro de estiagem (julho a dezembro), entre o inverno e a primavera (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Sua proximidade ao oceano (altitude de quatro

metros acima do nível do mar) aumenta a influência marítima sobre a cidade, apresentando temperaturas mais amenas do que outras regiões do interior do Estado.

### **5.3 População do estudo**

As unidades de análise desse estudo foram os municípios e o universo estudado foram os 6.316 casos prováveis de febre de CHIK, autóctones (caso detectado no mesmo local onde ocorreu a transmissão), notificados e confirmados pelo critério laboratorial ou clínico epidemiológico, no estado do Maranhão, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016.

#### **5.3.1 Classificação de casos de febre de chikungunya**

Os “casos prováveis” são os casos notificados, excluindo-se os descartados, por diagnóstico laboratorial negativo, com coleta oportuna ou diagnosticados para outras doenças (BRASIL, 2017b).

Caso suspeito de febre de CHIK se refere ao paciente que apresenta febre de início súbito maior que 38,5°C e artralgia ou artrite intensa com início agudo, não explicado por outras condições, sendo residente ou tendo visitado áreas endêmicas ou epidêmicas até duas semanas antes do início dos sintomas ou que tenha vínculo epidemiológico com caso confirmado (BRASIL, 2015). De acordo com a portaria do MS nº 204, de 17 de fevereiro de 2016, todo caso suspeito de febre de CHIK deve ser notificado imediatamente ao serviço de vigilância (BRASIL, 2017a).

Caso confirmado laboratorialmente é todo caso suspeito com um dos seguintes exames laboratoriais: isolamento viral; detecção de RNA viral por RT-PCR; detecção de IgM em uma única amostra de soro - coletada durante a fase aguda ou convalescente; aumento de quatro vezes no título de anticorpos específicos anti-CHIKV - amostras coletadas com pelo menos 2-3 semanas de intervalo (BRASIL, 2017a).

Entretanto, em situação epidêmica, pacientes de áreas com transmissão sustentada e que tenham a clínica da doença o diagnóstico de febre de CHIK pode ocorrer confirmação de casos por critério clínico-epidemiológico, exceto para formas atípicas e óbitos (BRASIL, 2017a).

## 5.4 Fontes de dados

Foram utilizados dados secundários relativos aos casos prováveis de febre de CHIK, dos municípios e climáticos.

Os dados dos casos prováveis de febre de CHIK foram do banco de dados do SINAN (ANEXO A). Em virtude do atraso na digitação das fichas de investigação de febre de CHIK de 2016 no SINAN pelos técnicos do Programa Municipal de Controle da Dengue (PMCD) da Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde de São Luís (VE/SEMUS/SL) e visando a completude dos dados, a pesquisadora digitou fichas e realizou correções de inconsistências nas informações do SINAN nas dependências da VE/SEMUS/SL no período de janeiro a junho de 2017. Em 29 de junho de 2017 os dados foram transferidos do SINAN para uma planilha do *Microsoft Excel*. Os dados com o número absoluto dos casos nos municípios foram organizados por semana epidemiológica e os de São Luís, por dia. Foram feitas as análises do banco de dados, gerando tabelas e gráficos.

Os dados municipais e sociodemográficos são do censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011a), disponíveis no sítio eletrônico ([www.ibge.com.br](http://www.ibge.com.br)) e Atlas Brasil no sítio eletrônico (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2013a). Os dados foram organizados em planilhas do *Microsoft Excel* e definidos através das variáveis: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), Índice de Gini e de saneamento. Estas variáveis foram escolhidas pela capacidade de retratarem o estado ambiental que pode influenciar no índice de infestação do *Aedes aegypti*, vetor da febre de CHIK.

Os dados climáticos de São Luís foram obtidos da estação meteorológica do INMET. As variáveis climáticas selecionadas seguem as instruções de estudos anteriores (ROSEGHINI, 2013; AQUINO JÚNIOR, 2014), foram elas: temperaturas médias, máximas e mínimas, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento e pluviosidade. Os dados obtidos estavam na escala horária, de 0h a 23h, foram trabalhados e processados em planilhas do *Microsoft Excel* para cálculos de médias mensais, diárias e por semana epidemiológica. Sequencialmente foram elaborados gráficos de linhas dos dados diários e sobrepostos à ocorrência dos casos de febre de CHIK.

### 5.5 Descrição das variáveis do estudo

As variáveis do estudo foram apresentadas em quatro quadros: dados da doença e populacionais (quadro 1), características dos indivíduos e da doença (quadro 2), características municipais, socioambientais, risco de epidemia para arboviroses e infestação vetorial (quadros 3) e climáticas (quadro 4), todas com suas respectivas categorias de respostas e fonte de dados das quais foram obtidas.

A partir dos casos notificados e dos dados populacionais dos residentes, foi calculada a taxa de incidência, por 100.000 habitantes, para cada município (Quadro 1).

Quadro 1 - Variáveis para cálculo da taxa de incidência, suas categorias de respostas e fontes dos dados

<b>DADOS DA DOENÇA E POPULACIONAIS DOS MUNICÍPIOS</b>	
<b>Variáveis</b>	<b>Categorias de respostas</b>
Casos prováveis de febre de CHIK	Número de casos de febre de CHIK
Taxa de incidência de febre de CHIK	Número de casos de febre de CHIK dividido pela população do município por 100 mil habitantes. Taxa de incidência = $n^{\circ}$ de casos novos x 100.000/ $n^{\circ}$ da população Baixa incidência: 1-300 casos; Média incidência: 301-500 casos; Alta incidência: >500 casos.
População por município	Número total de habitantes de cada município considerando a estimativa de 2015.

Fonte: SINAN/IBGE/MS e Atlas Brasil

Foi utilizada a faixa etária dos pacientes, no padrão SINAN, nas categorias descritas no quadro 2. O tempo da doença foi calculado em dias a partir da diferença entre a data dos primeiros sintomas e a data da notificação. Os pacientes não foram acompanhados para saber a evolução dos casos.

Quadro 2 - Variáveis com as características dos indivíduos e da doença, suas categorias de respostas e fontes dos dados

<b>CARACTERÍSTICAS DOS INDIVÍDUOS E DA DOENÇA</b>	
<b>Variáveis</b>	<b>Categorias de respostas</b>
Sexo	Feminino Masculino
Faixa etária (em anos)	< 1 1 a 4 5 a 9 10 a 14 15 a 19 20 a 34 35 a 49 50 a 64 65 a 79 >80 Ignorados
Procedência dos casos prováveis de febre de CHIK	Urbana Rural
Número de casos em unidade de tempo	Ano Semana epidemiológica (ANEXOS B e C) Dia
Tempo entre a data dos primeiros sintomas e a data da notificação	Dia
Forma clínica da doença no momento da notificação	Aguda (até 10 dias de doença) Crônica (acima de 3 meses de doença)
Critério de confirmação/descarte	Clínico-epidemiológico Laboratório

Fonte: SINAN

As variáveis socioeconômicas utilizadas foram: IDHM, Índice de Gini, renda, porte populacional, densidade populacional e saneamento - abastecimento de água, esgotamento sanitário e destinação do lixo (quadro 3).

O método de cálculo do IDHM brasileiro faz referência à metodologia do índice de Desenvolvimento Humano Global e utiliza indicadores como a renda *per capita*, escolaridade da população adulta, fluxo escolar da população jovem e a expectativa de vida ao nascer (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2013b).

O índice de Gini mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar *per capita*. Seu valor varia de 0, quando não há desigualdade (a renda domiciliar *per capita* de todos os indivíduos tem o mesmo valor), a 1, quando a desigualdade é máxima (apenas um indivíduo detém toda a renda). O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2013a).

Em relação ao porte populacional os municípios maranhenses foram classificados em: municípios de pequeno porte ( $\leq 50.000$  habitantes), médio porte (50.001 a 100.000 habitantes) e de grande porte ( $>100.000$  habitantes) conforme classificação sugerida pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MEDEIROS et al., 2012).

Na questão da dimensão ambiental, o IBGE considera no aspecto saneamento o acesso à coleta de lixo doméstico, acesso aos serviços de abastecimento de água e esgoto sanitário (KRONEMBERGER et al., 2011).

Quanto ao risco de epidemias por arboviroses numa localidade o monitoramento ocorre pelo número de casos, sendo que nesse estudo foi adotada a utilizada pelo Programa Estadual de controle de Arboviroses (dengue, febre de CHIK e vírus Zika) do Maranhão (ANEXO D), disponibilizada pela Superintendência de Epidemiologia e controle de doenças/SES/MA que considera situação de baixo risco (0 a 100 casos por 100.000 habitantes), médio risco (101 a 300 casos por 100.000 habitantes) e alto risco (acima de 300 casos por 100.000 habitantes) os municípios que apresentarem incidência acumulada ao longo de uma semana epidemiológica de casos prováveis e confirmados (quadro 3).

Para a classificação da infestação do mosquito *Aedes aegypti* os municípios do estado realizam dois levantamentos entomológico, Levantamento de Índice Rápido do *Aedes aegypti* (LIRAA) que a partir das amostras dos imóveis, estabelece parâmetros e índices de infestação e o Levantamento de índice amostral (LIA). O LIRAA tem a vantagem de apresentar, de maneira rápida e segura, os índices de infestações larvários (Predial e Breteau), podendo ser empregado como instrumento de avaliação dos resultados das medidas de controle, possibilitando intensificar, redirecionar ou alterar as estratégias de controle adotadas. É realizado pelos agentes de endemias dos municípios na inspeção dos imóveis, sendo uma metodologia recomendada pelo Ministério da

Saúde (BRASIL, 2013) para a determinação da quantidade de imóveis com a presença do mosquito *Aedes aegypti*. É classificado de acordo com a quantidade de domicílios infestados a cada 100 pesquisados. Nesse estudo foram utilizados os dados do LIRAA somente do município de São Luís, pois nos anos estudados, o LIRAA foi realizado em apenas 53 municípios do estado. A partir de 2017, o MS tornou obrigatório, por meio da Resolução nº 12, de 26/01/17, o levantamento entomológico de infestação pelo *Aedes aegypti* para todos os municípios brasileiros (quadro 3).

Quadro 3 - Descrição das variáveis municipais, socioeconômicas e fontes dos dados

(continua)

<b>CARACTERÍSTICAS MUNICIPAIS/SOCIOECONÔMICAS/CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS AO RISCO DE EPIDEMIAS MUNICIPAL PARA ARBOVIROSES E ÍNDICE DE INFESTAÇÃO</b>	
<b>Variáveis</b>	<b>Descrição</b>
Municípios	Municípios do estado do Maranhão
IDHM	Medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano municipal: média geométrica dos índices das dimensões: longevidade, educação e renda. O IDHM varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano (Muito baixo: 0 a 0,499; Baixo: 0,500 a 0,599; Médio: 0,600 a 0,699; Alto: 0,700 a 0,799; Muito Alto: 0,800 a 1).
GINI	Indicador expressa as desigualdades na distribuição de renda. Quanto maior o coeficiente, que varia de 0 a 1, maior será a concentração de renda do município. 0 – completa igualdade 1 – completa desigualdade Baixo: < 0,550; Médio: 0,550 a 0,699; Alto: 0,700 a 0,799; Muito alto: > 0,800.
Rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> da população residente (R\$)	Razão entre o total dos rendimentos domiciliares (em termos nominais) e o total dos moradores
Saneamento básico	Abastecimento de água: rede geral, poço ou nascente, outras (carro pipa, água da chuva armazenada, rio, açude); Esgotamento sanitário: rede geral ou pluvial, fossa séptica, outras (fossa rudimentar, vala, rio, lagoa ou mar), sem coleta; Destino do lixo: coletado (serviço de limpeza, caçamba de serviço de limpeza, outros).
Porte populacional	Divisão dos municípios por classes de tamanho da população. Pequeno porte: ≤50.000 habitantes; Médio porte: 50.001 a 100.000 habitantes; Grande porte: >100.000 habitantes.

Quadro 3 - Descrição das variáveis municipais, socioeconômicas e fontes dos dados

(conclusão)

<b>CARACTERÍSTICAS MUNICIPAIS/SOCIOECONÔMICAS/CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS AO RISCO DE EPIDEMIAS MUNICIPAL PARA ARBOVIROSES E ÍNDICE DE INFESTAÇÃO</b>	
<b>Variáveis</b>	<b>Descrição</b>
Densidade demográfica	Distribuição espacial dos habitantes por quilômetro quadrado
Risco de epidemias	Baixo risco municipal: 0 a 100 casos por 100.000 habitantes; Médio risco municipal: 101 a 300 casos por 100.000 habitantes; Alto risco municipal: acima de 300 casos por 100.000 habitantes.
Índice de infestação predial (LIRAA)	Baixa intensidade (satisfatório): < 1% (Menos de uma casa infestada para cada 100 pesquisadas); Média intensidade (alerta): entre 1% e 3,9% (de uma a três casas infestadas para cada 100 pesquisadas); Alta intensidade (risco): > 3,9% (mais de quatro casas infestadas para cada 100 pesquisadas).

Fonte: IBGE, SINAN/SES/MA, MS/SES/MA

As variáveis climáticas foram obtidas da estação meteorológica do INMET sendo utilizados dados referentes às temperaturas médias, máximas e mínimas, umidade relativa do ar, pluviosidade, velocidade e direção do vento (quadro 4).

Quadro 4 - Variáveis climáticas, descrição e fontes dos dados

<b>CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE SÃO LUÍS, MARANHÃO</b>	
<b>Variáveis</b>	<b>Descrição</b>
Temperatura (°C)	Dados diários (Mínimo, Média, Máximo).
Umidade relativa do ar (%)	Dados diários (Mínimo, Média, Máximo).
Velocidade e direção do vento (m/s)	Dados diários (Mínimo, Média, Máximo) e direção mais frequente.
Pluviosidade (mm)	Volume (mm)
	Tempo (Dias)

Fonte: INMET

## 5.6 Análise exploratória dos dados

### 5.6.1 Estudo exploratório e descritivo sobre os aspectos epidemiológicos, de acordo com os dados secundários

Esta fase se constituiu na construção de um banco com os dados dos casos prováveis de febre de CHIK do estado do Maranhão, a partir de dados secundários do SINAN obtidos na SES do estado do Maranhão, compreendendo o período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016. Os dados foram agrupados por unidade municipal, incluindo-se as informações sobre sexo, idade, procedência, forma clínica da doença no momento da notificação, data da notificação e dos primeiros sintomas, classificação final, critério de confirmação dos casos.

### 5.6.2 Análise Espacial

Câmara et al. (2004) verificam que os procedimentos de análise espacial lidam tanto com dados ambientais, como com os dados socioeconômicos, sendo que em ambos os casos, é composta por um conjunto de mecanismos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente os relacionamentos espaciais presentes no fenômeno e possibilite a quantificação da dependência espacial entre os valores das amostras.

A pesquisa também se pautou em Magalhães (2015) que propõe a aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) na área da saúde, por esses possibilitarem a análise da distribuição espacial de agravos e promover o inter-relacionamento das informações de diversos bancos de dados.

Assim, o estudo da distribuição espacial das doenças transmitidas por vetores consiste em apresentar, geograficamente, através de mapas, as estatísticas relacionadas às variáveis que caracterizam a população em estudo e aliadas às técnicas que utilizam modelos estatísticos, detectar áreas de risco para a doença (QUEIROZ, 2010).

Em geral, o processo de modelagem é precedido de uma fase de análise exploratória associada à apresentação visual dos dados em forma de gráficos e ou de mapas. Os mapas permitem a observação da distribuição geográfica da doença no decorrer do tempo, seu deslocamento, os índices de morbidade, modelagem de risco, informações fundamentais que permitem conhecer detalhadamente as condições de saúde de uma

população, resultando em novas estratégias de prevenção e controle para solucionar questões fundamentais sobre o processo de adoecer (CARNEIRO, 2007).

Podem ser gerados a partir de técnicas de geoprocessamento, “conjunto de tecnologias de coleta de dados que produz informação demográfica e contribui para o reconhecimento das condições reais de risco no território” (NARDI et al., 2013, p. 184), tornando-se, então, importantes para a gestão pública da saúde quanto às doenças por elas analisadas.

Nessa etapa, todos os procedimentos da estatística espacial foram desenvolvidos em ambiente SIG. Os municípios foram considerados como unidade básica. Primeiramente para a realização dessas análises foram utilizados dois bancos de dados, o primeiro com a taxa de incidência dos casos prováveis de febre de CHIK-SINAN, para cada município do Maranhão, no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016 e o segundo com as variáveis demográficas e de saneamento básico – Atlas Brasil e IBGE. Ambos foram condensados através da tabela dinâmica no Programa *Microsoft Excel* (versão 2010), estimando-se o percentual médio das variáveis dos municípios do estado do Maranhão. Os bancos foram unidos através da variável geocódigo e inseridos no software *QGis* versão 10.2.2. Os dados estavam em formato do tipo vetorial, extensão *shapefile* (\*.shp), sistema de projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM) e Datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), 2000. Foram inseridos, os *shapes* municipais e posteriormente realizada a união entre o banco com as variáveis dos casos e socioeconômicas e os *shapes* municipais. O cálculo da correlação espacial do Índice global de Moran (I Moran) foi efetuado por intermédio da ferramenta de estatística espacial disponível no software *Geoda* versão 1.8 desenvolvido pela *University of Illinois at Urbana-Champaign*.

#### 5.6.1.1 Índice global de Moran

O I Moran consiste em um dos indicadores de autocorrelação espacial mais utilizado. Esse índice caracteriza-se por fornecer uma medida geral da associação espacial existente no conjunto de dados irá medir o grau de correlação espacial entre os pares de vizinhança, ponderado pela proximidade geográfica (MARQUES et al., 2010).

A expressão para calcular I Moran, considerando apenas o primeiro vizinho, que é definido por (DRUCK et al., 2004):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}$$

Onde  $n$  representa o número de áreas;  $z_i$  denota os valores do atributo considerado na área  $i$ ;  $\bar{z}$  o valor médio do atributo da região de estudo e  $w_{ij}$  os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial.

Pode variar entre -1 e 1, sendo que para os dados com distribuição espacial aleatória, o  $I$  Moran é próximo a zero. Para aqueles que apresentam padrão espacial, os valores são positivos, próximos a 1, ou seja, áreas vizinhas apresentam comportamento similar. Já valores próximos a -1, indicam autocorrelação espacial negativa, isto é, o valor do atributo numa região não é dependente dos valores dessa mesma variável em áreas diferentes (GOMES, 2011).

#### 5.6.1.2 Diagrama de espalhamento de Moran

O gráfico de espalhamento de Moran representa uma alternativa de visualização da dependência espacial existente no conjunto de dados e a partir dele, pode-se visualizar e interpretar a associação linear entre cada valor de atributo  $z_i$  em relação à média dos valores dos atributos de seus vizinhos  $z_m$  (DRUCK et al., 2004).

As áreas que se situam no quadrante 1 (Q1 +/+) significa que as unidades espaciais que ali se encontram exibem valores altos da variável de interesse rodeados por unidades espaciais que apresentam valores também altos (Alto-Alto), representado pela cor vermelha. Para o quadrante 2 (Q2 -/-) as unidades espaciais que mostram valores baixos circundados por unidades espaciais que também apresentam valores baixos (Baixo-Baixo), representado pela cor azul. Já as áreas que ficam no quadrante 3 (Q3 +/-) e no quadrante 4 (Q4 -/+) apresentam valores destoantes com relação aos seus vizinhos. No Q4 destacam-se áreas de baixo valor da variável de interesse são circundados por unidades espaciais com alto valor, em relação à média (Baixo-alto), representada pela cor azul claro. No Q3, localizam-se áreas com alto valor da variável de interesse são circunvizinhos de unidades espaciais com baixo valor em relação à média (Alto-baixo), representada pela cor rosa. Em Q1 e Q2, a

associação espacial é positiva, enquanto que em Q3 e Q4, a associação é negativa (MARCONATO, 2015).

A validade estatística do I Moran foi avaliada por teste de pseudo-significância (*p-value*) que foi gerado e executado com a opção de 99 permutações. Para avaliar a significância da estatística *I* de Moran, as seguintes hipóteses foram estabelecidas:

$H_0: I = 0$  (não há autocorrelação espacial entre os municípios);

$H_1: I > 0$  (distribuição não aleatória, ou seja, há ocorrência de padrão espacial na distribuição de casos).

### 5.6.1.3 Local Indicators of Spatial Association

Com intuito de evidenciar os locais em que a dependência espacial foi mais acentuada, e verificar com mais detalhes os diferentes regimes de associação formados foi utilizado o *Local Indicators of Spatial Association* (LISA). Este indicador demonstra o grau de autocorrelação espacial local. O coeficiente *li* de Moran local para uma variável *y* padronizada, observada na região *i*, *z<sub>i</sub>*, pode ser dado pela expressão:

$$I_i = Z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_j$$

Segundo Almeida (2012) o coeficiente *li* de Moran Local faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local de cada observação em quatro categorias: “alto-alto” (AA), “baixo-baixo” (BB), “alto-baixo” (AB) e “baixo-alto” (BA), cada uma correspondendo a um quadrante no diagrama de dispersão de Moran.

O quadrante “alto-alto” indica que localidades com alto valor da variável estão rodeadas de locais com alto valor para essa variável. O quadrante “baixo-baixo” indica que locais com baixo valor da variável estão circundadas por locais com baixo valor. No quadrante “alto-baixo” e “baixo-alto” estão os locais com altos valores/baixos valores próximos a locais com baixos valores/altos valores (LEITE, 2016).

### 5.6.1.4 Estatística Scan

Com a finalidade de localizar as áreas de risco ou críticas para a ocorrência de febre de CHIK foi realizada a análise de identificação dos agregados (*clusters*), em que se considerou a variável taxa de incidência de febre de CHIK, referente aos anos de 2015 e 2016. Para a

realização desta etapa da pesquisa foi utilizada as dependências, infraestrutura e software disponíveis no Laboratório de Geoprocessamento e Análise Espacial (GEOPRO) da Universidade Federal do Maranhão – Departamento de Geografia.

Esses dados foram analisados através da técnica de varredura espacial *Scan*, considerando o modelo de distribuição de probabilidade *Discreto de Poisson* (KULLDORFF et al., 2006) onde o número de eventos em cada área foi distribuído de acordo com a população sob risco conhecida, ou seja, um conjunto de áreas adjacentes, no mínimo consistentes com a hipótese de risco constante (agrupamentos alto e baixo), se fundamentando na razão da máxima verossimilhança entre as áreas. O risco relativo pode ser melhor compreendido quando considerado abaixo de 1, significando que houve menos notificações de casos febre de CHIK do que o esperado para determinado município do estado. Por outro lado, acima de 1 pode-se considerar que houve maior ocorrência de casos novos notificados. A estruturação do banco de dados levou em consideração, inicialmente, a definição da coordenada geográfica do centróide de cada área municipal, a partir do SIG. A base de dados geográfica foi exportada para o formato de análise (\*.txt), do software SatScan v.9.4.2 (KULLDORFF et al., 2006). Os mapas representando os 10% e 50% da população sob risco de adoecer foram feitos a partir do software *Arcgis* versão 10.2.2.

### 5.6.3 Análise temporal

Além do espaço, o tempo também é um fator importante a ser considerado nos estudos ecológicos. De tal forma, as repercussões dos eventos climáticos é o elemento do meio ambiente que mais influencia a saúde humana. Dentre as diversas maneiras de afetar a saúde do homem, Ayoade (2004, p. 291) expõe que o clima desempenha determinado papel na incidência de certas doenças, uma vez que primeiramente “o clima afeta a resistência do corpo humano a algumas doenças” e, em segundo lugar, “o clima influencia o crescimento, a propagação e a difusão de alguns organismos patogênicos ou de seus hospedeiros”.

O estado do Maranhão tem duas estações bem definidas, período chuvoso (Janeiro à Junho), compreendido entre o verão e outono, e outro seco (Julho à Dezembro), entre o inverno e a primavera (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), com regularidade térmica e de umidade do ar durante todo ano.

Para o estado foi realizada somente a distribuição dos casos da doença por ano e semana epidemiológica (1 a 52), enquanto no município de São Luís, utilizamos os dados

diários para as variáveis climáticas (temperatura, pluviosidade, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento) e o LIRAA.

Para avaliar a relação das variáveis independentes em estudo e o número de casos de febre de CHIK foram ajustados três modelos estatísticos: modelo de Poisson, modelo Binomial Negativo e modelo Binomial Negativo ajustado. As análises foram realizadas com o software R®, versão 3.2.0 (*The R Foundation for Statistical Computing*, Viena, Áustria).

O modelo de Poisson considera a hipótese de igualdade nos valores da média e variância, entretanto, quando se estuda a distribuição dos casos de uma doença em pequenas áreas geográficas (municípios), é comum identificar áreas sem nenhuma ocorrência de casos ou mesmo sem o registro dos mesmos. O excesso de zeros frequentemente resulta em superdispersão dos dados (a variância é maior que a média), comprometendo a aplicabilidade do modelo de Poisson (COSTA et al., 2016). Com isso, ao observar a superdispersão nos dados, optou-se por utilizar o modelo binomial negativo e modelo binomial negativo ajustado.

O modelo ajustado para descrever as variações diárias das notificações de febre de CHIK contemplou as seguintes variáveis explicativas: dias da semana (sábado, domingo e feriados foram considerados base para comparações), estação (chuvosa/estiagem), precipitação diária, vento velocidade, vento direção e LIRAA. Para fins de ajuste, considerou-se inicialmente a distribuição Poisson para o desfecho. No entanto, a análise de resíduos não mostrou resultados satisfatórios e optamos por considerar a distribuição binomial negativa nessa análise, que apresentou resultados melhores (*deviance residual* = 399, p-valor > 0,05). A relação dos casos com a pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar não foram estatisticamente significativa.

## 5.7 Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) através da Plataforma Brasil, sob número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 64784017.7.0000.5240 (ANEXO E) de acordo com a Resolução n.º 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que regulamenta as pesquisas envolvendo seres humanos.

## 6 RESULTADOS

Este capítulo debate os resultados da pesquisa. Inicialmente é apresentada a análise descritiva dos casos de febre de CHIK no estado. Posteriormente, as análises espaciais. Sequencialmente são discutidos os resultados da análise temporal para o município de São Luís e o modelo binomial negativo ajustado que buscam relacionar os casos da doença com as variáveis climáticas e o LIRAA.

### 6.1 Características clínicas e epidemiológicas dos casos de febre de chikungunya no estado do Maranhão

Para a avaliação das características clínicas e epidemiológicas da febre de CHIK nos municípios maranhenses, assim como a forma clínica baseada nos critérios do MS, a população de estudo foi selecionada a partir de dados de notificação do SINAN/MS.

No período estudado foram notificados 15.099 casos de febre de CHIK no estado do Maranhão. Não foram incluídos: 875 casos notificados que foram classificados como descartados, por diagnóstico laboratorial negativo, com coleta oportuna ou diagnosticados para outras doenças e os casos importados de outros estados; 169 duplicações e 1.399 casos que possuíam inconsistências nas variáveis estudadas. É importante ressaltar que de nenhuma forma os nomes dos indivíduos que se apresentaram como casos foram identificados, foi analisada somente a contagem dos casos.

Observou-se que dos 6.316 casos prováveis notificados no período em análise, a distribuição dos casos por sexo revelou que, como na maioria dos estudos de doenças causadas pelo *Aedes aegypti* houve predomínio do feminino, com 65,3% (4.130) em relação ao masculino 34,6% (2.186) dos casos. Com relação à distribuição da doença por grupos etários, observou-se a ocorrência de casos em todos os intervalos, com concentrações entre 20 e 44 anos de idade, com 23,3% (1.840) e 35 a 49 anos de idade, com 17% (1.339). Na faixa etária de 50 a 64 anos, foi observado também um número significativo, com 13,2% (1.043) das notificações. Quanto à procedência, 83,9% (5.302) dos casos foram da zona urbana, enquanto que 10,7% (677) da zona rural e 5,3% (337) tinham essa informação ignorada. No momento da notificação, 96,9% (6.121) foram classificados com a forma clínica aguda e 1% (46) com a forma crônica da doença. Em 85,5% (5.401) dos casos houve confirmação laboratorial, enquanto que 14,33% (905) o critério de confirmação utilizado foi o clínico-laboratorial (tabela 1).

Tabela 1 - Número de casos prováveis de febre de chikungunya, por sexo, faixa etária e procedência, Maranhão, 2015-2016

VARIÁVEL	n	%
<b>Sexo</b>		
Feminino	4.130	65,3
Masculino	2.186	34,6
<b>Faixa etária (em anos)</b>		
< 1	110	1,4
1 a 4	156	1,9
5 a 9	282	3,5
10 a 14	417	5,2
15 a 19	544	6,9
20 a 34	1.840	23,3
35 a 49	1.339	17,0
50 a 64	1.043	13,2
65 a 79	439	5,57
>80	114	1,40
Ignorado	32	0,41
<b>Procedência</b>		
Urbana	5.302	83,9
Rural	677	10,7
Ignorado	337	5,3
<b>Clínica</b>		
Aguda	6.121	96,91
Crônica	192	3,04
Ignorado	3	0,05
<b>Critério</b>		
Laboratorial	5.401	85,51
Clínico-epidemiológico	905	14,33
Ignorado	10	0,16

Fonte: SES/MA/SINAN

Ao avaliar o tempo entre o início dos primeiros sintomas e a notificação pelos serviços de saúde dos casos de febre de CHIK, observou-se que em 70,7% (4.470) dos casos ocorreu em tempo inferior a nove dias. Em 25,5% (1.612) dos casos a notificação ocorreu entre o 10º e 89º dias após o início dos sintomas e em tempo superior a 90 dias, foi bem menor, 3,7% (234) dos casos (tabela 2).

Tabela 2 - Tempo entre o início dos primeiros sintomas e a notificação de casos de febre de chikungunya, Maranhão, 2015-2016

Tempo em dias	n	%
< 9	4.470	70,7
10 a 89	1.612	25,5
> 90	234	3,7

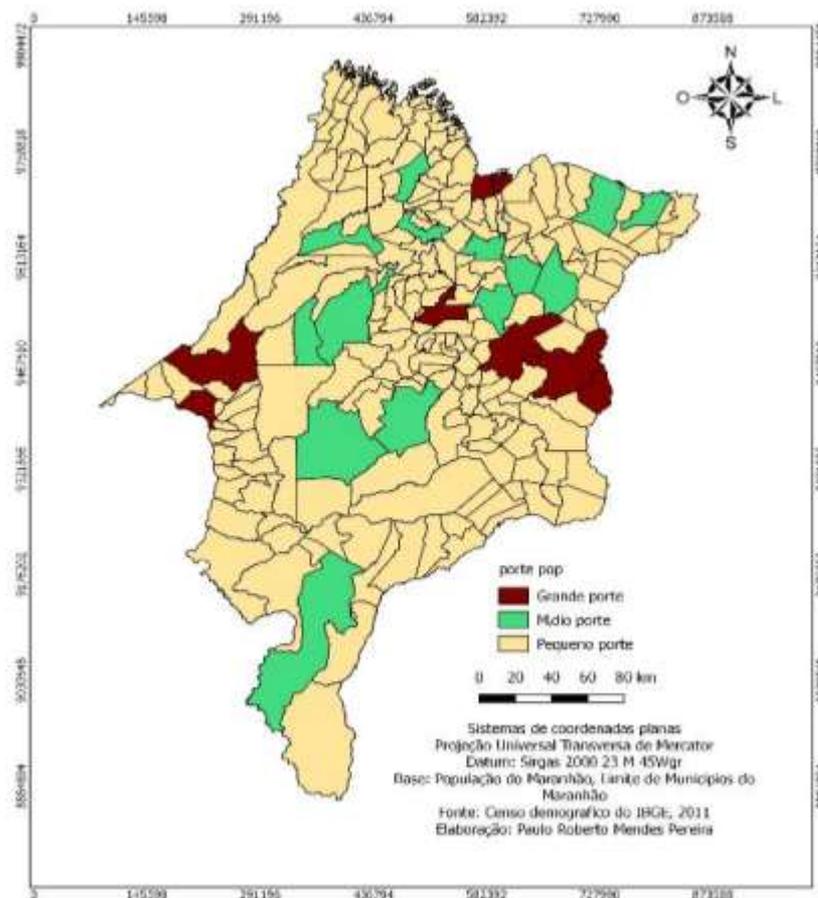
Fonte: SES/MA/SINAN

## 6.2 Análise espacial

A análise dos municípios quanto ao porte populacional é apresentada no mapa *baseado em regra* exibido na Figura 3. O mapa está dividido em três intervalos definidos *a priori*, e mostra que o Maranhão possui 217 municípios e destes, 193 são de pequeno porte ( $\leq 50.000$  habitantes), 15 de médio porte (de 50.001 até 100.000 habitantes) e oito possuem grande porte populacional ( $> 100.000$  habitantes).

Os municípios de grande porte (São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar, Caxias, Codó, Timon, Açailândia, Imperatriz e Balsas) do estado correspondem àqueles que possuem, em certa medida, menos dificuldades de acesso aos serviços sociais básicos, saúde, educação, transporte, possuem melhores condições de moradia, saneamento básico, dentre outros (figura 3).

Figura 3 - Mapa dos municípios segundo porte populacional, Maranhão, 2010

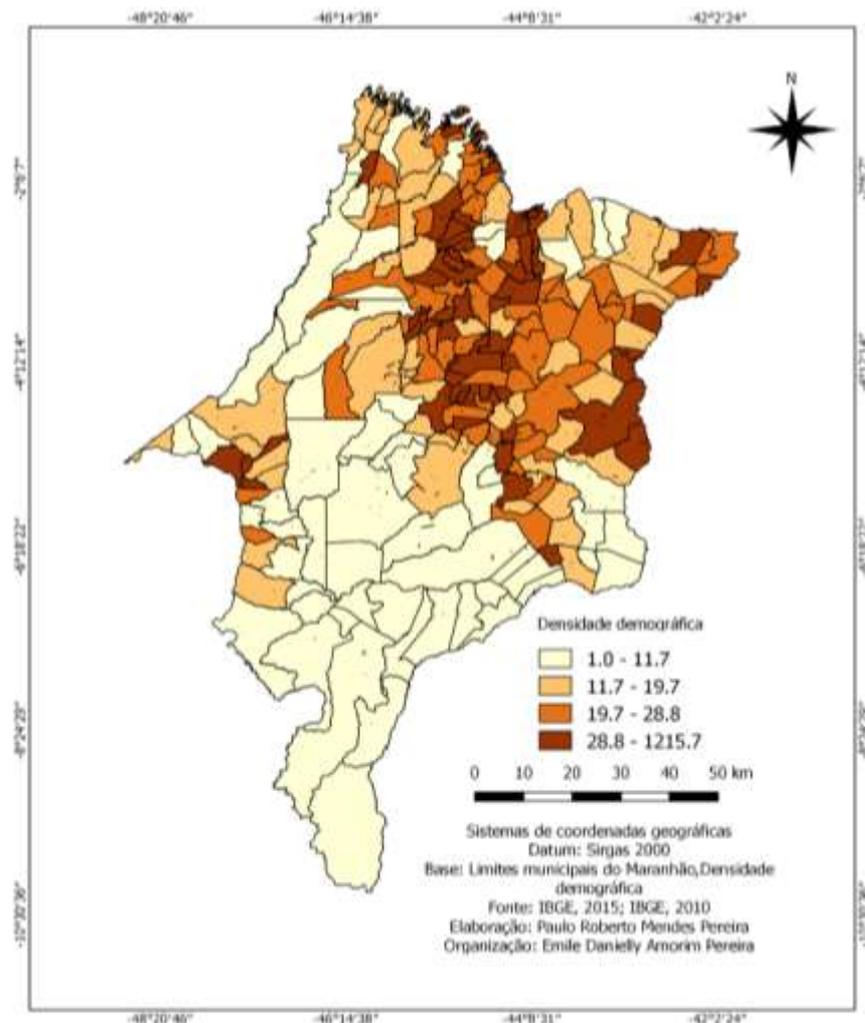


Fonte: SES/MA/SINAN

A figura 4 apresentada nos mapas de quantiles mostra a estratificação segundo a densidade populacional no Maranhão, sendo possível observar que o estado tem 56

municípios com densidade populacional entre 1 e 11,7% (hab/km<sup>2</sup>), denotados pela cor mais clara, ou seja, são regiões que apresentam um pequeno número de habitantes por km<sup>2</sup>, em destaque nas regiões sul, leste e oeste. É possível verificar que 54 municípios, realçadas com a cor mais escura, apresentam entre 28,8 e 1.215,7 hab/ km<sup>2</sup>, estão localizados em algumas regiões do norte, leste e oeste do estado, dentre eles os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar, Caxias, Timon, Coelho Neto e Imperatriz.

Figura 4 - Mapa dos municípios segundo a densidade populacional, Maranhão, 2010

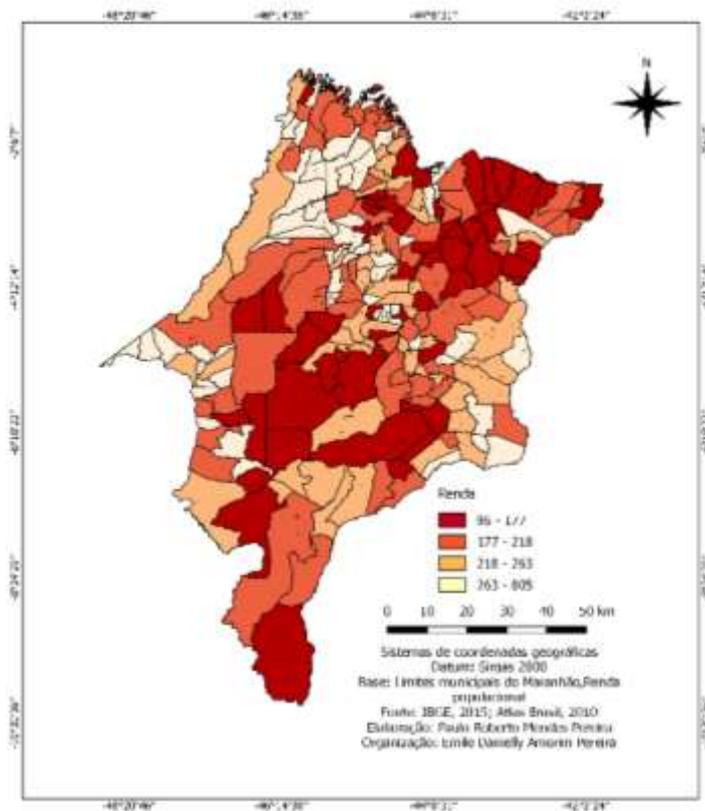


Fonte: SES/MA/SINAN

A figura 5 mostra a distribuição da renda média *per capita* dos municípios maranhenses no ano de 2010. Observando as informações em destaque é possível visualizar que 55 municípios possuíam a renda média *per capita* entre R\$ 96,00 e R\$ 177,00, abaixo da média nacional. Vale ressaltar que dentre esses municípios estão, Balsas e Timon.

O segundo estrato contempla 54 municípios onde a renda média varia entre R\$ 177,00 e R\$ 218,00 e no terceiro estrato são 54 municípios com a variação da renda média entre R\$ 218,00 e R\$ 263,00. Por outro lado foram 54 municípios com a renda média por pessoa variando entre R\$ 263,00 e R\$ 805,00, a mais alta do estado, estando na média da apresentada em outros municípios da região nordeste. Contudo, o Maranhão é a região brasileira que apresenta a menor renda média mensal das famílias, visto que 45% da população recebem até um salário mínimo (BRASIL, 2012).

Figura 5 - Mapa dos municípios segundo rendimento mensal domiciliar *per capita* da população residente, Maranhão, 2010



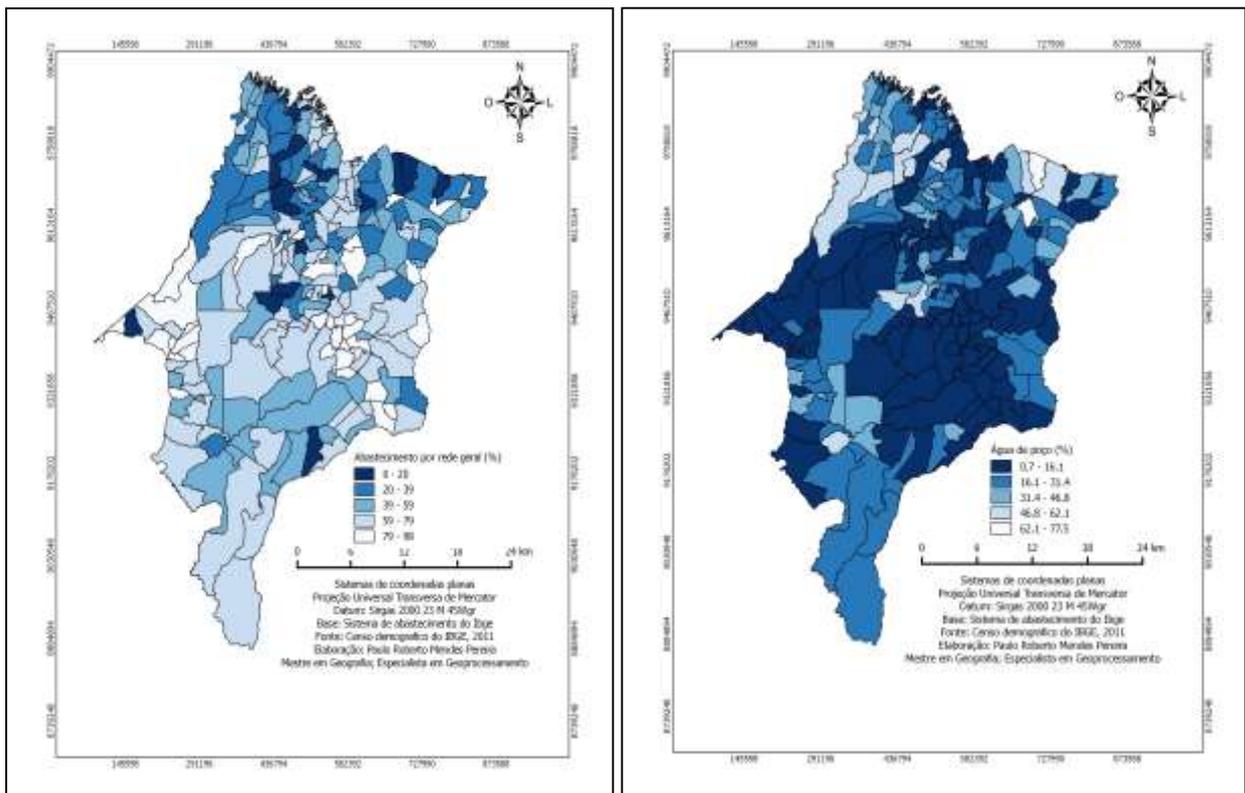
Fonte: SES/MA/SINAN

A distribuição geográfica das condições sanitárias é apresentada nos mapas exibido nas figuras 6, 7 e 8. Os mapas estão divididos em cinco intervalos e apresentam o perfil da oferta de serviços de saneamento básico (água, esgoto sanitário e coleta de lixo) nos municípios maranhenses.

Na figura 6 verifica-se que todos os municípios possuem abastecimento de água pela rede geral, no entanto em 16 municípios a proporção de domicílios atendidos é inferior a 20%. Esse serviço somente está disponível para mais de 60% dos domicílios em 112 municípios.

Ainda é possível observar na figura 6 que todos os municípios utilizam como forma de abastecimento de água, o poço e que em 106 municípios entre 0,7% e 7,1% dos domicílios são atendidos por este tipo de serviço. Observou-se ainda que dentre os 14 municípios que possuem entre 19,9% e 32,5% dos domicílios sendo abastecidos por água de poço, está Balsas, município com o 3º maior PIB do estado.

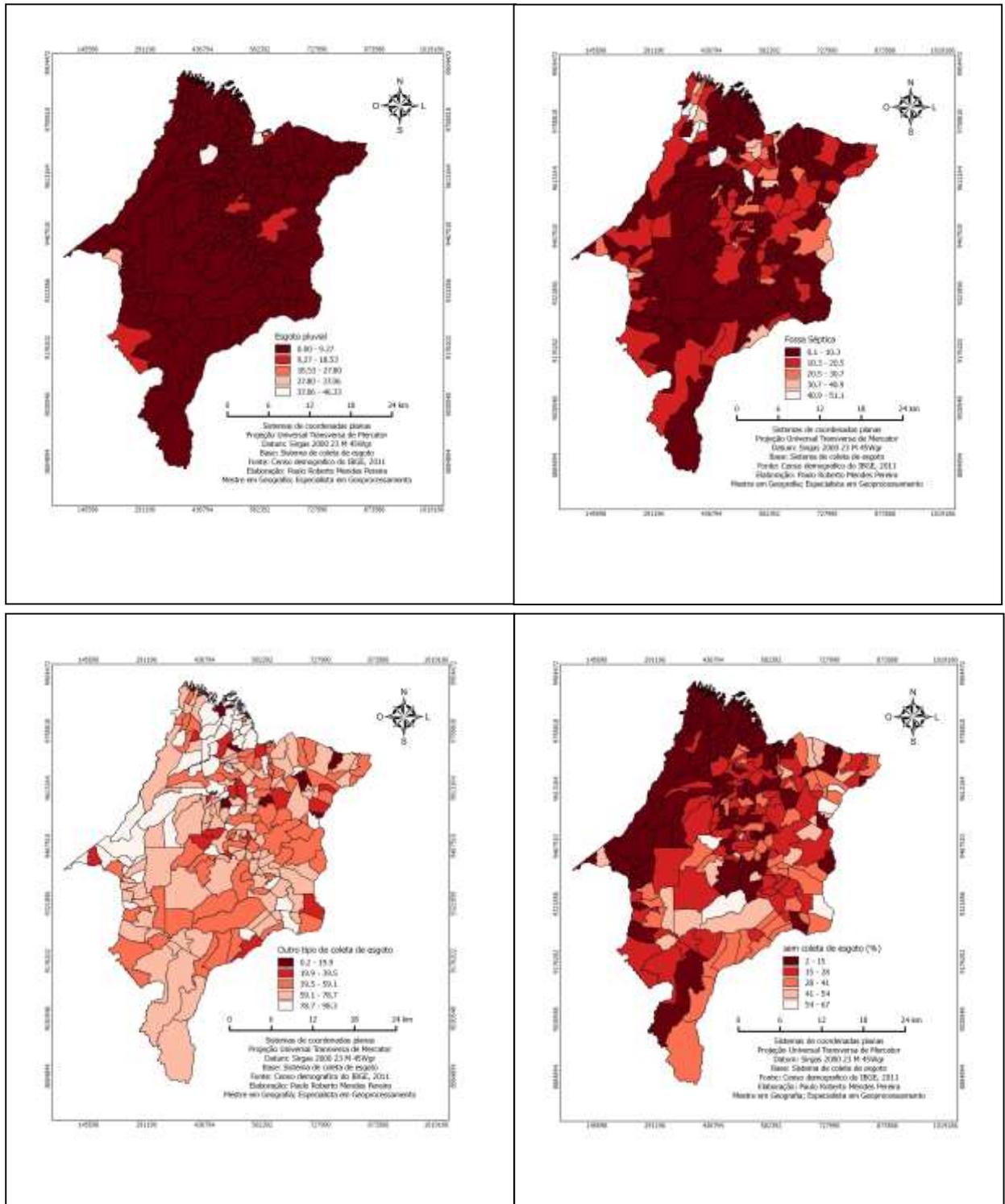
Figura 6 - Mapa dos municípios segundo distribuição de água, Maranhão, 2010



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia (2011a)

A figura 7 mostra o mapa do esgotamento sanitário dos municípios maranhenses. Com relação ao atendimento por rede coletora de esgotos ou águas pluviais (solução coletiva), pode-se verificar que 209 municípios possuem menos de 9,27% dos domicílios com esse serviço e que a fossa séptica (solução individual com tratamento), é utilizada em menos de 51,1% dos domicílios. Como solução alternativa, os municípios recorrem a outros tipos de rede (fossa rudimentar, fossas secas, valas abertas e lançamentos em cursos d'água), sendo que em 210 municípios, é utilizada por mais de 19,9% dos domicílios. Nos extremos, temos cinco municípios com mais de 54% dos domicílios sem coleta de esgoto. Nesses casos, os principais receptores do esgoto *in natura* não coletado são os rios e os mares, comprometendo a qualidade da água para abastecimento e irrigação.

Figura 7 – Mapa dos municípios segundo esgotamento sanitário, Maranhão, 2010



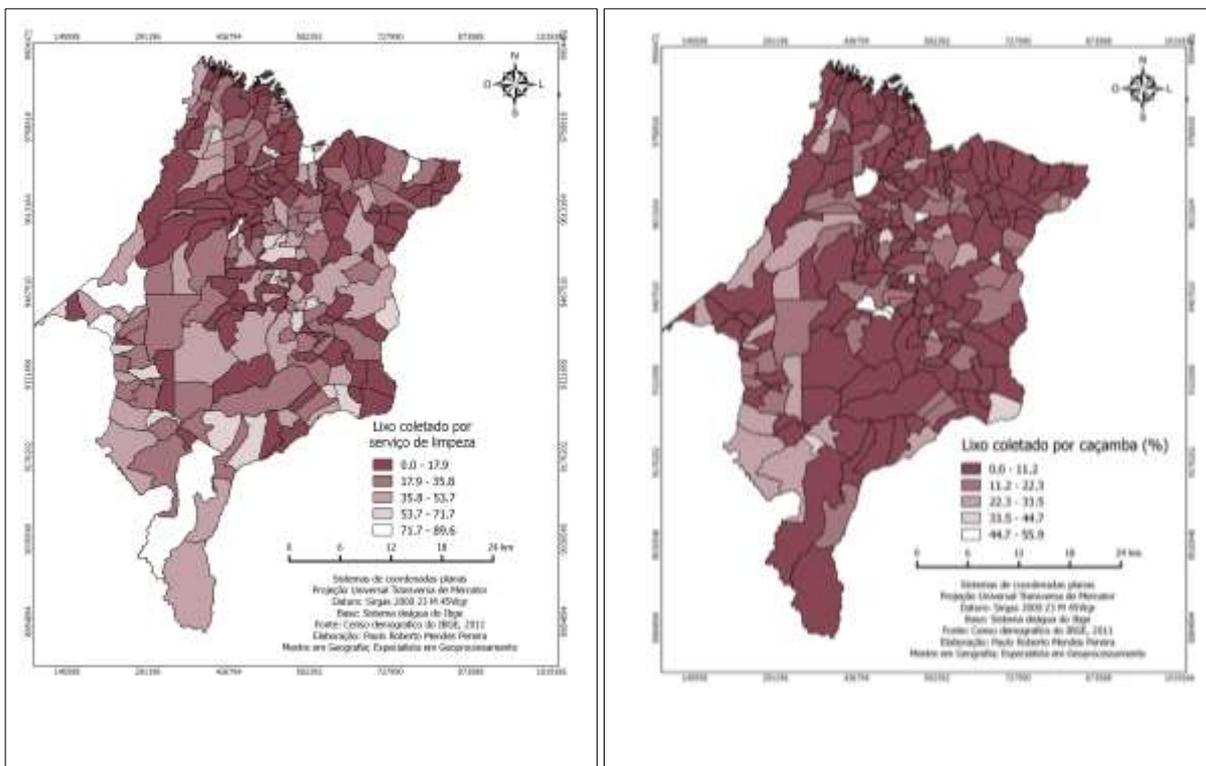
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia (2011a)

Na figura 8 quanto à coleta de lixo é possível verificar que a desigualdades dos serviços prestados se repete. Os menores índices aparecem em destaque no mapa

representados pelas cores verdes e amarelo, distribuídos em todo o estado, principalmente nas regiões nordeste e noroeste.

Ao selecionar cinco estratos verifica-se que todos os municípios possuem coleta pelo serviço de limpeza, embora em apenas 23 municípios este serviço atenda a mais de 55% dos domicílios. O outro tipo de coleta disponibilizado pelo serviço público está o realizado por caçamba, sendo este também identificado em todos os municípios. Destes, em cinco municípios entre 45% e 56% dos domicílios utilizam desse serviço.

Figura 8 - Mapa dos municípios segundo tipo de coleta de lixo, Maranhão, 2010

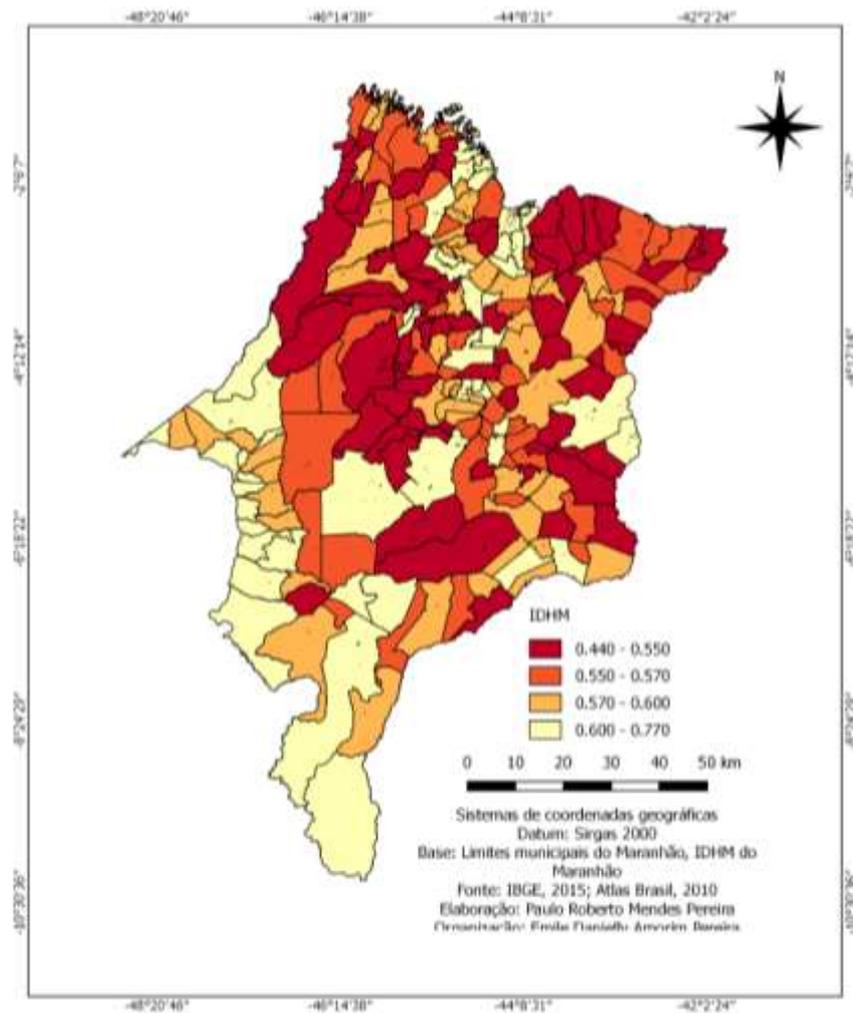


Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia (2011a)

No que concerne à representatividade do IDHM dos municípios maranhenses está exibido no mapa da Figura 9. No primeiro estrato aparecem 67 municípios com os menores índices do IDHM, considerados muito baixo, variando entre 0.440 e 0.550 em destaque no mapa pelas cores mais escuras, distribuídas principalmente nas regiões nordeste e noroeste do estado. Nesse estrato aparece o município de Fernando Falcão, com o segundo pior IDHM do país. No segundo intervalo estão selecionados os 46 municípios onde o IDHM varia entre 0.550 e 0.570, localizados no mapa nas regiões nordeste, sudoeste e noroeste. No terceiro intervalo aparecem os 54 municípios, entre 0.570 e 0.600 situados nas regiões nordeste,

sudeste e noroeste. No quarto intervalo estão localizados os 50 municípios que apresentam o IDHM de médio a alto, variando entre 0.600 e 0.770, ou seja, são as localidades que exibem o indicador de desenvolvimento humano mais elevado do estado.

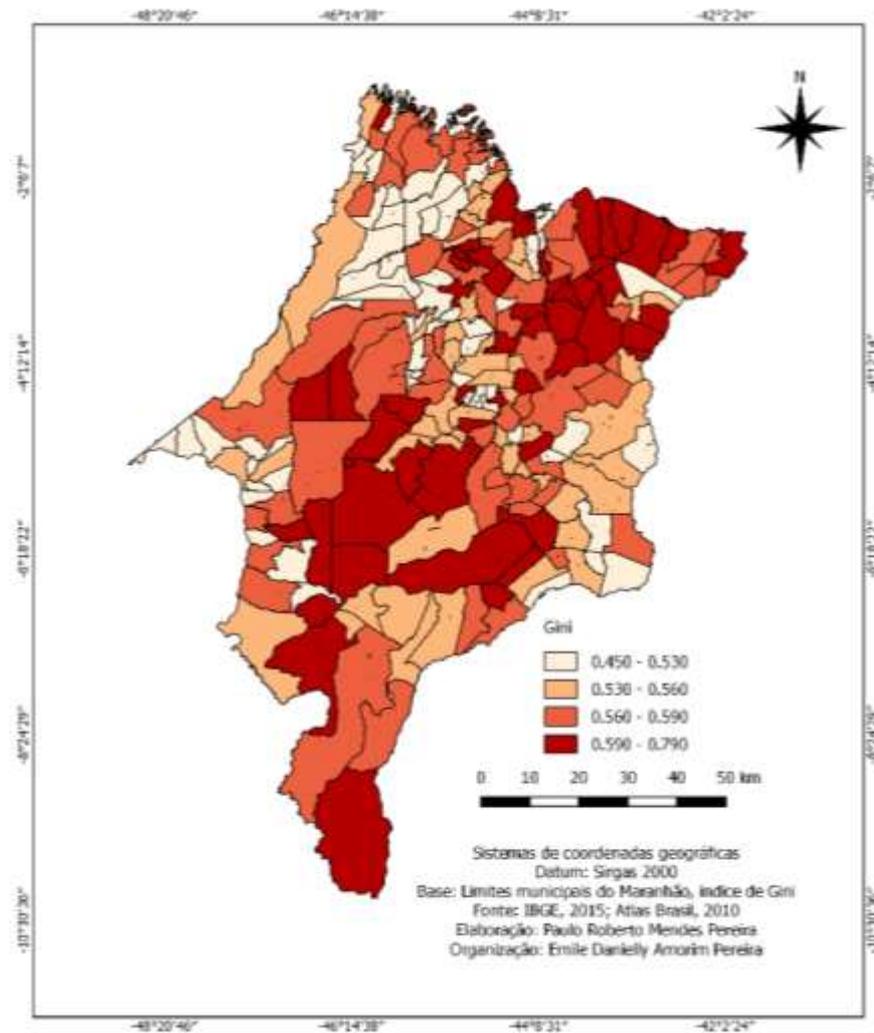
Figura 9 - Mapa dos municípios segundo IDHM, Maranhão, 2010



Fonte: SES/MA/SINAN

No mapa da distribuição geográfica do Índice de Gini é possível verificar que os elevados índices de concentração de renda, em cores mais escuras, estão em 52 municípios com índice de 0,590 a 0,790, localizados nas regiões nordeste, centro e sul do estado. Os menores índices aparecem em cores mais claras, com índice de concentração de renda de 0,450 a 0,530 distribuídos em 60 municípios nas regiões leste, oeste e noroeste, dentre eles, os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar, Caxias, Timon, Balsas, Imperatriz e Açailândia (figura 10).

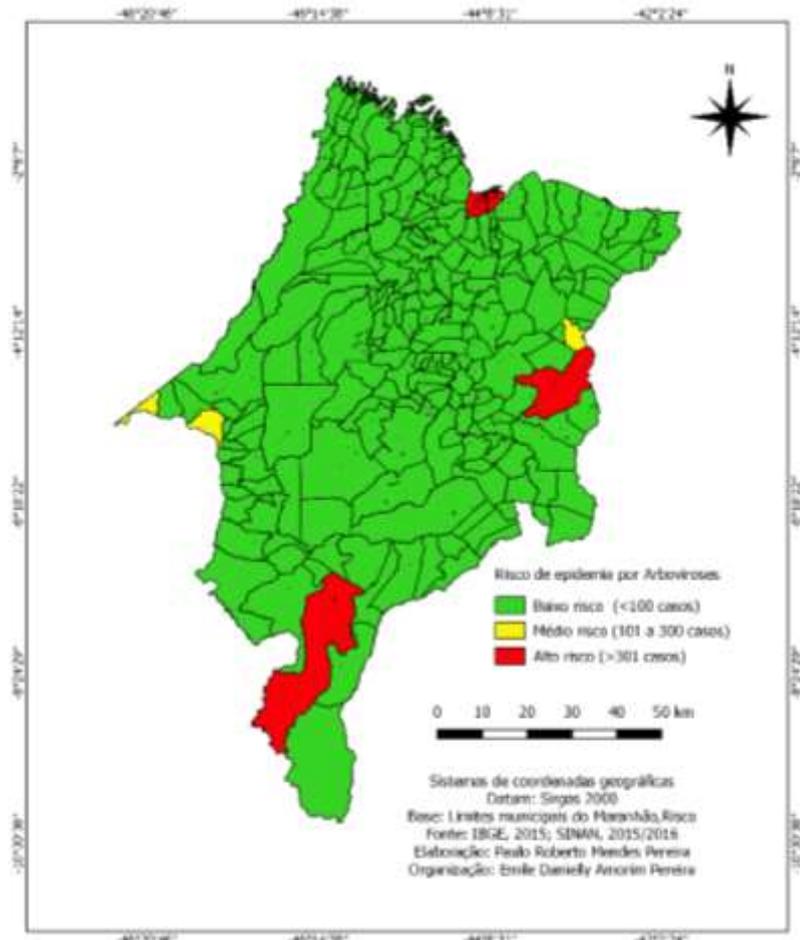
Figura 10 - Mapa dos municípios segundo GINI, Maranhão, 2010



Fonte: SES/MA/SINAN

Na avaliação dos municípios quanto ao risco para as epidemias pelas Arboviroses (dengue, febre de CKIK e vírus Zika) considerando os critérios estabelecidos pela Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) em 208 municípios maranhense o risco foi considerado baixo, pois tiveram menos de 100 casos notificados. Esses municípios aparecem destacados em cor verde no mapa, situados em todas as regiões do estado. O segundo intervalo contempla os três municípios classificados como de médio risco, onde as notificações variaram entre 100 e 300 casos, e estão localizados geograficamente nas regiões leste (Coelho Neto) e oeste (Imperatriz e São Pedro da água Branca) do estado. Por outro lado, foram identificados cinco municípios classificados como alto risco para a epidemia no estado, com mais de 300 casos notificados, distribuídos pelas regiões norte (São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar), leste (Caxias) e sul (Balsas) (figura 11).

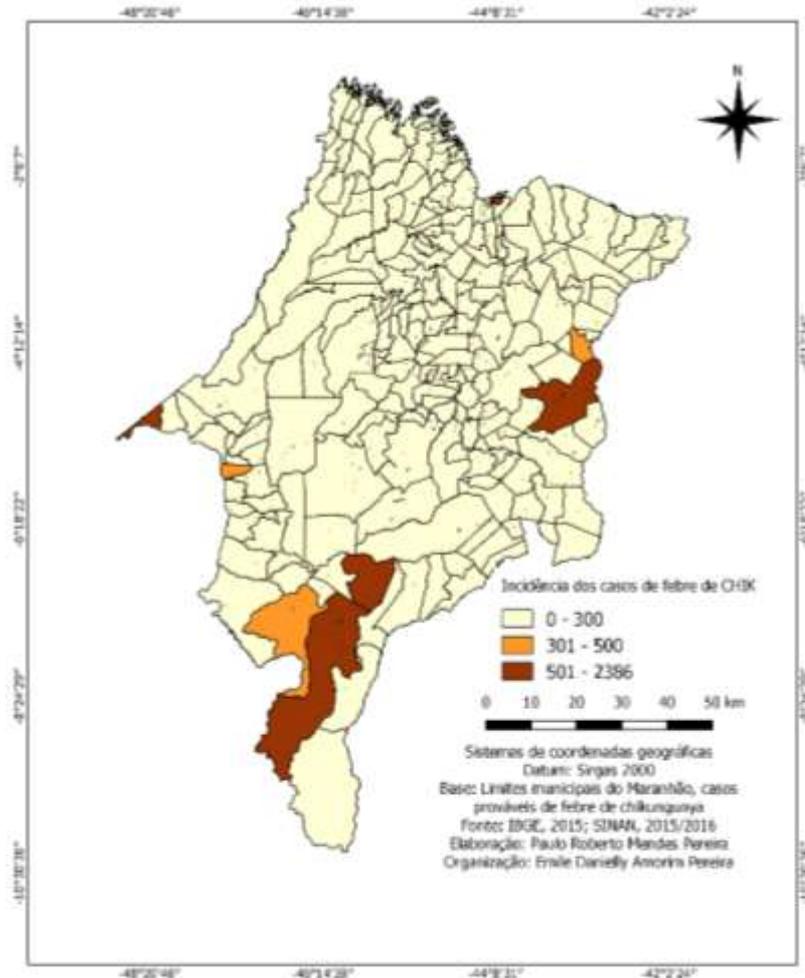
Figura 11 - Mapa dos municípios segundo o risco de epidemia por arboviroses, Maranhão, 2015-2016



Fonte: SES/MA/SINAN

Constatou-se, através de dados secundários do SINAN/MS, que a taxa de incidência de febre de CHIK, em 2015 foi de 0,26/100.000 habitantes, enquanto que em 2016 foi de 91,22/100.000 habitantes. Para verificar a ocorrência de um padrão de distribuição espacial para a taxa de incidência de febre de CHIK nos municípios maranhenses foi realizada uma análise de forma exploratória, que pode ser observada, por meio do mapa *baseado em regras*, na Figura 12. Assim, verificou-se que cinco municípios apresentaram alta incidência, sendo a maior no município de São Pedro da Água Branca, com 2.385,9 por 100.000 habitantes. Sequencialmente os municípios de Balsas (695,64), Paço do Lumiar (608,29), Caxias (598,26), São Raimundo das Mangabeiras (532,41). Os de média incidência foram três municípios, Governador Edson Lobão (456,44), Coelho Neto (387,00), Riachão (322,47). Os demais municípios foram classificados como de baixa incidência (figura 12).

Figura 12 - Mapa da distribuição espacial da taxa de incidência de febre de chikungunya por 100.000 habitantes, Maranhão, 2015-2016



Fonte: SES/MA/SINAN

### 6.3 Autocorrelação espacial

A análise exploratória de dados espaciais auxilia na evidência mais consistente sobre a existência ou não de *clusters* num agrupamento de regiões próximas com valores semelhantes. Ao analisar os dados por área é fundamental que se obtenha um indicador de autocorrelação espacial global, o que pode ser conseguido com Índice de Moran Global.

Nesse estudo este foi calculado levando-se em consideração as variáveis descritas na tabela 3. Dentre as dez variáveis independentes utilizadas, oito apresentaram correlação estatisticamente significativa e positiva: IDHM (0,26;  $p < 0,05$ ), Gini (0,24  $p < 0,05$ ), água por rede encanada (0,03;  $p < 0,05$ ), esgoto por fossa séptica (0,08;  $p < 0,05$ ), sem esgoto (0,31;  $p < 0,05$ ) e lixo coleta por caçamba (0,08;  $p < 0,05$ ). Assim, pode-se assegurar que, em nível

global, existe padrão de dependência espacial, ou seja, os municípios vizinhos possuem maior semelhança quanto aos indicadores socioeconômicos, do que os municípios afastados.

Tabela 3 - Índice Global de Moran das variáveis de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, índice de Gini, saneamento básico, renda, densidade populacional e população, Maranhão, 2015-2016

Indicadores	Índice Global de Moran univariado	p-valor
Incidência	0,02	0,01*
IDHM	0,26	0,01*
Gini	0,24	0,01*
Renda	0,02	0,33
Água – rede encanada	0,03	0,03*
Água – poço	-0,01	0,44
Esgoto – fossa séptica	0,08	0,01*
Sem esgoto	0,31	0,01*
Lixo – caçamba	0,08	0,04*
Densidade populacional	0,04	0,08
População	-0,04	0,42

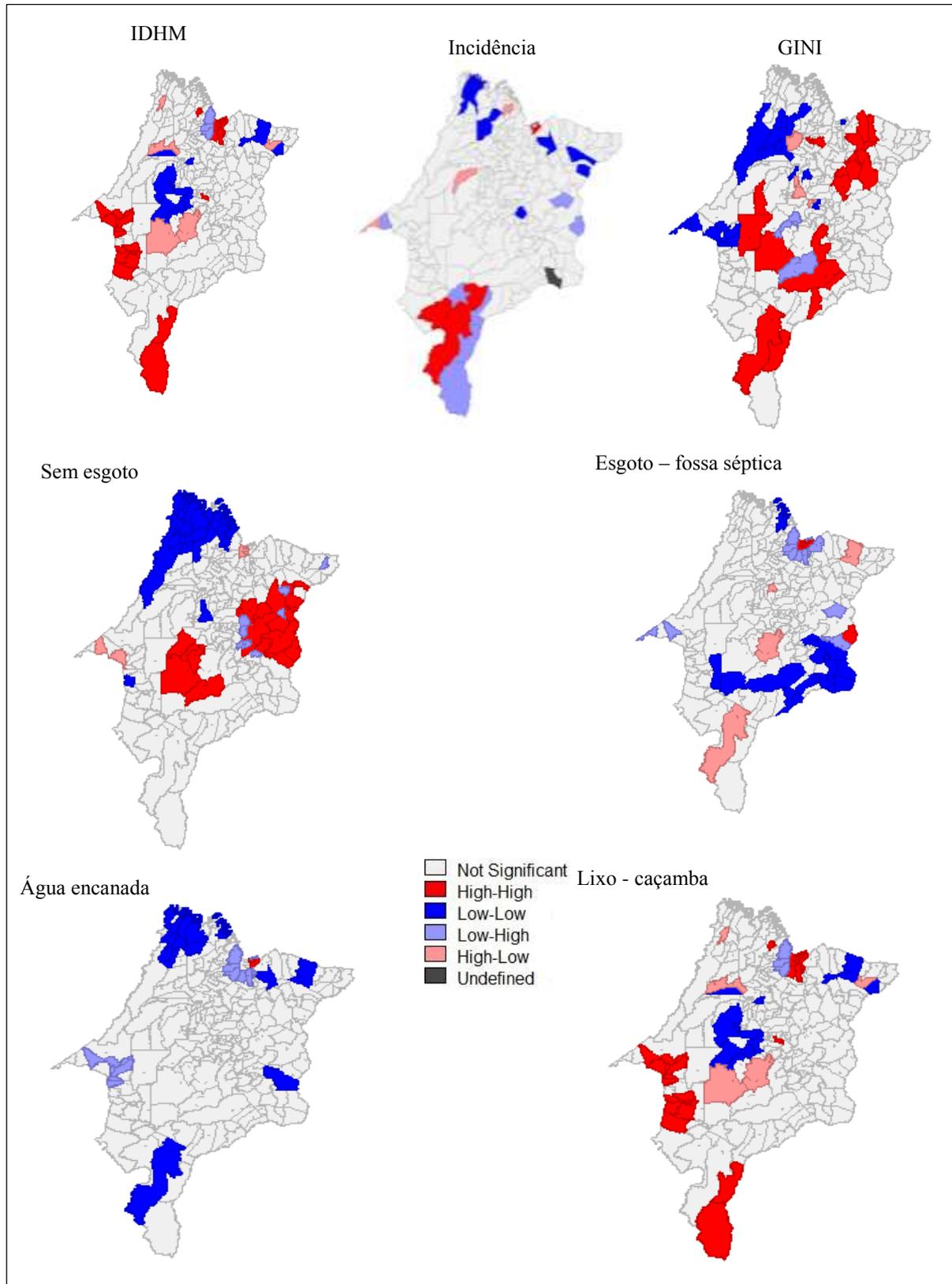
\*Variável significativa ( $p < 0,05$ )

Fonte: Elaborada pela autora a partir do programa GEODA.

O índice de Moran global fornece um único valor como medida de associação espacial para todo o conjunto de dados de área, porém para analisar o padrão da distribuição espacial numa escala de maior detalhe e a identificar os aglomerados segundo os municípios do estado foi realizada a análise de autocorrelação espacial local, por meio do *BoxMap* para a taxa de incidência e para os indicadores socioeconômicos. Através desta estatística é possível comparar as variáveis de análises em cada município com seus vizinhos, indicando a autocorrelação local, ou seja, a similaridade entre eles. Observa-se que os municípios em vermelho apresentam a variável em análise alta, sendo seus vizinhos de municípios também com taxas altas. Os municípios em azul a variável em análise é baixa, sendo que seus vizinhos de municípios também apresentaram taxas baixas. Aqueles que possuem a cor rosa e azul claro apresentam taxas altas e baixas e os municípios vizinhos apresentam taxas diferentes, baixas e altas, respectivamente.

Verifica-se que na figura 13 que a maior parte das variáveis os municípios estão localizados nos quadrantes alto-alto (vermelho – três variáveis: IDHM, Gini, coleta de lixo por caçamba) e baixo-baixo (azul – quatro variáveis: esgoto – fossa séptica, sem esgoto, água encanada e densidade populacional). Estes resultados estão de acordo com o Índice de Moran global calculado, pois mostra que a maioria dos municípios encontra-se nos quadrantes que representam a existência de autocorrelação espacial positiva.

Figura 13 - *Box Map* dos clusters do Índice de Moran Local dos indicadores socioeconômicos, Maranhão, 2010



Fonte: Elabora pela autora a partir do programa GEODA.

Sequencialmente realizou-se o índice bivariado Local de Moran, para averiguar a existência de associação linear entre a taxa de incidência de febre de CHIK (eixo y) e as variáveis explicativas (eixo x), observando-se associação espacial positiva e significativa com: IDHM (0,13;  $p < 0,05$ ), Gini (0,04;  $p < 0,05$ ) e coleta de lixo por caçamba (0,04;  $p < 0,05$ ), conforme descritos na tabela 4. Neste caso os municípios que apresentaram alta taxa de incidência de febre de CHIK possuem vizinhos de municípios com alto IDHM, alto índice de concentração de renda e alto índice de coleta de lixo por caçamba.

Tabela 4 - Índice bivariado Local de Moran das variáveis taxa de incidência de febre de chikungunya, IDHM, Gini e saneamento básico, Maranhão, 2015-2016

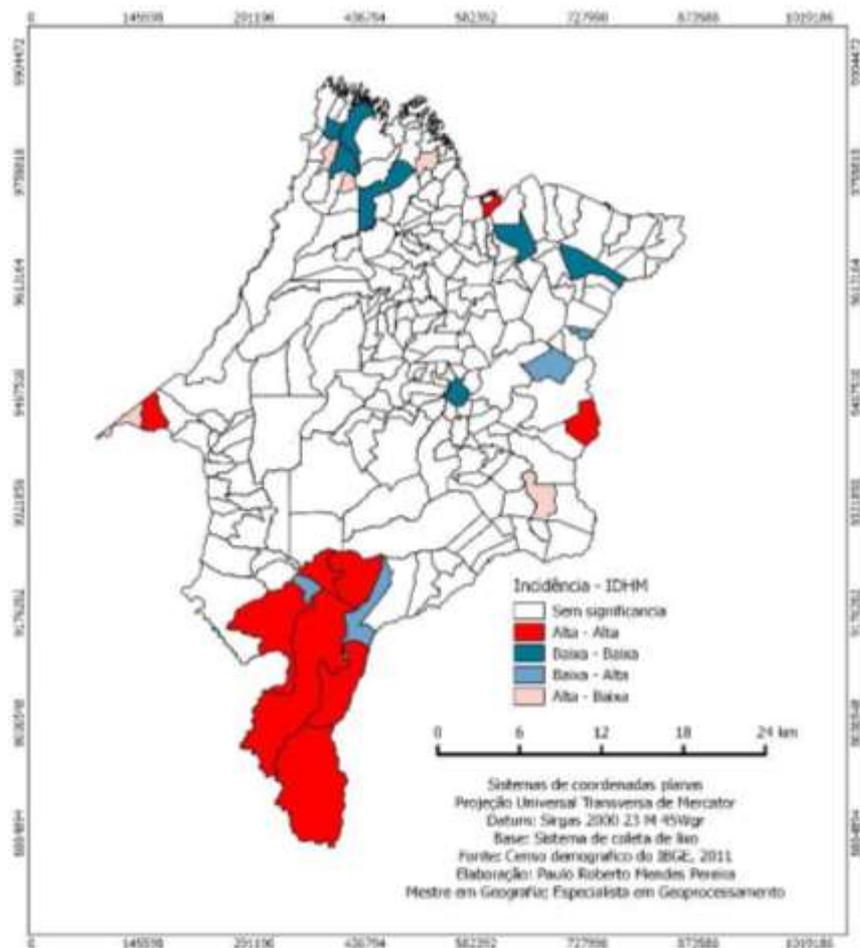
Indicadores	Índice Local de Moran	
	bivariado	p-valor
Incidência – IDHM	0,13	0,01*
Incidência – Gini	0,04	0,04*
Incidência – lixo caçamba	0,04	0,04*

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

Fonte: Dados da pesquisa realizada pela autora a partir de dados do SINAN e IBGE elaborado no GEODA.

Na análise das correlações espaciais bivariadas entre a incidência de febre de CHIK e o IDHM dos municípios maranhenses, evidenciou-se pelo *BoxMap*, nove clusters do tipo Alto-Alto, sendo um na região norte, um na região leste, seis na região sul e um na região oeste, o que indica que nessas regiões com maiores incidências, possuem melhores índices de desenvolvimento humano. Já os clusters do tipo Baixo-Baixo dois ocorreram na região noroeste, um na região centro maranhense e quatro na região sudoeste do estado, representando regiões com baixa taxa de incidência e baixo IDHM. O agrupamento Baixo-Alto foi formado por quatro municípios nas regiões, leste e sul, ou seja, municípios com alta taxa de incidência cercados por vizinhos com baixo IDHM, enquanto que o agrupamento Alto-Baixo é formado por cinco municípios na região leste e oeste, com baixa taxa de incidência cercados por vizinhos com alto IDHM (figura 14).

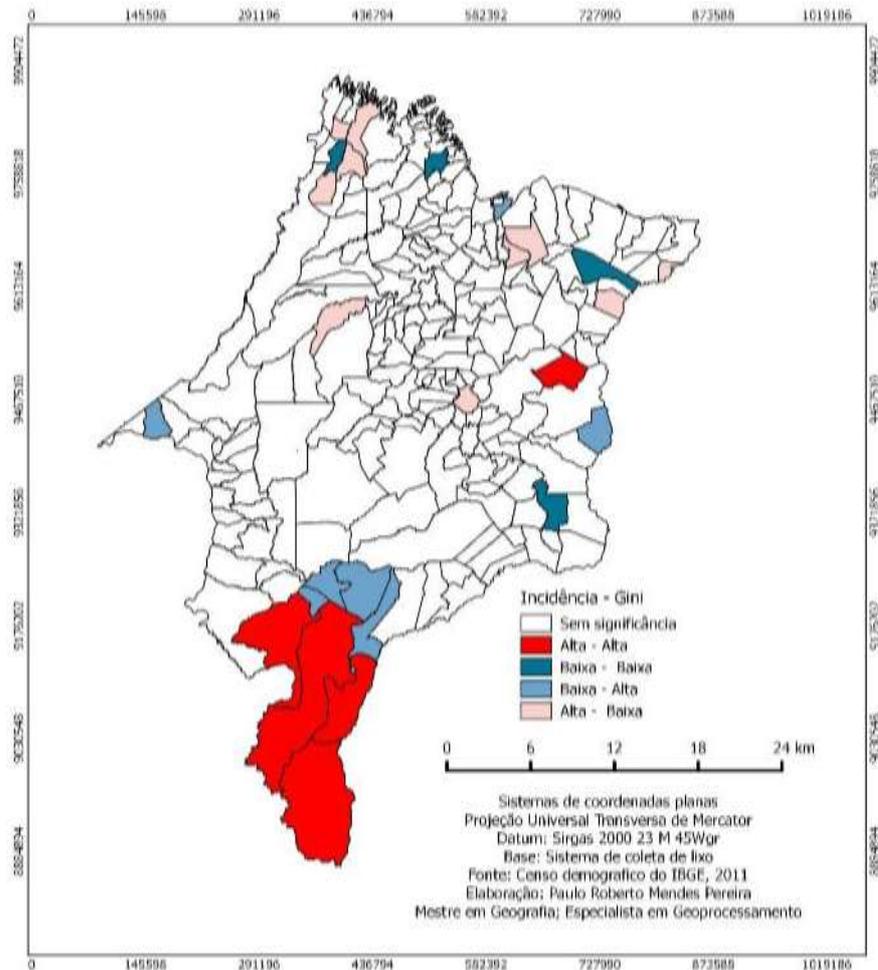
Figura 14 - Mapas dos clusters do Índice de Moran Local – *Box Map*, da taxa de incidência de febre de chikungunya com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, Maranhão, 2015-2016



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011a)

Quanto ao Índice de Gini, os valores mais próximos da desigualdade social e a incidência os clustes do tipo Alto-Alto ocorreram no leste (Timon) e quatro no sul. Os *clusters* do tipo Baixo-Baixo, com valores mais próximos da igualdade social, abrangeram o norte e noroeste do estado. A formação dos sete *clusters* do tipo Baixo-Alto foi nas regiões norte, leste, sul e oeste, com alta taxa de incidência e seus vizinhos com baixo índice de Gini, ou seja, baixa concentração de renda. Foi observada ainda a formação de 10 agrupamentos do tipo Alto-Baixo, regiões noroeste, leste e sudoeste do estado, regiões com baixa incidência da doença vizinhas de municípios com alta concentração de renda (figura 15).

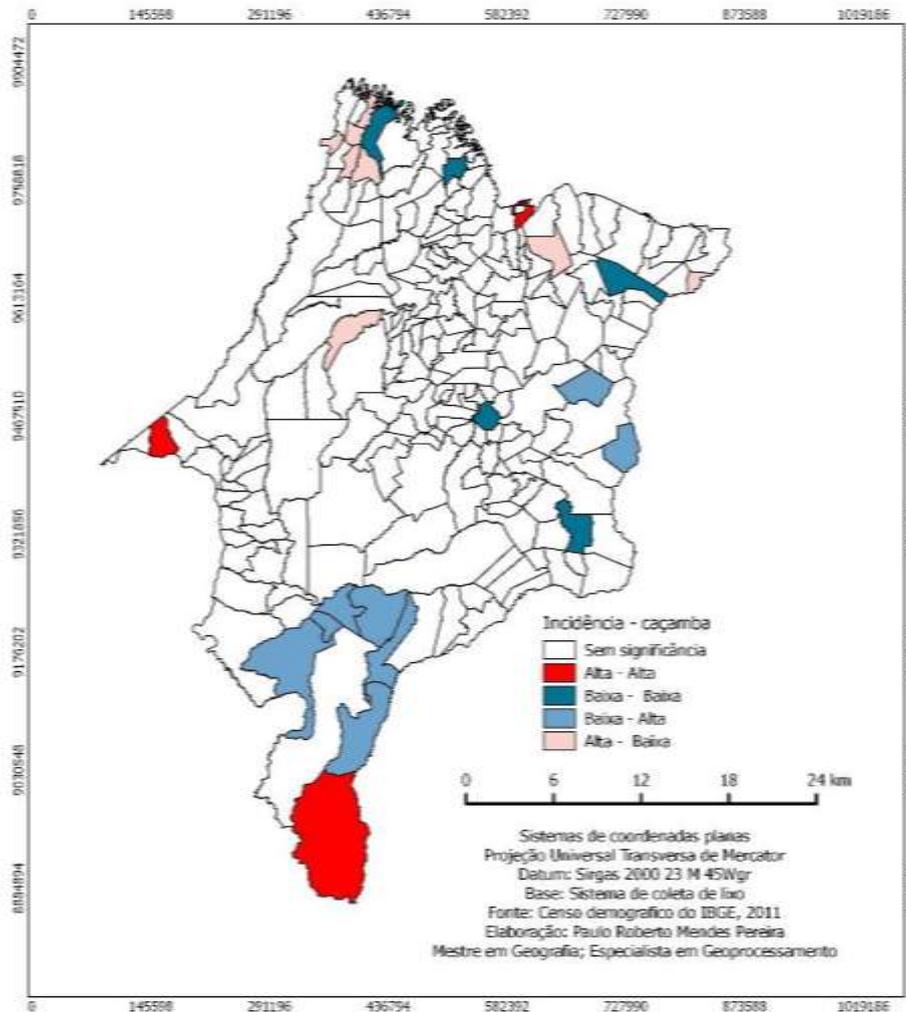
Figura 15 - Mapas dos clusters do Índice de Moran Local – *Box Map*, da taxa de incidência de febre de chikungunya com Índice de Gini, Maranhão, 2015-2016



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011a)

Ao analisar a incidência e a coleta de lixo por caçamba os clusters tipo Alto-Alto estavam nas regiões norte, sul e oeste enquanto que o tipo Baixo-Baixo, no noroeste e sudoeste do estado. Os oito agrupamentos do tipo Baixo-Alto estavam nas regiões leste e sul, municípios com alta incidência da doença, com vizinhos com baixo percentual de domicílios com coleta de lixo por caçamba. Os agrupamentos Alto-Baixo são oito e estavam agrupados nas regiões noroeste e sudoeste, com baixa incidência de febre de CHIK com vizinhos com alto percentual de domicílios com coleta de lixo por caçamba (figura 16).

Figura 16 - Mapas dos clusters do Índice de Moran Local – *Box Map*, da taxa de incidência de febre de chikungunya com coleta de lixo por caçamba, Maranhão, 2015-2016



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011a)

Considerando que as variáveis sociodemográficas e a taxa de incidência possuem especificidades, sendo que as primeiras são estáticas no tempo, o dado não muda durante todo o período de análise, e que a segunda pode apresentar variação, os casos não necessariamente ficam concentrados sempre em um mesmo lugar, optou-se por utilizar na análise dessa dinâmica, para verificar a ocorrência de agrupamentos espaciais significativos da febre de CHIK no estado do Maranhão, a taxa de incidência no espaço e no tempo, através do *software SaTScan*, que inclusive tem sido adotado pelo *Center for Disease Control (CDC)* de Atlanta para a vigilância epidemiológica (OLIVEIRA et al., 2011).

Os resultados detalhados desta análise são apresentados nos Apêndices A e B. As figuras 8 e 9 mostram as áreas de alto risco para febre de CHIK identificadas pela estatística

*scan* na qual buscou por aglomerados que abrangessem 10% e 50% da população em risco, sendo detectados 13 e 5 agrupamentos espaciais, respectivamente.

Através da análise feita pela varredura espacial de novos casos de febre de CHIK, foi possível verificar 13 agrupamentos, todos de risco alto, isso a 10% da população em risco para o período de análise (APÊNDICE A). O agrupamento cinco foi o que apresentou o valor mais alto do risco relativo (RR= 27,32) para o período de análise, esse agrupamento é formado apenas pelo município São Pedro da Água Branca. Esse mesmo agrupamento apresentou 296 casos, tendo 11.35 esperados. Este município está localizado em área fronteira do estado do Maranhão e possui características favoráveis à proliferação de epidemias, muitas vezes face ao processo migratório.

O agrupamento 13 foi o que apresentou os menores valores de risco relativo (RR= 1,3), localizados na região sudeste do estado, formado pelos municípios de São Félix de Balsas, Benedito Leite, Loreto, São Domingos do Azeitão, Mirador, Sambaíba, Sucupira do Norte e São Raimundo das Mangabeiras (tabela 5).

Tabela 5 - Agrupamentos puramente espaciais (10% da população) de casos de febre de chikungunya, Maranhão, 2015-2016

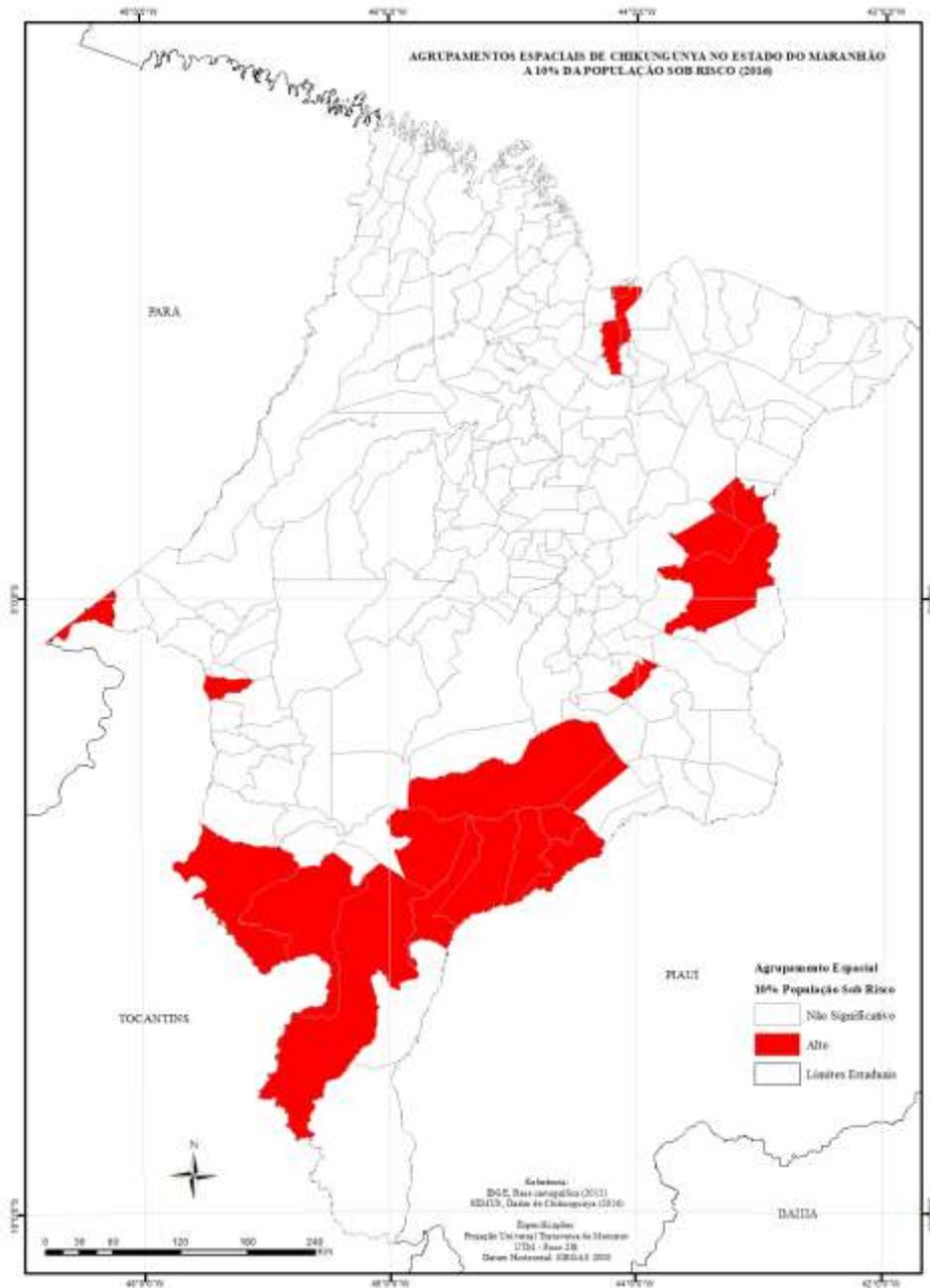
<b>Agrupamentos</b>	<b>Número de localidades</b>	<b>Número de Casos</b>	<b>Casos Esperados</b>	<b>Risco Relativo</b>	<b>p-valor</b>
1	4	1.155	221.04	6.17	<0,01
2	1	964	147.41	7.54	<0,01
3	1	717	107.83	7.37	<0,01
4	1	641	84.29	8.35	<0,01
5	1	296	11.35	27.32	<0,01
6	1	187	44.2	4.33	<0,01
7	1	98	16.84	5.9	<0,01
8	1	354	159.42	2.29	<0,01
9	3	392	208.41	1.94	<0,01
10	1	81	16.23	5.04	<0,01
11	2	78	39.99	1.96	<0,01
12	1	29	29	2.09	<0,01
13	8	100	76.95	1.3	<0,01

Fonte: Elaborado pela autora a partir do programa *SaTScan*.

A análise de varredura espacial possibilitou detectar 5.092 casos espalhados nos 13 agrupamentos espaciais a 10% da população de risco, sendo que todos estão associados ao

risco alto. Dos 26 municípios do Maranhão identificados nos 13 agrupamentos, todos estavam associados ao risco alto (figura 17).

Figura 17 - Áreas de risco de ocorrência de febre de chikungunya no estado do Maranhão pela estatística *scan*. Agrupamentos a 10% da população sob risco, para casos notificados, 2015-2016



Fonte: SES/MA/SINAN

Para a análise espacial de varredura espacial de casos de febre de CHIK, a 50% da população em risco, observaram-se cinco agrupamentos, todos considerados de alto risco (APÊNDICE B). O que se destacou com o maior risco (RR=27,32), foi o agrupamento quatro e com o menor risco o agrupamento um, com risco relativo (RR= 4,09). Contudo, também são agrupamentos de alto risco para a doença (tabela 6).

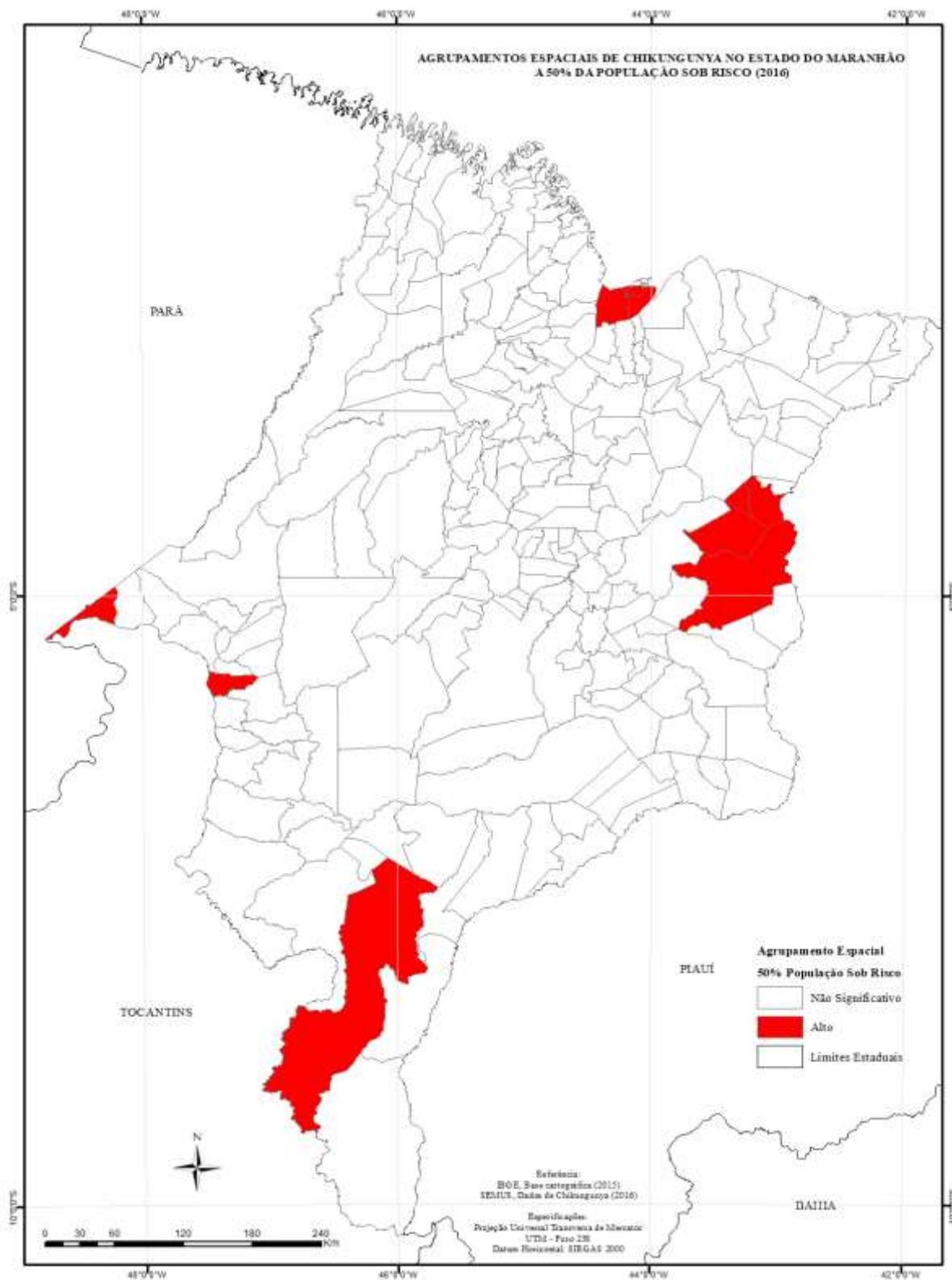
Tabela 6 - Agrupamentos puramente espaciais (50% da população) de casos de febre de chikungunya, Maranhão, 2015-2016

<b>Agrupamentos</b>	<b>Número de Localidades</b>	<b>Número de Casos</b>	<b>Casos Esperados</b>	<b>Risco Relativo</b>	<b>p-valor</b>
1	3	3.172	1.249,64	4.09	<0,01
2	4	1.155	221,04	6.17	<0,01
3	1	641	84,29	8.35	<0,01
4	1	296	11,35	27.32	<0,01
5	1	81	16,23	5.04	<0,01

Fonte: Dados da pesquisa realizada pela autora, a partir de dados do SINAN.

No agrupamento de maior risco ocorreram 296 casos, estando localizado o município de Balsas, na região sul do estado. No agrupamento de menor risco foram 3.172 casos e estavam localizados os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar, na região norte do estado (figura 18).

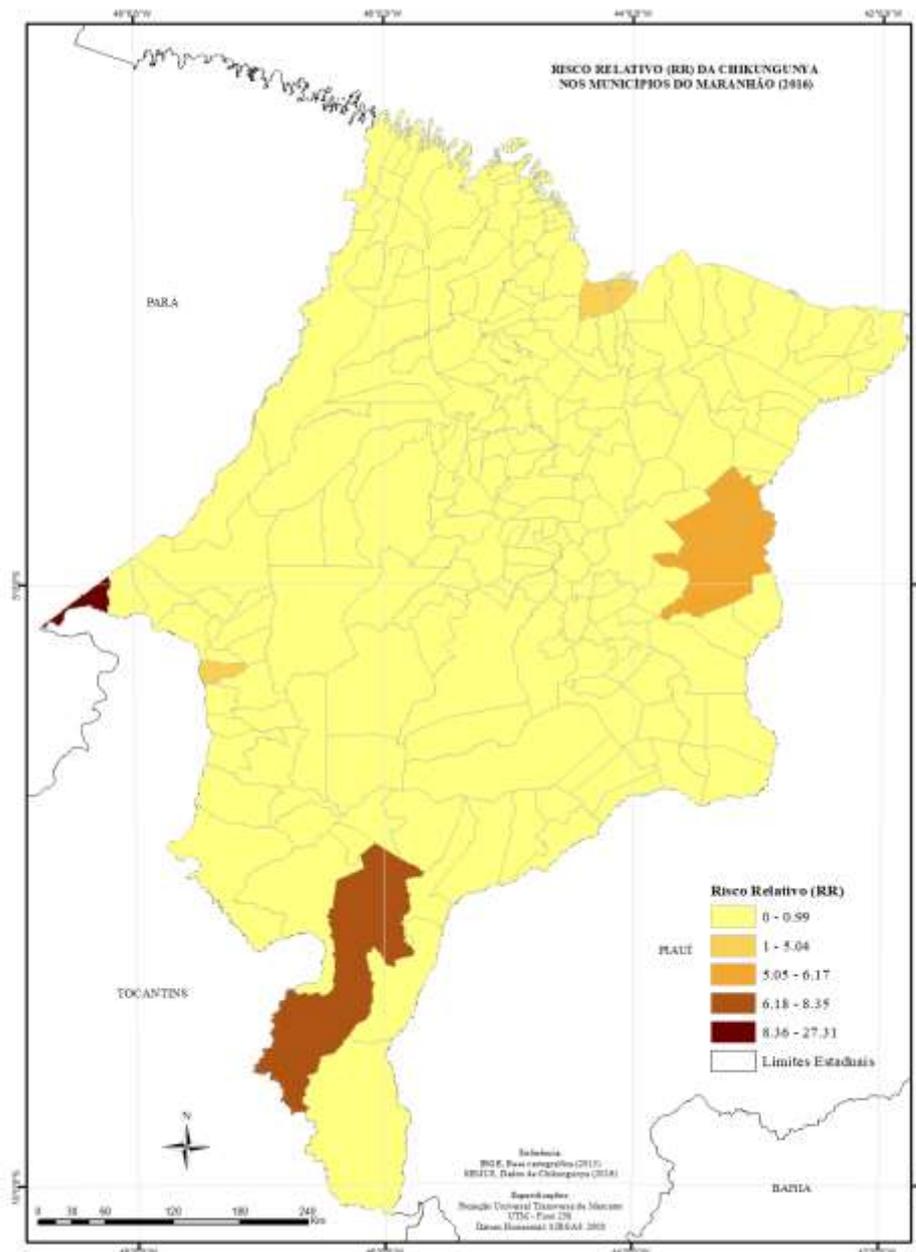
Figura 18 - Áreas de risco de ocorrência de febre de chikungunya no estado do Maranhão pela estatística *scan*. Agrupamentos a 50% da população sob risco, para casos notificados, 2015-2016



Fonte: SES/MA/SINAN

Na análise espacial do Risco Relativo buscaram-se identificar os agregados significativos para a identificação da doença, destacando-se os municípios com os maiores riscos os localizados nas regiões oeste (São Pedro da Água Branca), sul (Balsas), leste (Caxias, Aldeias Altas e Coelho Neto) e Norte (São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar), respectivamente (figura 19).

Figura 19 - Risco Relativo (RR) da febre de chikungunya no estado do Maranhão, para casos notificados, 2015-2016

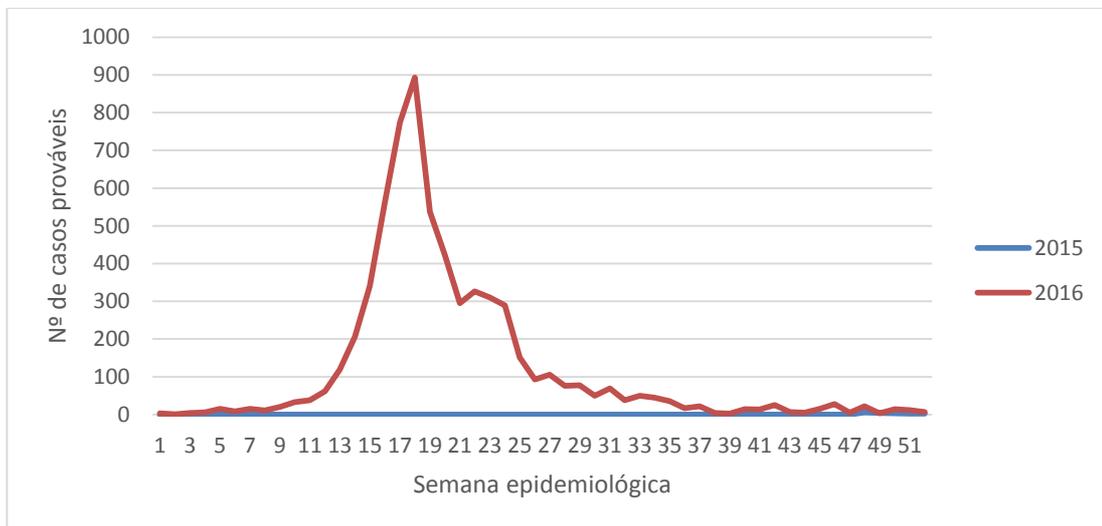


Ao comparar estes resultados àqueles encontrados por meio do *Box Map*, verifica-se um comportamento similar, em que ambas as metodologias, o *cluster* encontra-se nos mesmos municípios, apontando para estes locais como as regiões críticas.

## 6.4 Análise temporal

Nos anos de 2015 e 2016, o maior número de casos foi observado nos meses de abril e maio, com pico de registro no mês de maio. Entretanto, nos meses de junho, julho e agosto também há relevância no número de notificações de febre de CHIK. No gráfico 1 é possível visualizar, com maior nitidez, a distribuição mensal dos casos notificados durante nos anos estudados. Em 2015 foram notificados 18 casos prováveis de febre de chikungunya, enquanto que em 2016 foram 6.298 casos.

Gráfico 1 - Número de casos prováveis de febre de chikungunya, Maranhão, 2015-2016

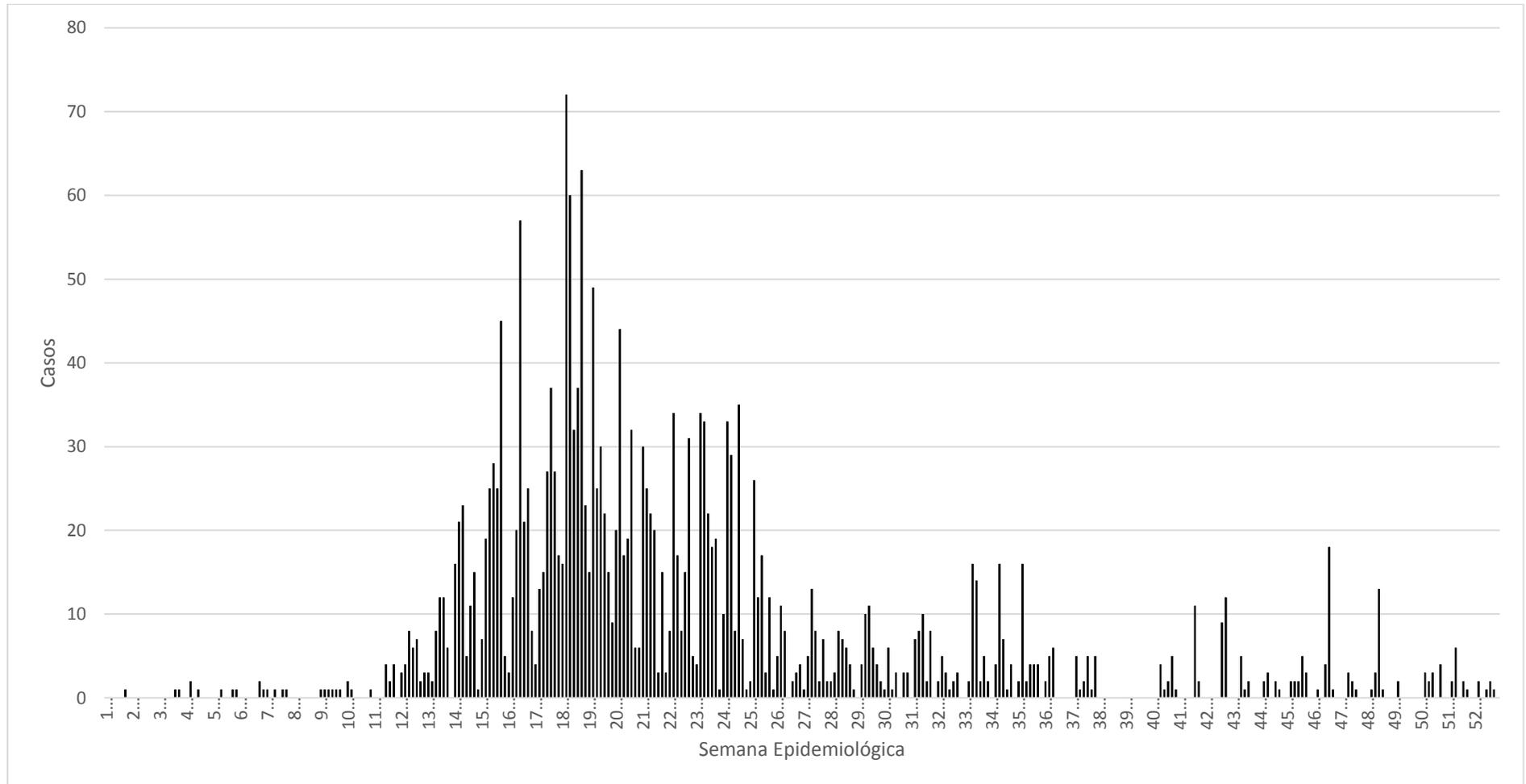


Fonte: SES/MA/SINAN

Desses, 33,26% ocorreram em São Luís, sendo sete casos em 2015 e 2.094 casos, em 2016. Considerando o baixo número de notificações no ano de 2015, foi feita uma análise somente para 2016, sendo que para melhor representatividade dos dados os mesmos foram analisados por dia.

A curva epidêmica dos casos prováveis de febre de CHIK em São Luís para o ano de 2016 mostrada no gráfico 2, indica com clareza que os casos foram aumentando ao longo das semanas epidemiológicas - SE, sendo que a partir da 11ª esse aumento foi progressivo, estendendo-se até 36ª SE de forma ininterrupta. Entre a 18ª e 19ª SE apresentou pico máximo. Observou-se ainda que da 14ª à 26ª SE houve notificações em todos os dias.

Gráfico 2 - Número de casos prováveis de febre de chikungunya, por semana epidemiológica e por dia, São Luís, Maranhão, 2016



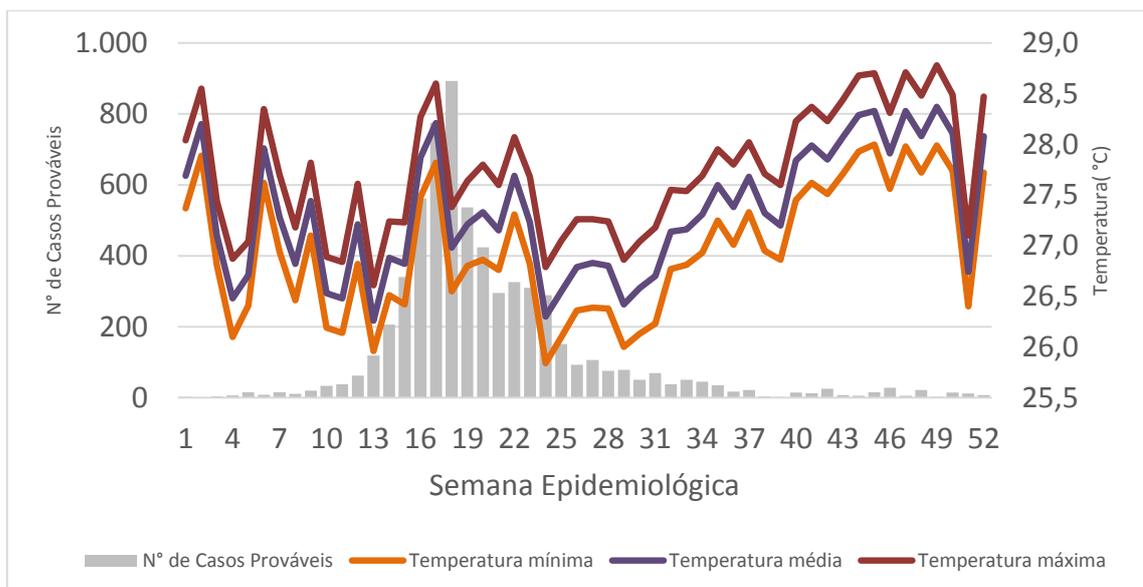
Fonte: SES/MA/SINAN

#### 6.4.1 Variáveis meteorológicas, LIRAA e o número de casos prováveis de febre de chikungunya, em São Luís no ano de 2016

O estudo das variáveis meteorológicas no ano da pesquisa consistiu, inicialmente, em uma análise exploratória das variáveis. Para isso, foram elaboradas séries de gráficos por variável e posteriormente das variáveis e o número de casos prováveis de febre de CHIK.

O gráfico 3 mostra as temperaturas mínimas, médias e máximas mensais no ano estudado. Analisando a distribuição das temperaturas no estado do Maranhão evidenciou-se que as temperaturas mínimas permaneceram entre 26.0°C e 28.0°C, a média ficou entre 26.0°C e 28.0°C e a máxima variou entre 26.5°C e 28.5°C.

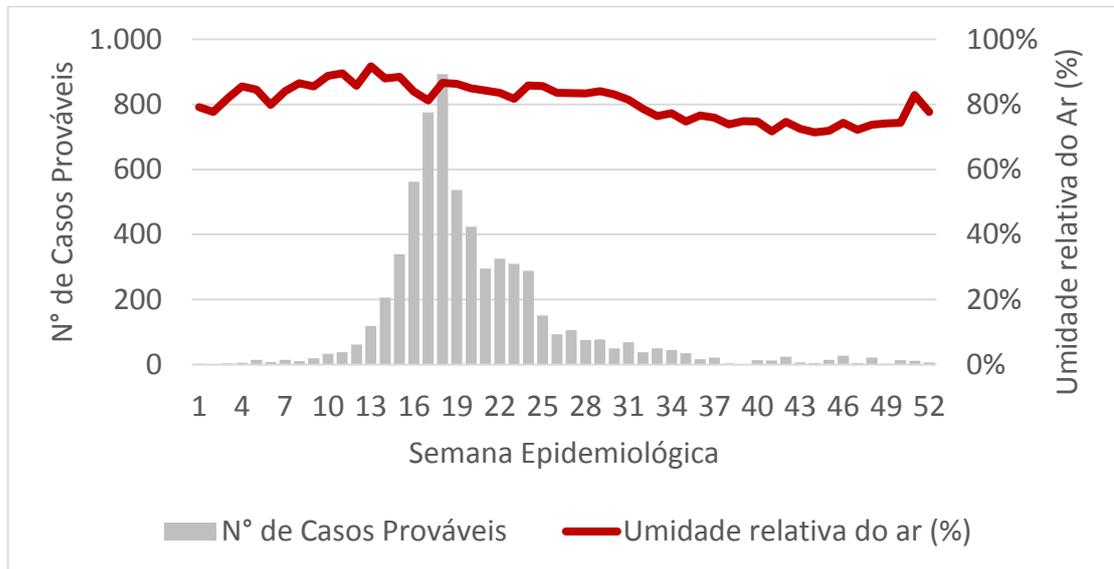
Gráfico 3 - Casos prováveis de febre chikungunya e temperaturas, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016



Fonte: SES/MA/SINAN

No gráfico 4 observa-se que a umidade relativa do ar permanece alta em todo o período estudado, acima de 70%, não ficando tão evidente a relação com o aumento no número de casos.

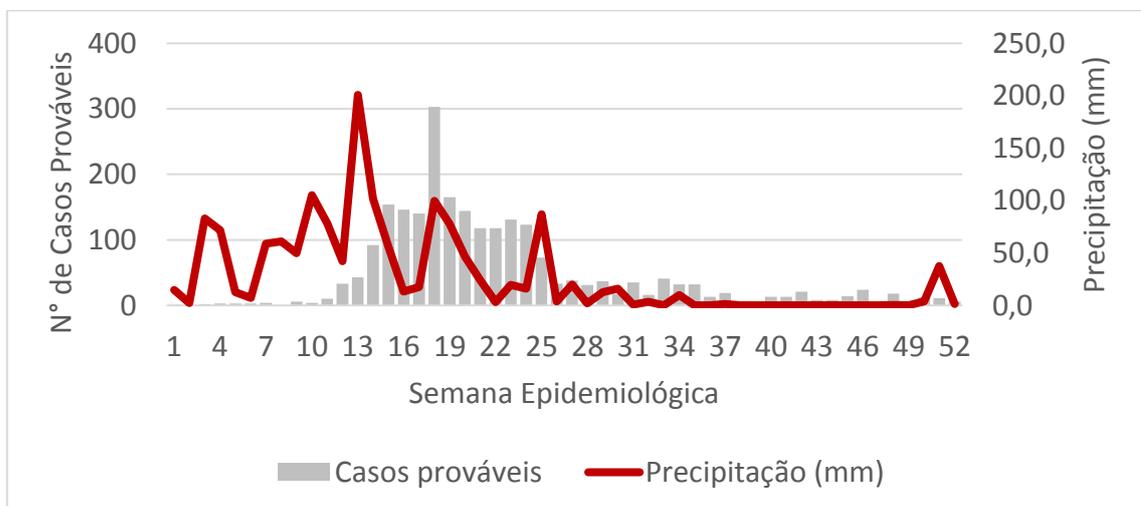
Gráfico 4 - Casos prováveis de febre chikungunya e umidade relativa do ar, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016



Fonte: SES/MA/SINAN

O gráfico 5 ilustra a distribuição das precipitações totais do período. Pode-se observar que o período mais chuvoso ocorre a partir da 7ª SE se estendendo até a 22ª SE ininterruptos. A partir da 26ªSE a precipitação cai bastante atingindo o valor mais baixo na 32ªSE.

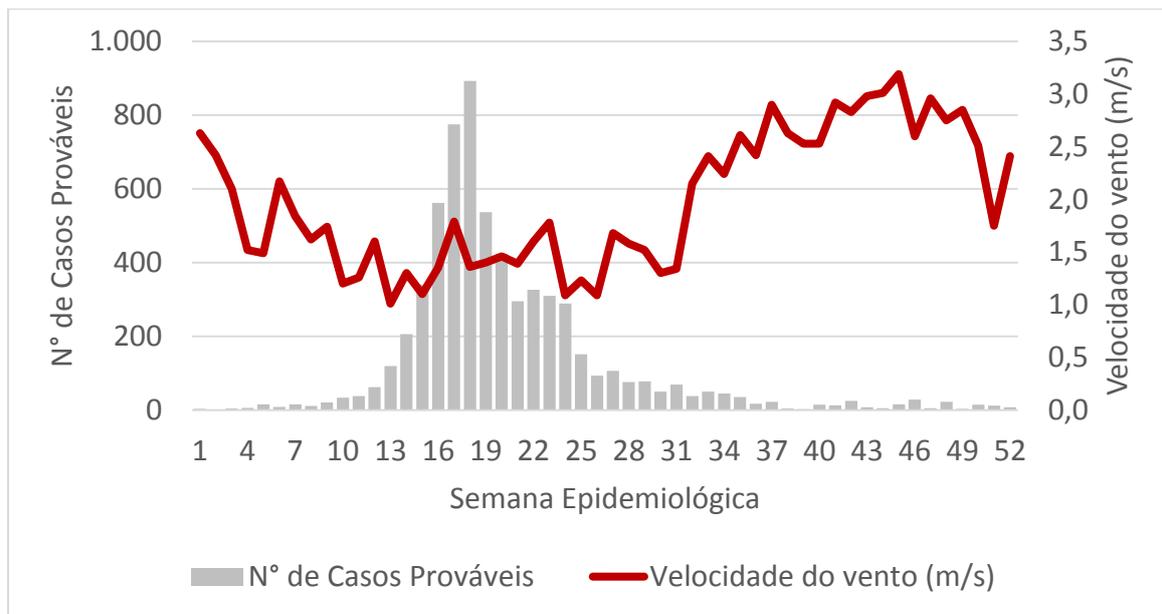
Gráfico 5 - Casos prováveis de febre chikungunya e precipitação, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016



Fonte: SES/MA/SINAN

A análise do gráfico 6 permite constatar que o período com o maior número de casos coincide com o período de menor velocidade do vento (1.0 m/s).

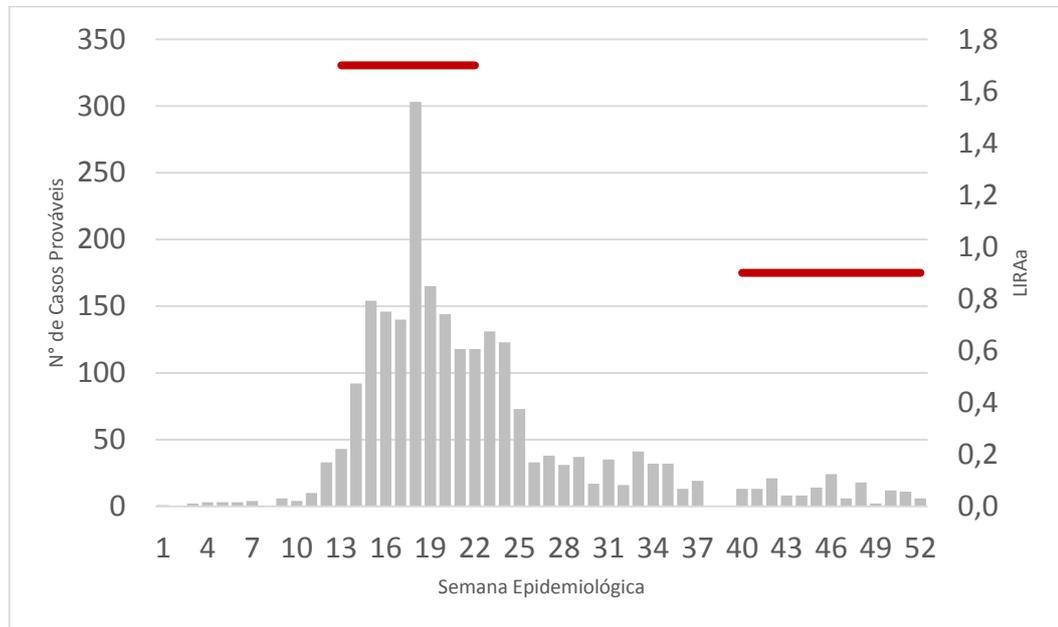
Gráfico 6 - Casos prováveis de febre chikungunya e velocidade do vento, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016



Fonte: SES/MA/SINAN

Ao se analisar a relação dos casos com o Índice de Infestação vetorial pode-se observar que os meses que apresentaram maiores notificações coincidiram com o ciclo que o município esteve de média intensidade de infestação pelo vetor (2.0), sendo considerado no primeiro ciclo em estado de alerta e no segundo ciclo, de baixa intensidade (1,0) coincidindo também, com a redução no número de casos (gráfico 7). Usando o padrão do Ministério da Saúde como referência, os municípios são classificados em três estratos (satisfatório, alerta e risco) de acordo com coeficiente de infestação por *Aedes aegypti*.

Gráfico 7- Casos prováveis de febre chikungunya e LIRAA, por semana epidemiológica, São Luís, Maranhão, 2016



Fonte: SES/MA/SINAN

#### 6.4.2 Análise exploratória das associações entre as variáveis meteorológicas, LIRAA e o número de casos prováveis de febre de chikungunya, em São Luís no ano de 2016

Ao analisar os casos e as variáveis meteorológicas foi verificado que no período avaliado nesta pesquisa houve uma média diária de  $6,3 \pm 10,8$  casos, variando de 0 a 72 casos registrados em um dia. A temperatura média apresentou uma média de  $27,3 \pm 0,77$  °C por dia, com uma variação de 24,2 a 28,7 °C. Para umidade média foi de  $80,6 \pm 6,0$  % por dia, variando de 69 a 95 %. A precipitação apresentou uma média de  $0,1 \pm 0,4$  mm variando de 0,0 a 3,4 mm. Quanto ao vento velocidade, a média diária foi de  $0,6 \pm 3,7$  m/s com variação de 1,9 a 0,6 m/s, para o vento direção, essa média foi de  $13 \pm 19^\circ$ , com variação de  $53,7 \pm 28,9^\circ$  e quanto ao vento rajada, a média registrada foi  $2,9 \pm 10,0$  m/s com variação de  $5,8 \pm 1,5$  m/s. Para o LIRAA a média diária foi  $0,75 \pm 0,82$  variando de  $0 \pm 2$  (tabela 7).

Tabela 7 - Estatística descritiva das variáveis de febre de chikungunya e variáveis meteorológicas, São Luís, 2016

Variável	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Casos	6,34	10,82	0	72
Temperatura média	27,33	0,77	24,2	28,7
Temperatura máxima	27,73	0,76	24,5	29,1
Temperatura mínima	26,96	0,79	24,0	28,4
Umidade média	80,67	6,02	69	95
Umidade mínima	78,47	6,01	67	94
Precipitação	0,16	0,43	0,0	3,4
Vento velocidade	0,6	3,7	1,98	0,69
Vento direção	13	191	53,71	28,91
Vento rajada	2,9	10,0	5,82	1,55
LIRAA	0,75	0,829	0	2

Fonte: SINAN/INMET

Ao analisar a quantidade que cada um dos dias da semana se repetiu ao longo do ano, observou-se que ocorreram 52 segundas-feiras, 51 terças-feiras, 49 quartas-feiras, 51 quintas-feiras, 51 sextas-feiras e 112 dias não úteis (sábados, domingos e feriados). Quanto à estação (chuva e estiagem) foram 105 dias de precipitação e 261 dias com ausência (tabela 8).

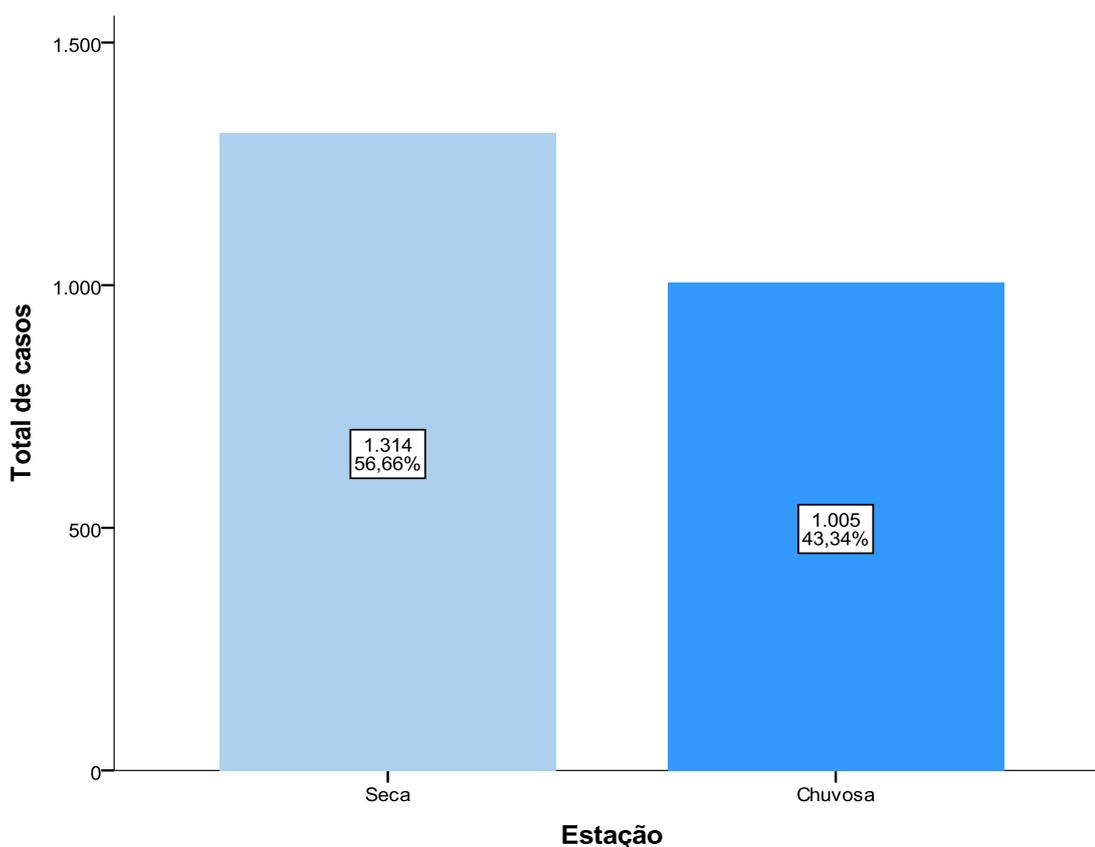
Tabela 8 - Frequência do número de casos de febre de Chikungunya, segundo dias da semana e estação, São Luís, Maranhão, 2016

Variável	N	%
Segunda-feira	1	52
	0	314
Terça-feira	1	51
	0	315
Quarta-feira	1	49
	0	317
Quinta-feira	1	51
	0	315
Sexta-feira	1	51
	0	315
Dia não útil	1	112
	0	254
Estação	1	105
	0	261

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da pesquisa.

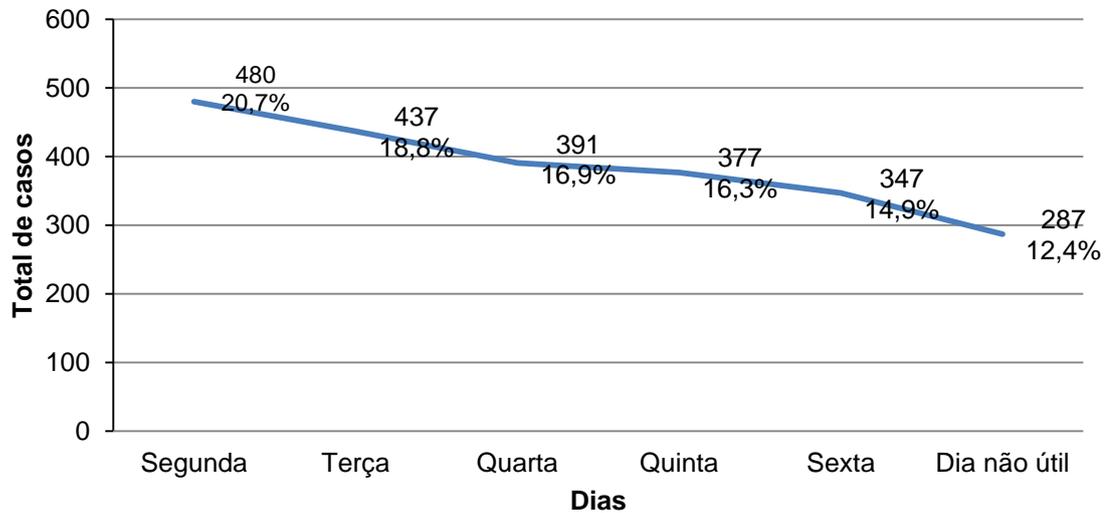
Observou-se a maior frequência de casos no período de estiagem (56,66%), julho à dezembro, em detrimento do período chuvoso (43,34%), janeiro à junho (gráfico 8). Houve mais notificações de segunda à sexta-feira, sendo que a segunda-feira (20,3%) e terça-feira (18,5%) foram os dias em que mais ocorreram. Nos dias não úteis (sábado, domingo e feriado) houve redução no número de notificações (gráfico 9).

Gráfico 8 - Casos de febre de chikungunya, segundo estação, São Luis, Maranhão, 2016



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do SINAN e INMET.

Gráfico 9 - Casos de febre de chikungunya, segundo dias da semana, São Luis, Maranhão, 2016



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do SINAN

O modelo ajustado para descrever as variações diárias das notificações de febre de CHIK contemplou as seguintes variáveis explicativas: dias da semana (sábado, domingo e feriados foram considerados base para comparações), estação (chuvosa/estiagem), precipitação diária, vento velocidade, vento direção e LIRAA. Para fins de ajuste, considerou-se inicialmente a distribuição Poisson para o desfecho. No entanto, a análise de resíduos não mostrou resultados satisfatórios e optamos por considerar a distribuição binomial negativa nessa análise, que apresentou resultados melhores (*deviance residual* = 399,1  $p$ -valor > 0,05). A relação dos casos com a pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar não foram estatisticamente significativa, não se ajustando ao modelo.

Segundo o modelo de regressão binomial negativa ajustada, as variáveis que apresentaram significância estatística para associação com o número de casos ( $p < 0,05$ ) foram velocidade e direção do vento, segunda, terça, quarta, quinta, sexta e LIRAA (tabela 9).

Os valores de Beta (Estimate) calculados demonstraram correlações positivas entre os casos e os valores do LIRAA e dias da semana, assim como correlações negativas entre a velocidade e direção do vento em função do número de casos.

De acordo com os exponenciais de Beta (RR), podemos verificar taxas de aumento destas variáveis ao longo do tempo. A estimativa das chances do aumento de casos foi 3,62 vezes nas segundas-feiras, 4,27 vezes nas terças-feiras, 3,71 vezes nas quartas-feiras, 3,70

vezes nas quintas-feiras e 2,96 vezes nas sextas-feiras. A cada ciclo do LIRAA, aumenta-se 3,12 vezes o número de casos (tabela 9).

Tabela 9 – Modelo Binomial Negativo Ajustado para os casos de febre de chikungunya, segundo velocidade e direção do vento, dias da semana precipitação e LIRAA, São Luis, Maranhão, 2016

<b>Parâmetros</b>	<b>Estimate</b>	<b>RR</b>	<b>2.5%</b>	<b>97.5%</b>
Velocidade do vento	-0,764	0,466	0,377	0,576
Direção do vento	-0,009	0,991	0,987	0,996
Segunda	1,289	3,629	2,362	5,575
Terça	1,454	4,279	2,775	6,596
Quarta	1,312	3,715	2,407	5,733
Quinta	1,309	3,702	2,378	5,762
Sexta	1,085	2,961	1,919	4,567
LIRAA	1,141	3,129	2,596	3,771

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do SINAN, INMET e SES

## 7 DISCUSSÃO

Os dados obtidos neste estudo mostram que a doença predominou em pacientes do sexo feminino (65,3%), durante o período em análise. Essa diferença encontrada do acometimento da doença entre os sexos, não parece ser influenciada por qualquer determinante biológico, mas em partes, pode ser explicada pelo maior contingente populacional das mulheres. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011b), o sexo feminino representa um pouco mais da metade (53,20%) da população maranhense. Estudos realizados no México por Garay-Morán et al. (2017) e Méndez et al. (2017) sobre a febre de CHIK encontraram resultados semelhantes. Assunção e Aguiar (2014) ao estudarem dengue, doença com o mesmo vetor de transmissão da febre de CHIK, encontraram resultados semelhantes e comentam que uma das explicações para esta diferença entre os sexos seria a maior permanência das mulheres no intradomicílio ou peridomicílio onde predominantemente ocorre a transmissão da doença. Além disso, ressalta-se que as mulheres buscam mais pelos serviços de saúde que os homens.

Pessoas de todas as faixas etárias são suscetíveis para adquirir esta infecção, contudo a mais acometida nesta pesquisa, foi a adulta de 20 a 44 anos (23,3%) e 35 a 49 anos (17%), corroborando com os resultados encontrados por Garay-Morán et al. (2017) e Méndez et al. (2017) no México e, Yaseen et al. (2012) na França, ao estudarem a doença. Observou-se ainda, que 13,2% dos indivíduos acometidos estavam na faixa etária de 50 a 64 anos. A faixa etária acima dos 45 anos está dentro da considerada como fator de risco para as formas graves da doença, principalmente se já tiverem algum acometimento articular anterior à doença (BRASIL, 2017a).

Salienta-se que o risco de se infectar com febre de CHIK independe do sexo e faixa etária, todavia, essa compreensão possibilitou apontar indícios para buscar entendimento de sua dinâmica na população maranhense.

Nos municípios que tiveram casos prováveis da doença, os pacientes são em sua maior parte, da área urbana (83,9%) o que reforça tratar-se de uma doença urbana. A intensidade dessa problemática no ambiente urbano ocorre principalmente em países mais pobres e tropicais, pois além de possuírem condições importantes para a infestação do vetor, como o clima, possuem problemas relacionados aos serviços de controle das epidemias, ausência de manutenção física das infraestruturas instaladas, dificuldades no planejamento urbano, saneamento básico e conseqüentemente no controle de disseminação das doenças

(AQUINO JÚNIOR, 2014), criando novas oportunidades para reprodução das populações de vetores (BARCELLUS et. al, 2005).

O número de casos prováveis de febre de CHIK que foram confirmados por laboratório ocorreu em 85,5% dos casos. O diagnóstico oportuno é fundamental para a adequada condução clínico-terapêutica dos casos, sobretudo em áreas endêmicas para outras doenças com sintomatologia parecida, como no caso da dengue (HONÓRIO et al., 2015). Além desta, o diagnóstico diferencial se faz com outras doenças, como malária, leptospirose, febre reumática, artrite séptica, vírus Zika e vírus Mayaro. No entanto, sabe-se que a demora desses resultados é uma realidade no País e, portanto, essa investigação laboratorial, não está relacionada ao tratamento do paciente, pois, até o momento, a febre de CHIK não possui tratamento antiviral específico, mas suporte de sintomático, hidratação, repouso e cuidados para as complicações que podem surgir. Contudo, a confirmação do diagnóstico é fundamental para que possam ser tomadas as medidas epidemiológicas visando minimizar os riscos de novas epidemias. Deve-se chamar a atenção para o fato de que uma vez caracterizada a transmissão sustentada de febre de CHIK em uma determinada área, com a confirmação laboratorial dos primeiros casos, os demais casos podem ser confirmados pelo critério clínico-epidemiológico (BRASIL, 2017a).

Observou-se que 96,9% dos pacientes ao serem notificados estavam na fase aguda, no entanto não se conhece a evolução da forma clínica da doença. Ao avaliarmos o tempo transcorrido entre o início dos primeiros sintomas e a notificação verificou-se que ocorreu em menos de nove dias em 70,7% dos casos. Essa grande procura no início dos sintomas pode ser justificada em virtude da poliartralgia, descrita em mais de 90% dos pacientes (BRASIL, 2017a) e pode persistir por meses e em alguns casos, até anos, conforme relatado em outros estudos Honório et al. (2015) e Castro, Lima e Nascimento (2016).

A elevada taxa de morbidade e intensa artralgia, por vezes debilitante, inclusive o nome da doença vem da característica da postura curvada que muitos pacientes “adotam” diante da intensidade das dores, interfere na qualidade de vida do indivíduo, com impactos sociais e econômicos significativos. Pesquisa realizada nas Ilhas da Reunião – França por Yassen et al. (2012) sobre os anos potenciais de vida perdidos ou vividos com incapacidade em decorrência da febre de CHIK encontrou perda aproximadamente de 55.000 *Disability-Adjusted Life Year* (DALYS) (DALY, equivale a um ano de vida saudável perdido).

Os maiores registros de casos ocorreram em áreas urbanas dos municípios com maior porte e densidade populacional. As áreas classificadas como urbanas, geralmente possuem uma alta densidade populacional, baixa cobertura vegetal e ruas essencialmente asfaltadas,

condições que parecem favorecer a presença do *Aedes aegypti* (LIMA-CAMARA; HONÓRIO; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 2006). Em diversos estudos sobre o *Aedes aegypti* fazem referência da alta frequência em ambientes urbanos, com elevada densidade populacional humana, mais frequentemente no intradomicílio, alimentando-se em humanos e de alimentos disponível nesses ambientes (BRAKS et al. 2003; LIMA-CAMARA; HONÓRIO; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 2006; HONÓRIO et al., 2009; ZARA et al., 2016). Zara et al. (2016) acrescentam ainda que raramente é encontrado em ambientes semisilvestres ou onde não há presença intensa do homem.

Paralela a estas questões estão os problemas urbanos caracterizados pela precariedade dos serviços, inadequada infraestrutura, aumento da produção de resíduos não orgânicos, a dinâmica migratória, que gera os aglomerados subnormais, fatores importantes que concorrem para o agravamento da situação e disseminação do vetor nas cidades (MASULLO, 2013).

Outro dado relevante é sobre as condições de renda da população, onde pudemos observar que os municípios com renda média e baixa apresentaram mais casos da doença. Contudo, não é o valor salarial das famílias que condicionam à febre de CHIK, mas sim pelas condições financeiras que estas têm em morarem em regiões com infraestrutura mais precária, tanto de moradia quanto de serviços públicos (CATÃO, 2011). Vale ressaltar os fatores históricos e as desigualdades já apontadas sobre o estado do Maranhão, pois só assim é possível entender as desigualdades dos serviços e conseqüentemente das doenças instaladas.

Ao analisarmos as condições de saneamento básico verificou-se que quanto ao acesso à água, todos os municípios tinham o abastecimento predominantemente, por rede geral. Todavia, a qualidade desse serviço não foi aferida. Conhecer o tipo de abastecimento de água de uma localidade é importante porque na ausência na regularidade do mesmo, certamente haverá residências com estoques em baldes ou outros recipientes, formando acidentalmente ambientes propícios para a evolução do *Aedes aegypti*. Outro aspecto a ser considerado é que alguns moradores não possuem encanamento em suas casas, seja por ausência do serviço público, seja pela impossibilidade de custeio destes serviços pelos moradores, ou ainda por falta de pressão na rede de encanamento, impedindo que a água abasteça os tanques reservatórios dos domicílios. Desse modo, outras fontes de acesso são recorridas pela população, dentre elas o abastecimento por água de poço e nesses casos se estiverem destampados ou mal tapados podem ser potenciais criadouros para o vetor da febre de CHIK (MATOS, 2012).

No que se refere ao esgotamento sanitário este é o serviço de saneamento básico com menor cobertura nos municípios maranhenses, sendo que a desigualdade dos serviços se repete ao observado no acesso à água potável, ou seja, quanto maior a população, maior a proporção de domicílios com esse serviço, similar à realidade nacional. A coleta dos esgotos sanitários é, pois, também fundamental para a garantia da qualidade de vida da população (SOARES, 2004). Contudo, percebe-se que a grande maioria dos municípios são desprovidos de coleta e tratamento de esgoto e que poucos possuem fossa séptica e nestes casos, o lançamento do esgoto é feito na água dos rios, mares, sem qualquer tratamento, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos, com consequências negativas ao meio ambiente e para a saúde da população. Cabe ressaltar que o Maranhão está entre os estados com as maiores carências do País. No entanto, essa deficiência de serviço é encontrada no cenário nacional, onde mesmo a região Sudeste, que apresenta os maiores índices para esgoto coletado e tratado, possui um déficit, retratando as desigualdades desse serviço oferecido à população brasileira (REDE SANEAMENTO, 2016).

Assim como os demais serviços de saneamento, o serviço de coleta de lixo também é deficiente. Dentre os oferecidos pelo serviço público, o mais utilizado nos municípios é o coletado por caçamba, no entanto, não se conhece a regularidade da limpeza nesses locais. Sabe-se que o lixo é um potencial criadouro para o *Aedes aegypti*, visto que se alimenta de frutas e vegetais adocicados, algo abundante no lixo residencial, a exposição prolongada do lixo nessas caçambas, não se tem dados disponíveis da regularidade dessa coleta pelo serviço público, podem contribuir para o aumento populacional do mosquito, pois dispõem de nutrientes necessários aos estágios de seu desenvolvimento (BRASIL, 2017a). Estudo realizado para avaliar o *Aedes aegypti* em condições laboratoriais, observou que a alta densidade larvária e a carência de alimentos causaram redução no tamanho dos mosquitos adultos e um aumento na taxa de mortalidade (SOBRAL; SOBRAL, 2017). Sendo assim, o lixo doméstico pode não apenas servir como criadouro, mas como fonte de suprimento alimentar para o mosquito. Em outra pesquisa Ferreira e Anjos (2001) retratam dessa problemática, sobretudo no período chuvoso, pois ao obstruírem canais e redes de drenagem urbana, propiciam condições favoráveis à proliferação da febre de CHIK.

Com isso ficou claro que todos os serviços de saneamento foram deficientes nos municípios do estado, principalmente os relacionadas à coleta de lixo e esgotamento sanitário e que as maiores incidências ocorreram nessas localidades. Embora essas variáveis não sejam os principais fatores explicativos da incidência de febre de CHIK, elas são importantes para explicar parte do fenômeno.

Na distribuição dos municípios quanto ao risco de terem epidemia de arboviroses chama atenção para duas exceções: o agrupamento de municípios de baixo risco epidêmico com 90% das notificações e o agrupamento de municípios que não possuem nenhuma notificação em áreas vizinhas a municípios com médio ou alto risco epidêmico.

Sabe-se que até 2015 não havia sido detectada a circulação CHIKV, conseqüentemente, a falta de imunidade da população, antes nunca expostos ao vírus, elevada e prolongada viremia, que aumenta as possibilidades de transmissão (ESPINAL, 2017), acarretou a ocorrência de muitos casos no estado. Assim, embora o município representasse baixo risco para as epidemias, esta condição não era fator protetor para a não ocorrência dos casos, visto que estes podem ocorrer com a renovação do estoque de suscetíveis e com uma grande densidade e dispersão de vetores (CATÃO, 2011).

Em relação à segunda exceção podemos considerar a possibilidade de subnotificações nos municípios que tiveram menor número de casos e naqueles onde não teve nenhum registro durante o período da pesquisa. No geral, as notificações realizadas pelos sistemas de saúde são decorrentes de informações disponibilizadas por indivíduos infectados que buscam esses serviços, entretanto, sabe-se que, por vários motivos, como erros de diagnósticos, infecções assintomáticas, problemas de acesso aos serviços de saúde (FEITOSA; SOBRAL; JESUS, 2015), entre outros, muitos casos podem não ter sido notificados.

Somando-se a isso, Duarte e França (2006) atribuem a deficiências estruturais na assistência, a não procura da população pelos serviços de saúde, em casos de sinais e sintomas da doença, fato este, que pode estar relacionado ao descrédito nesses serviços, hábitos culturais, que não priorizam atenção com a prevenção ou tratamento da doença, ou pela doença ser confundida com muitas viroses febris, e assim, não impondo em alguns casos a busca de atenção médica.

Outro fator relevante são os atrasos nas notificações, processamento e transferência das informações, neste caso, decorrente do uso inadequado do SINAN, por falta de conhecimento, por parte dos profissionais da saúde, da importância e dos procedimentos necessários para a notificação, assim como a falta de conhecimento e percepção da relevância em saúde pública das doenças submetidas à vigilância, como fatores que contribuem para as subnotificações.

Por outro lado, podemos destacar os atrasos por problemas operacionais, como falhas no sistema de informação, neste caso, decorrente do uso inadequado do SINAN, desconhecimento ou pouco interesse dos profissionais de saúde em efetuar a notificação.

Diversos autores ao pesquisarem doenças que são de notificação compulsória encontram as subnotificações como limitação em seus estudos e os resultados das mesmas podem não revelar a real força de circulação e magnitude epidemiológica da doença estudada. Considerando a febre de CHIK, doença complexa e ainda pouco compreendida, a dificuldade do acesso aos dados limita a compreensão das reais incidências, comprometendo as ações dos programas de saúde no rastreamento para controle da doença.

Ao avaliar a qualidade dos dados do Sistema de Vigilância Epidemiológica em Belo Horizonte-MG, entre os anos de 1996 a 2002, Duarte e França (2006), verificaram que do total de casos, 37% eram sub-registrados. Além disso, os casos notificados eram derivados, majoritariamente, dos de evolução mais grave, não representando assim a totalidade real do número de indivíduos infectados.

Na análise espacial verificou-se que a incidência teve correlação positiva com os índices de Gini e IDHM. Os municípios maranhenses que apresentam os índices mais altos - IDHM e as maiores concentrações de desigualdades - GINI estão nas cidades com os maiores contingentes populacionais, onde também foram observadas as maiores incidências da doença. Este achado corrobora com a pesquisa de Ribeiro et al. (2016) que avaliou as condições socioeconômicas e a dengue no Distrito Federal, doença transmitida pelo mesmo vetor. No entanto, a relação destas condições socioeconômicas e o *Aedes Aegypti* ainda causam discordância nos estudos. Paula et al. (2016) e Ribeiro et al. (2016) encontraram as maiores taxas em áreas carentes. Por outro lado, Resende et al. (2010) e Almeida et al. (2015) encontraram alta incidência tanto em áreas com precárias condições quanto nas mais desenvolvidas. Outras pesquisas realizadas com dengue, não identificaram relação do vetor com os fatores socioeconômicos. Esta discordância pode estar relacionada com a heterogeneidade da transmissão dessa doença.

Cabe ressaltar, que embora alguns municípios apresentem IDHM alto, o estado do Maranhão ocupa o penúltimo lugar entre todos os estados do Brasil tendo 78,8% de seus municípios na faixa muito alta de vulnerabilidade social (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2015). Diante destas reconhecidas limitações do IDHM, visto que não considera a desigualdade de renda e degradação ambiental, é necessário monitorar a evolução das condições de vida da população (SERRA; SERRA, 2013).

Além disso, outros aspectos são relevantes serem considerados, como sugerido por alguns autores ao estudarem a relação espacial entre doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti* e as condições socioeconômicas, como as variações climáticas, ambientais (FLAUZINO; SOUZA; OLIVEIRA, 2009), os hábitos, comportamentos e imunidade da população

(MONDINI; CHIARAVALLI NETO, 2007), a infestação vetorial, adaptação deste a novos ambientes, aspectos culturais da população, dentre outros.

Para avaliar o padrão da distribuição espacial da febre de CHIK no estado do Maranhão optou-se por utilizar duas técnicas de estatística espacial. Vale destacar que embora cada técnica baseie-se na detecção de *clusters* com critérios próprios, ambas revelaram claramente a aglomeração de casos nas mesmas regiões.

Desta forma, as áreas que apresentaram maiores riscos estavam localizadas nas regiões Oeste do estado (São Pedro da Água Branca), seguida do Sul (Balsas), Leste (Caxias, Aldeias Altas e Coelho Neto) e Norte (São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar). Supõe-se que esses municípios, são os que possuem as maiores ofertas de serviços de saúde no estado. Por esta razão podem ter evidenciado mais a ocorrência da doença em relação aos demais municípios. Resultado similar foi evidenciado por Roque et al. (2016) ao estudar dengue, observou que os municípios com maior oferta de acesso aos serviços de saúde contribuíram para uma maior notificação. Observou-se também que são os municípios que possuem as maiores populações urbanas do estado. Essa desigualdade, característica da maioria dos centros urbanos maranhense, pode ser explicada em razão do rápido processo de urbanização face à intensa migração da população advinda das áreas rurais do estado, a procura de emprego e melhores condições de vida. A única exceção é para São Pedro da Água Branca, por possuir a maior incidência do estado e o maior risco relativo, se destacou nas representações espaciais através das geoestatísticas.

Pela análise de varredura espacial considerando até 10% da população em risco, observamos 11 agrupamentos, sendo todos de alto risco. O agrupamento cinco foi o que apresentou o valor mais alto do risco relativo ( $RR= 27,32$ ) para o período de análise, esse agrupamento é formado apenas pelo município São Pedro da Água Branca. O agrupamento 13 foi o que apresentou os menores valores de risco relativo ( $RR= 1,3$ ), localizados na região sudeste do estado, formado pelos municípios de São Félix de Balsas, Benedito Leite, Loreto, São Domingos do Azeitão, Mirador, Sambaíba, Sucupira do Norte e São Raimundo das Mangabeiras.

Em relação à varredura espacial considerando até 50% da população em risco verificamos cinco agrupamentos, todos de alto risco. No agrupamento de maior risco ocorreram 296 casos, estando localizado o município de Balsas, região Sul do estado. No agrupamento de menor risco foram 3.172 casos que estão localizados em três municípios da Ilha do Maranhão: São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar, na região Norte do estado

(tabela 6). Estes municípios são os que apresentam as maiores densidades populacionais e têm melhor estrutura de serviços de saúde.

A doença só começou a ser detectada no Maranhão em 2015, possivelmente em muitos casos não foi feita a suspeição diagnóstica e conseqüentemente não foram notificados. Ao analisar a distribuição temporal dos casos no decorrer do ano de 2016, evidenciou-se maior concentração, com picos da doença, nas semanas epidemiológicas 11 a 38 e que após esse período, houve uma queda. Esse fato pode ser atribuído ao esgotamento dos susceptíveis, intervenção do controle vetorial e condições naturais desfavoráveis. Por outro lado, não se podem descartar os problemas operacionais, como falhas nos sistema de informação e pouco interesse dos profissionais em realizarem as notificações (GONÇALVES NETO; REBÊLO, 2004).

No Estado, São Luís apresentou o maior número de casos de febre de CHIK em 2016. Possivelmente a maior oferta dos serviços de saúde, além da melhor estruturação da Vigilância Epidemiológica, na capital, pode ter gerado maior proporção de casos notificados. No entanto, essas porcentagens não consideram as subnotificações.

Assim, optou-se por aprofundar a investigação para o ano de 2016 com uma análise distinta para São Luís devido tanto a maior disponibilidade e detalhamento de dados, como por ter sido a maior epidemia da cidade nesse ano. Inicialmente, tentou-se fazer uma análise espacial mais detalhada. Contudo, as dificuldades encontradas para conseguir dados limitaram algumas análises. Em virtude dessas limitações, optou-se por verificar potenciais explicações para a evolução das notificações ao longo do tempo (em dias).

Nas análises estatísticas verificamos que a melhor qualidade de correlações estatisticamente significativas ocorreu quando os dados foram agrupados por dia. Por exemplo, correlacionaram-se o número de casos diários com os dias da semana, dia não útil (sábado, domingo e feriado), as variáveis climáticas, estação (chuvosa ou estiagem) e LIRAA.

Segundo o modelo de regressão binomial negativa ajustada, as variáveis que apresentaram significância estatística significativa com o número de casos foram velocidade e direção do vento, segunda, terça, quarta, quinta, sexta e LIRAA.

Na análise da estimativa de aumento de casos verificou-se que maior chance de ocorrência durante a semana, sendo 4,27 vezes maior nas terças feiras. Este achado pode estar relacionado ao funcionamento dos serviços de saúde, que na atenção primária não ocorre nos finais de semana e feriados, e possivelmente os que foram notificados nesses dias, foram aqueles que tinham um estado mais grave e foram atendidos nas médias e/ou alta complexidade, que possuem atendimento 24h.

O valor negativo das correlações entre os casos e as variáveis velocidade e direção do vento mostra que quanto mais calmo estiver o vento, maior será o número de casos. Esta relação também é importante na dinâmica reprodutiva do *Aedes aegypti*, visto que pode influenciar na sua capacidade de mobilidade para dispersão. Embora ainda não seja considerado pela maioria dos estudos como um fator determinante para a proliferação do vetor, alguns (MENDONÇA; SOUZA; DUTRA, 2009; ACHKAR; CAMPONOVO, 2009) já fazem essa relação. Aquino Júnior (2010), por exemplo, relata que a alta velocidade dos ventos, pode dificultar o deslocamento aéreo do vetor e, conseqüentemente, comprometer a busca de alimentação e reprodução dos mesmos.

Ao analisarmos o índice de infestação vetorial, observou-se que em praticamente todo o período estudado, São Luís era considerada com média intensidade para o risco de epidemia, o que significa que havia circulação importante do vetor. A cada ciclo do LIRAA verificou-se que houve um aumento de 14,1% no número de casos. No entanto, essa determinação de risco apresenta alguns problemas, pois não são suficientes para medir a intensidade da infestação, podem até reduzir o risco de infecção, mas não o eliminam, inclusive, alguns trabalhos realizados com dengue, apontam que mesmo a baixa infestação vetorial é suficiente para a transmissão da doença (TAUIL, 2002). Outra realidade que se faz pertinente mencionar é quanto ao número insuficiente de agentes de endemias e a qualificação dos mesmos, pois as falhas nas vistorias podem comprometer a qualidade das investigações (AQUINO JÚNIOR, 2010).

Verificamos que o maior número de casos ocorreu na estação de estiagem (56,66%), entretanto diversos autores apontam que os níveis pluviométricos são fatores determinantes para a proliferação do mosquito e conseqüentemente das larvas, pois é nesse período que ocorre a eclosão dos ovos e início da fase larval. No entanto, é importante considerar o tempo entre o fator biológico, a transmissão e o registro dos casos, ou seja, a chuva de um determinado mês pode contribuir para explicar o número de casos da doença de dois e até quatro meses depois (RIBEIRO et al., 2006). Contudo, esse intervalo não foi avaliado pelo modelo estatístico. Vale ressaltar ainda, que o período chuvoso, é caracterizado como ótimo para o aumento dos reservatórios de água semipermanente para a evolução do *Aedes aegypti* e não diretamente a ocorrência de casos.

A umidade relativa do ar, também não apresentou correlação com os casos de febre de CHIK. Supõe-se que, como em São Luís tenha pequena variação desta variável climática, permanecendo sempre acima de 70%, condição favorável para o vetor, esta não oferece um ótimo parâmetro de análise, ficando difícil afirmar sua relação com a doença. No entanto,

Magalhães (2015) afirma que esta condição climática influencia inclusive, mais que a chuva, pois esta relacionada com a velocidade de reprodução do vetor, enquanto que àquela, com a diversificação e aumento da quantidade de criadouros, corroborando com Weber e Wollman (2012) que ao avaliarem a influência climática na proliferação do *Aedes aegypti* em Santa Maria – RS encontraram nos meses com alta umidade relativa do ar, maior quantidade de eclosão de ovos do mosquito, independente da quantidade de chuvas.

Não encontramos relação estatística significativa com as temperaturas (máxima, média e mínima). Assim como a umidade relativa do ar, a temperatura na cidade de São Luís mantém-se alta durante todo o ano, não saindo da zona de conforto do mosquito (entre 18°C e 34°C) e das temperaturas ideais para procriação (20°C e 46°C), conforme relatado por Vieira Junior (2011) ao estudar a variabilidade climática e sua influência na propagação do *Aedes aegypti*.

É importante ressaltar, contudo, que mesmo que haja uma estreita relação entre os fatores climáticos e as doenças de transmissão vetorial, como no caso da febre de CHIK, estes não são os únicos elementos responsáveis pela evolução temporal. Assim, como é pertinente considerar a limitação dos presentes resultados em decorrência que esses dados são suscetíveis a falhas nas leituras e manuseio dos aparelhos.

## 8 CONCLUSÃO

A suscetibilidade da população maranhense ao CHIKV acarretou uma epidemia no estado em 2016. Houve predomínio do sexo feminino, na faixa etária de 20 a 34 anos. No momento da notificação 96,9% dos pacientes estavam na fase aguda da doença. Essa grande procura no início dos sintomas pode estar relacionada à intensa poliartralgia, que atinge mais de 90% dos casos, conforme descrito na literatura e pelo MS. Observou-se ainda que 85,5% dos casos foram confirmados pelo critério laboratorial. A maioria dos municípios do estado possui pequeno porte populacional, baixa densidade e população de baixa renda. Quanto às condições de saneamento básico todos os serviços foram deficientes, principalmente coleta de lixo e esgotamento sanitário; as maiores taxas de incidência da doença ocorreram nesses municípios. Cabe ressaltar que o Maranhão está entre os estados com as maiores carências do País.

Para identificar as áreas de riscos e a localização dos aglomerados de casos utilizaram-se duas técnicas de estatística espacial, I. Moran e *Scan*. Ambas identificaram as mesmas áreas de risco, localizadas nas regiões Oeste do estado (São Pedro da Água Branca), seguida do Sul (Balsas), Leste (Caxias, Aldeias Altas e Coelho Neto) e Norte (São Luís, São José de Ribamar e Paço do Lumiar). Na estatística *Scan*, considerando até 10% da população em risco, observaram-se onze agrupamentos e até 50% da população em risco, cinco agrupamentos, sendo todos de alto risco. A identificação dos agregados é essencial para o aprimoramento de recursos na implementação de estratégias de controle da doença nesses municípios. As características comuns entre esses municípios é a alta densidade demográfica, possuir médio e alto risco para epidemia de arbovirose, possuírem os melhores índices de IDHM e as maiores concentrações de desigualdades – GINI. A única exceção é para São Pedro da Água Branca. Possivelmente, por possuir a maior incidência do estado e o maior risco relativo, se destacou nas representações espaciais através das geoestatísticas. Cabe ressaltar, que embora alguns municípios apresentem IDHM alto, o estado do Maranhão ocupa o penúltimo lugar entre todos os estado do Brasil, tendo 78,8% de seus municípios na faixa muito alta de vulnerabilidade social.

No estado, São Luís apresentou o maior número de casos em 2016. Possivelmente pela maior oferta dos serviços de saúde, além da melhor estruturação da Vigilância Epidemiológica. Para verificar potenciais explicações para o número de casos diários, realizou-se o modelo de regressão binomial negativa ajustada, com os dias da semana, dia não útil (sábado, domingo e feriado), as variáveis climáticas (pluviosidade, temperaturas, umidade

relativa do ar e vento), estação (chuvosa ou estiagem) e LIRAA. As variáveis que apresentaram significância estatística com o número de casos foram velocidade e direção do vento, segunda, terça, quarta, quinta, sexta e LIRAA.

Na análise da estimativa de aumento de casos observou-se que as maiores chances ocorreram durante a semana, sendo 4,27 vezes maior nas terças feiras.

O elemento climático que serviu como um ótimo parâmetro no estudo dos condicionantes da doença foi o vento. A correlação foi negativa, evidenciando-se que quanto mais calmo estiver o vento, maior será o número de casos. Embora ainda não seja considerada pela maioria dos estudos como um fator determinante para a proliferação do vetor, esta relação é importante na dinâmica reprodutiva e alimentação do *Aedes aegypti*. O LIRAA durante todo o período estudado, São Luís era considerado com média intensidade para o risco de epidemia, o que significa que havia circulação importante do vetor. A cada ciclo do LIRAA verificou-se que houve um aumento de 14,1% no número de casos.

Verificamos também que o maior número de casos ocorreu na estação de estiagem (56,66%). No entanto, é importante considerar o tempo entre o fator biológico, a transmissão e o registro dos casos, ou seja, a chuva de um determinado mês pode contribuir para explicar o número de casos da doença meses depois. Contudo, esse intervalo não foi avaliado pelo modelo estatístico.

Da mesma maneira a umidade relativa do ar e a temperatura também não apresentou correlação estatística significativa com os casos de febre de CHIK. Supõe-se que, como em São Luís tenha pequena variação destas variáveis climáticas, permanecendo em condição favorável para o vetor, estas não ofereceram um ótimo parâmetro de análise, ficando difícil afirmar sua relação com a doença.

A análise espacial pode auxiliar a vigilância epidemiológica na identificação de áreas de transmissão de doenças e de populações sob risco de adoecimento.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Identificou-se inequidade na oferta dos serviços de saneamento básico (água, esgoto e lixo) no estado do Maranhão, evidenciando-se a necessidade de melhoria das condições sanitárias nos municípios, resultando na redução de infecções e morbidade por inúmeras doenças. Entretanto, mesmo sabendo que a precária ou a inexistência desses serviços não estejam diretamente ligados à ocorrência de febre de CHIK, pode-se sugerir que a falta de saneamento ambiental pode implicar situações extremamente favoráveis à proliferação do vetor *Aedes aegypti*.

Deve-se considerar ainda que as inadequações encontradas em todas as dimensões dos serviços de saneamento básico podem interferir na qualidade de vida da população, e os benefícios nas condições sanitárias locais, resultam na redução das doenças, controle dos vetores e consequentemente dos recursos aplicados no tratamento dessas doenças.

A formação de aglomerados, principalmente nas regiões com maior IDHM e maior concentração de renda, indica as desigualdades sociais existentes no Maranhão. Em geral, as pessoas que sofrem as maiores privações na sociedade estão mais expostas a ambientes de risco e têm suas oportunidades limitadas pela falta de acesso a bens ambientais adequados. Apesar dos municípios que apresentaram maiores taxas de incidência possuem melhor IDHM, o Maranhão apresenta profundas disparidades internas. De fato, há neste estado uma forte desigualdade socioeconômica e problemas de infraestrutura urbana. Assim, considerar que as informações obtidas de dados secundários, quando agregados para descrever grandes regiões, oculta a grande variabilidade existente, podendo influenciar nos resultados da agregação espacial.

Deve ser pontuada ainda, a falta de completude e inconsistência em campos de variáveis essenciais das fichas de notificações de febre de CHIK, tais como, sinais e sintomas da doença, evolução dos casos, doenças pré-existentes, as perdas significativas devido ao preenchimento como “ignorado” ou sem preenchimento, o que dificultou a realização de análises mais fidedignas dos dados. Tal fato pode ocasionar erros nas aferições das variáveis em estudo, levando a um possível viés de informação, além de não retratar a realidade local e consequentemente não condizer com o real perfil epidemiológico da doença, dificultando a compreensão da força de circulação e magnitude epidemiológica da febre de CHIK no Estado do Maranhão.

Outra dificuldade deste estudo foi a falta de articulação de bancos de dados na área da saúde com os dados de geolocalização não permitindo identificar com maior precisão os

casos. Esses dados poderiam ser utilizados pela Vigilância Epidemiológica, já que possibilitariam a busca ativa dos casos, dinamizaria as investigações e as possíveis tomadas de decisão por parte da vigilância e dos gestores. Reforçamos a importância do uso de ferramentas de análise espacial e a metodologia proposta pelo presente estudo, por utilizar técnicas de análise que incorporam a dependência espacial em áreas na análise de ocorrência de febre de CHIK.

Ressalta-se que as informações deste estudo foram baseadas somente nos casos que foram notificados, mostrando apenas uma parte da incidência da doença, pois se sabe que o verdadeiro número de pessoas infectadas não chegam a fazer parte das estatísticas oficiais devido ao fato de ser uma doença na época desconhecida e conseqüentemente não ter sido identificada ou por limitação destas aos serviços de saúde.

Vale destacar que outras possíveis variáveis relacionadas à transmissão da doença, como por exemplo, regularidade do abastecimento de água, infestação vetorial de todos os municípios e outros resultados entomológicos para avaliação da densidade larvária, não foram incluídas nessa pesquisa. O abastecimento irregular de água faz com que as pessoas armazenem em recipientes que podem ser de possíveis criadouros e a limitação do acesso às informações sobre o vetor dificulta a análise de sua correlação com os casos da doença. Assim, deve ser considerada a limitação dos presentes resultados.

Sabe-se que a erradicação da febre de CHIK ainda é incerta, uma vez que depende de vários fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados à doença. Desta forma, os esforços em conjunto do poder público, fornecendo serviços públicos como saneamento básico e coleta de lixo e o engajamento da população, que se encontram inseridos no ambiente urbano organizado, são fundamentais na execução de medidas concretas de controle da doença.

#### **Recomendações para o SUS:**

- a) A análise do banco de dados de febre de CHIK do Maranhão no período da pesquisa indica que existe ainda subnotificação de casos. Serviços de saúde mais sensíveis faz a identificação de mais casos e têm condições de reter informações mais qualificadas para a Vigilância epidemiológica, originando estatísticas reais, além de possibilitar a realização de estudos mais fidedignos e contribuir para o melhor direcionamento de suas ações. Sugerimos que ocorram investimentos não só na capacitação de profissionais de saúde, através da educação continuada, mas principalmente conscientizá-los sobre a importância e a responsabilidade da notificação compulsória de doenças.

- b) É importante citar que nem todos os municípios do estado possuem uma Vigilância Epidemiológica estruturada; sugere-se o fortalecimento dos sistemas municipais de vigilância epidemiológica, dotados de autonomia técnico-gerencial para focar os problemas de saúde próprios de suas respectivas áreas de abrangência. Ressalta-se que quanto mais capacitada e eficiente for a instância local, mais oportunamente podem ser executadas as medidas de controle.
- c) Melhor investigação dos casos de febre de CHIK, com dados com maior consistência e qualidade. A informação de qualidade é extremamente relevante possibilitando subsidiar a tomada de decisão, tanto no nível local quanto no central, pois ela permitirá aos gestores diagnosticar de forma fidedigna as necessidades de saúde da população corroborando assim com o processo de produção de informação para a ação. Faz-se imprescindível também o monitoramento regular e frequente da qualidade dos dados dos bancos do SINAN, analisando-se a completitude dos registros, a consistência entre dados e duplicidades existentes.
- d) Outro ponto notável é a significativa proporção de domicílios com deficiência ou ausência dos serviços de saneamento básico. A preocupação é proporcional ao tamanho do problema: a falta ou a deficiência desses serviços deixa o estado mais exposto às doenças, além de aumentar a proliferação do *Aedes aegypti*, vetor de doenças de importante circulação no estado como Febre de Chikungunya, Dengue e Zika Vírus. Investimentos em saneamento diminuí a incidência de doenças e de internações hospitalares.
- e) Dar continuidade na relação academia e serviço. Essa articulação é importante por possibilitar a atualização dinâmica das práticas profissionais mediante a incorporação de novas metodologias de trabalho, acompanhando o desenvolvimento científico e tecnológico contribuindo significativamente para tornar mais oportuna as intervenções.
- f) Utilização do geoprocessamento, por meio das técnicas de georreferenciamento, de casos de febre de CHIK e índices de infestação do mosquito, possibilitando às Secretarias Municipais de Saúde, por meio da Vigilância Epidemiológica, maior agilidade na identificação dos locais com maior risco de transmissão da doença e melhor direcionamento das ações de controle do mosquito, em determinado espaço geográfico e tempo real, racionalizando os recursos utilizados nos trabalhos de controle da infestação, além de acompanhar e monitorar a situação não apenas da

febre de CHIK, mas das demais doenças transmitidas pelo *Aedes aegypti*.

**Financiamento:**

Este estudo é parte de um projeto de pesquisa financiado pelo CNPq e pela FAPEMA.

## REFERÊNCIAS

ACHKAR, M.; CAMPONOVO, M. G. La vegetación como indicador ambiental sobre La distribución de *Aedes aegypti* em Uruguay. In: PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO. **Efectos de los câmbios globales sobre La salud humana y La seguridad alimentaria**. Buenos Aires, 2009. p. 52-68.

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. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 10, n. 18, p. 1-18, 2013.

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

ALMEIDA, A. M. F. L. et al. Análise dos aspectos epidemiológicos da dengue na microrregião de saúde de Salvador, Bahia, no período de 2007 a 2014. **Revista Espaço para a Saúde**, Londrina, v. 16, n. 4, p. 64-73, 2015. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/espacoparasaude/article/view/23300/9>>. Acesso em: 12 out. 2017.

ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.

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 JÚNIOR, J. **A dengue em área de fronteira internacional: riscos e vulnerabilidades na Tríplice Fronteira de Foz do Iguaçu**. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

\_\_\_\_\_. **A dengue na área urbana contínua de Maringá/PR: uma abordagem socioambiental da epidemia de 2006/07**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

ARAÚJO, R. R.; NUNES, J. S. A. Relações Geográficas entre o Clima e a incidência de dengue na cidade de São Luís - MA. **Ciências Humanas em Revista**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 88-11, 2005.

ASSUNÇÃO, M. L.; AGUIAR, A. M. M. Perfil clínico-epidemiológico da dengue no município de Juscimeira-MT. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, Santa Cruz do Sul, v. 4, n. 4, p. 249-253, 2014.

AUGUSTO, L. G. da S. et al. *Aedes aegypti* control in Brazil. **The Lancet**, New York, v. 387, n. 10023, p. 1052-1053, 2016.

ÁVILA, R. C. R. Fiebre chikungunya en México: caso confirmado y apuntes para la respuesta epidemiológica. **Salud Pública México**, Cuernavaca, v. 56, n. 4, p. 402-404, 2014.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 10. ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2004.

BARBOSA, G. L. et al. Indicadores de infestação larvária e influência do porte populacional na transmissão de dengue no estado de São Paulo, Brasil: um estudo ecológico no período de 2007-2008. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 21, n. 2, p. 195-204, 2012.

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. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 145-151, 2010.

BARCELLUS, C. Et al. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 38, n. 3, p. 246-250, maio/jun. 2005.

BARROSO, W. B. G.; MAGALHÃES, J.L. Evolução da febre chikungunya no Brasil e os produtos relacionados. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 4., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2015.

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.

BRAKS, M. A. H. et al. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southeastern Brazil and Florida. **Journal of Medical Entomology**, Honolulu, v. 40, n. 6, p. 785-794, 2003.

BRASIL. Governo do Brasil. Portal Brasil. **Renda per capita no Nordeste teve 2º maior crescimento real entre regiões**. 2012. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2012/02/renda-per-capita-no-nordeste-teve-2b0-maior-crescimento-real-entre-regioes>>. Acesso em: 10 out. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Febre de Chikungunya**: manejo clínico. Brasília, DF, 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Levantamento rápido de índices para *Aedes aegypti* (LIRAA) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil**: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes. Brasília, DF, 2013.

\_\_\_\_\_. 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 16, 2016. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, DF, v. 47, n. 34, p. 1-10, 2016a.

\_\_\_\_\_. 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 50, 2017. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, DF, v. 48, n. 45, p. 1-13, 2017b. Disponível em:

<<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/10/2017-046-Publicacao.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção Básica. **Chikungunya: manejo clínico**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017a. Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/dezembro/25/chikungunya-novo-protocolo.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

CAIXETA, D. M.; SOUSA, F. G. de. A utilização de ferramentas e técnicas de geoprocessamento na identificação e análise das áreas de maior ocorrência de casos de dengue em Goiânia-GO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais Eletrônicos...** Florianópolis, 2007.

CÂMARA, F. P. et al. Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 42, n. 2, p. 137-140, 2009.

CÂMARA, G. et al. Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S. et al. (Orgs.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília, DF: Embrapa, 2004. cap. 5.

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**. 2007. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

CARVALHO JUNIOR, W. et al. Elaboração de zoneamentos agropedoclimáticos por geoprocessamento: soja em municípios do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, RG, v. 27, p. 379-387, 2003.

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

CASTRO, A. P. C. R. de; LIMA, R. A.; NASCIMENTO, J. dos S. Chikungunya: vision of the pain clinician. **Revista Dor**, São Paulo, v. 17, n. 4 p. 299-302, out./dez. 2016.

CATÃO, R. de C. **C356d dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo, Presidente Prudente, 2011.

CAVICCHIOLI NETO, V. et al. Desenvolvimento e integração de mapas dinâmicos georreferenciados para o gerenciamento e vigilância em saúde. **Journal of health Informatics**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 3-9, 2014.

CHIARAVALLOTI NETO, F. et al. Controle do dengue em uma área urbana do Brasil: avaliação do impacto do Programa Saúde da Família com relação ao programa tradicional de controle. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 987-997, 2006.

CONFALONIERI, U. E. C. Mudança climática global e saúde humana no Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, n. 27, p. 323-350, 2008.

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

COSTA, F. S. et al. Dinâmica populacional de *Aedes aegypti* (L) em área urbana de alta incidência de dengue. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 41, n. 3, p. 309-312, 2008.

COSTA, J. V. et al. Análise espacial de dados de contagem com excesso de zeros aplicado ao estudo da incidência de dengue em Campinas, São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 8, p. e00036915, ago. 2016.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R. Chikungunya no Brasil: um desafio emergente. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 283-285, 2015.

DRUCK, S. et al. (Eds.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília, DF: Embrapa, 2004.

DRUCK, S. et al. Spatial analysis of geographic data. **Embrapa Cerrados**, Brasília, DF, v. 1, p. 157-203, 2004.

DUARTE, H. H. P.; FRANÇA, E. B. Qualidade dos dados da vigilância epidemiológica da dengue em Belo Horizonte, MG. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 134-142, 2006.

DUFFY, M. R. et al. Zika virus outbreak on Yap Island, federated states of Micronesia. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 360, n. 24, p. 2536-2543, 2009.

ESPINAL, M. Chikunguña: primera arbovirosis emergente en el siglo XXI en las Américas. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, DC, v. 41, p. e108., 2017.

FARIA, N. R. et al. Zika virus in the Americas: Early epidemiological and genetic findings. **Science**, New York, v. 352, n. 6283, p. 345-349, 2016.

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

FEITOSA, F. R. S.; SOBRAL, I. S.; JESUS, E. N. Indicadores socioambientais como subsídio à prevenção e controle da dengue. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia**, Campo Grande, v. 19, n. 3, p. 351-368, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/18239>>. Acesso em: 16 out. 2017.

FERNANDES, R. S. et al. Índices de infestação e os casos de dengue no bairro Cavallhada I em Cáceres/MT – Brasil. **Hygeia**, Uberlândia, v. 11, n. 20, p. 20-31, jun. 2015.

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 689-696, 2001.

- FLAUZINO, R. F.; SOUZA, S. R.; OLIVEIRA, R. M. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, DC, v. 25, n. 5, p. 456-461, 2009. Disponível em: <<http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/9829>>. Acesso em: 12 nov. 2017.
- FREITAS, R. M. de. et al. Occurrence, productivity and spatial distribution of key-premises in two dengue-endemic areas of Rio de Janeiro and their role in adult *Aedes aegypti* spatial infestation pattern. **Tropical Medicine & International Health**, Oxford, v. 13, n. 12, p. 1488-1494, 2008.
- FURTADO, A. S. et al. Space-time analysis of visceral leishmaniasis in the State of Maranhão, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 12, p. 3935-3942, 2015.
- GARAY-MORÁN, C. Et al. Caracterización clínica y epidemiológica de fiebre chikungunya em México. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, DC, v. 41, p. 1-4, 2017.
- GAUY, J. S.; HINO, P.; SANTOS, C. B. dos. Spatial distribution of leprosy cases in Ribeirão Preto, Brazil, 2004. **Revista Latino-americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 15, n. 3, p. 460-465, 2007.
- GOMES, A. F. **Análise espacial e temporal da relação entre dengue e variáveis meteorológicas na cidade do Rio de Janeiro no período de 2001 a 2009**. 2011. 49 f. Dissertação (Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.
- GOMÉZ, M. Z.; ISAZA, D. V. El virus Chikungunya en Colombia: aspectos clínicos y epidemiológicos y revisión de la literatura. **Iatreia**, Medellin, v. 29, n. 1, p. 65-74, 2016.
- GONÇALVES NETO, V. S.; RABÊLO, J. M. M. Aspectos epidemiológicos do dengue no município de São Luís, Maranhão, Brasil, 1997-2002. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 5, p. 1427-1431, 2004.
- 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**. 2014. Tese (Doutorado) – Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, 2014.
- GONZÁLEZ T, M.; MATTAR, V. S. Virus Chikungunya in Colombia, a simple matter of time? **Revista MVZ**, Cordoba, v. 9, n. 2, p. 4045-4046, 2014.
- HAYES, E. B. et al. Zika virus outside Africa. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 15, n. 9, p. 1347-1350, 2009.
- HINO, P. et al. Distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto (SP). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. s11, p. 1289-1294, 2011.
- HINO, P. et al. Geoprocessamento aplicado à área da saúde. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 6, p. 939-943, 2006.

HONÓRIO, N. A. et al. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 5, p. 906-908, maio 2015.

HONÓRIO, N. A. et al. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 6, p. 1203-1214, jun. 2009.

HUERTA, D. C.; TOLOZA, P. A.; MORALES, A. J. R. Chikungunya en las Américas: Preparación, vigilancia y alerta en Chile. **Revista Chilena de Infectología**, Santiago, v. 31, n. 6, p. 761-762, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base de informação do censo demográfico 2010**: resultado do universo por setor censitário. Rio de Janeiro, 2011b.

\_\_\_\_\_. **Censo 2010**. Rio de Janeiro, 2011a. Disponível em: <censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 7 dez. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <[http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/Ivs/publicacao\\_atlas\\_ivs.pdf](http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/Ivs/publicacao_atlas_ivs.pdf)>. Acesso em: 5 jan. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Previsão numérica**. 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

JOHANSEN, I. G.; CARMO, R. L.; ALVES, L. C. **O espaço como dimensão analítica central na compreensão da dinâmica da Dengue na escala intramunicipal**. 2016. Disponível em: <<http://187.45.187.130/~abeporgb/xxencontro/files/paper/877-875.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

KRONEMBERGER, D. M. P. et al. Saneamento e meio ambiente. In: CAVARARO, M.; MENDONÇA, M. S.; BRAUNS, M. R. (Orgs.). **Atlas de saneamento**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. cap. 3.

KULLDORFF, M. et al. An elliptic spatial scan statistic. **Statistics in Medicine**, Oxford, v. 25, p. 3929-3943, 2006.

LAGROTTA, M. T. F. **Geoprocessamento de indicadores entomológicos na identificação de áreas, imóveis e recipientes (chaves) no controle do *Aedes aegypti***. 2006. 134 f. Dissertação (Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2006.

LAMPARELLI, R. A. et al. **Geoprocessamento e agricultura de precisão**: fundamentos e aplicações. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. v. 2.

LEITE, S. D. **Eficiência técnica dos serviços de saúde na Região Norte do Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7526/texto%20completo.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 8 set. 2016.

- LIMA-CAMARA, T. N.; HONÓRIO, N. A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Frequency and spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) in Rio de Janeiro, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 2079-2084, 2006.
- LOPES, T. F. et al. Laboratory evaluation of the development of *Aedes aegypti* in two seasons: influence of different places and different densities. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, São Paulo, v. 56, n. 5, p. 369-374, 2014.
- LUZ, K. G.; SANTOS, G. I. V. dos.; VIEIRA, R. de M. Febre pelo vírus Zika. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 24, n. 4, p. 785-788, 2015.
- MADARIAGA, M.; TICONA, E.; RESURRECCION, C. Chikungunya: bending over the Americas and the rest of the world. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, Salvador, v. 20, n. 1, p. 91-98, 2016.
- MAGALHÃES, G. B. **Comportamento espaço-temporal da dengue e sua relação com os elementos atmosféricos e socioeconômicos em Fortaleza/CE**. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- MARANHÃO. Secretaria do Estado e do Meio ambiente. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no estado do Maranhão**. São Luís, 2011. Disponível em: <[http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site\\_pt/Galerias/Arquivos/Publicacoes/Plano\\_Estadual\\_do\\_Maranhxo.pdf](http://www.fundoamazonia.gov.br/FundoAmazonia/export/sites/default/site_pt/Galerias/Arquivos/Publicacoes/Plano_Estadual_do_Maranhxo.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2016.
- MARCONATO, M. **Análise espacial da pobreza nos municípios brasileiros no ano de 2010**. 2015. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.
- MARQUES, A. P. da S. et al. Análise exploratória de dados de área para índices de furto na mesorregião de Presidente Prudente-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., 2010, Recife. **Anais...** Recife, 2010. p. 1- 8.
- MASULLO, Y. A. G. **Avaliação da dinâmica espacial da dengue em relação às questões socioambientais no distrito sanitário da COHAB no município de São Luís – MA**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Maranhão, 2013.
- MATOS, A. P. de C. **Do conhecimento à ação: prevenção e controle de dengue com base nas diretrizes da ecossáude**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, 2012.
- MEDEIROS, S. S. et al. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2012. Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/images/acervo-livros/Sinopse%20do%20Censo%20Demogr%C3%A1fico%20para%20o%20Semi%C3%A1rido%20Brasileiro.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.
- MÉNDEZ, N. et al. Perfil clinicoepidemiológico de la infección por Chikungunya en casos hospitalarios atendidos en 2015 en Mérida, México. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, DC, v. 41, p. 1-5, 2017.

MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. **Revista RA'EGA**, Curitiba, n. 4, p. 85-99, 2000.

MENDONÇA, F. Clima, tropicalidade e saúde: uma perspectiva a partir da intensificação do aquecimento global. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 100-112, 2005. Disponível em: <[http://www.geografia.fflch.usp.br/abclima/revista/vol\\_1/index.html](http://www.geografia.fflch.usp.br/abclima/revista/vol_1/index.html)>. Acesso em: 9 jul. 2012.

MENDONÇA, F. de A.; SOUZA, A. V.; DUTRA, D. de A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 257-269, 2009.

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

MONDINI, A. et al. Análise espacial da transmissão de dengue em cidade de porte médio do interior paulista. **Revista de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 3, p. 444-451, 2005.

MONDINI, A.; CHIARAVALLOTI NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 6, p. 923-930, 2007. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/32332>>. Acesso em: 8 out. 2017.

MOREIRA, E. P. B. **Análise Espaço-temporal de casos de dengue por distrito sanitário, São Luís, Maranhão, Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

MOYA, J.; PIMENTEL, R.; PUELLO, J. Chikungunya: un reto para los servicios de salud de la República Dominicana. **Revista Panamericana Salud Publica**, Washington, DC, v. 36, n. 5, p. 331-335, nov. 2014.

MURUGAN, S. B.; SATHISHKUMAR, R. Chikungunya infection: a potencial re-emerging global threat. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, Haikou, v. 9, n. 10, p. 933-937, 2016.

NARDI, S. M. T. et al. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 72, n. 3, p. 185-191, 2013.

NOVALES, F. J. M. de et al. A propósito de un caso de Fiebre de Chikungunya importada de América. **Sanidad Militar**, Madrid, v. 71, n. 3, p. 183-185, 2015.

NUNES, B. B. S.; MENDES, P. C. Clima, ambiente e saúde: um resgate histórico. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 42, p. 258-269, jun. 2012.

OLIVEIRA, G. C. S. et al. Uma abordagem da geografia do clima sobre os eventos extremos de precipitação em Recife PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 2, p. 238-251, 2011.

PAULA, A. R. et al. A incidência de dengue associada a fatores socioeconômicos no município de campos dos Goytacazes-RJ. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 22, n. 40,

p. 55-62, 2016. Disponível em:  
<<http://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/1228>>. Acesso em: 5 out. 2017.

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

PINHEIRO, J. M. Distribuição espaço-temporal da pluviosidade na Ilha do Maranhão no ano de 2016. **Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, Grajaú, v. 3, n. 8, p. 126-141, jan./abr. 2017.

PINTO, E. S. O.; SANTOS, G. R.; OLIVEIRA, F. L. de P. Análise espaço-temporal aplicada às ocorrências de hipertensão e diabetes nos municípios do estado de minas gerais. **Revista Brasileira de Biomedicina**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 238-266, 2014.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas Brasil**. 2013a. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

\_\_\_\_\_. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília, DF, 2013b.

QUEIROZ, José Wilton de. **Sistemas de informação geográfica e análise especial de dados como ferramentas para determinação de agregação espacial de doenças: a hanseníase como modelo**. 2010. 314 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2010.

REBÊLO, J. M. et al. Distribuição de *Aedes aegypti* e do dengue no Estado do Maranhão Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 477-486, 1999.

REDE SANEAMENTO. **Visão geral dos serviços de água e esgotamento sanitário no Brasil**. São Paulo: Dieese, 2016. Disponível em:  
<<https://www.dieese.org.br/estudosepesquisas/2016/estPesq82Saneamento.pdf>>. Acesso em: 2 jan.

REIS, C. B.; ANDRADE, S. M. O. de.; CUNHA, R. V. da. Aliados do *A. Aegypti*: fatores contribuintes para a ocorrência do dengue segundo as representações sociais dos profissionais das equipes de saúde da família. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 517-526, 2013.

REIS, I. C. et al. Relevance of differentiating between residential and non-residential premises for surveillance and control of *Aedes aegypti* in Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Tropica**, v. 114, n. 1, p. 37-43, 2010.

RESENDES, A. P. C. et al. Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da dengue. **Revista de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 274-282, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/672/67240184007.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

RIBEIRO, A. F. et al. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 4, p. 671-676, 2006.

RIBEIRO, N. G. et al. Relação entre as condições socioeconômicas e as taxas de incidência de dengue nas regiões administrativas do Distrito Federal. **Revista de Medicina e Saúde de Brasília**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, p. 22-27, 2016. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rmsbr/article/view/6522>>. Acesso em: 12 out. 2017.

RODRIGUES, M. et al. Análise espacial da mortalidade infantil e adequação das informações vitais: uma proposta para definição de áreas prioritárias. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 7, p. 2047-2054, jul. 2014.

ROQUE, A. C. M. et al. Perfil epidemiológico da dengue no município de natal e região metropolitana no período de 2007 a 2012. **Revista Ciência Plural**, Natal, v. 1, n. 3, p. 51-61, 2016. Disponível em: <<http://ufrn.emnuvens.com.br/rcp/article/view/8582>>. Acesso em: 9 out. 2017.

ROSEGHINI, W. F. F. **Clima urbano e Dengue no Centro-Sudoeste do Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SANTOS, R. S. Fatores associados à ocorrência de formas imaturas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 32, n. 4, p. 373-382, 1999.

SANTOS, R. S.; CARVALHO, M. S. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 31-42, jan./mar. 2000.

SERRA, A. S.; SERRA, M. A. Pobreza e meio ambiente: o caso dos municípios paranaenses. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, DF, n. 40, p. 142-181, 2013.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. A dengue no Brasil e as políticas de combate ao *Aedes aegypti*: da tentativa de erradicação às políticas de controle. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 3, n. 6, p. 163-175, jun. 2008.

SIQUEIRA, J. J. B. et al. Dengue and dengue hemorrhagic fever, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 11, n. 1, p.48-53, 2005.

SOARES, Sérgio Rodrigues Ayrimoraes, apud et al (Editores). Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco; Coleta e Tratamento de Esgotos Sanitários. Brasília – DF, 2004.

SOBRAL, M. F. F.; SOBRAL, A. I. G. da. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, maio 2017. Disponível em: <<http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/casos-de-dengue-e-coleta-de-lixo-urbano-um-estudo-na-cidade-do-recife/16258?>>. Acesso em: 10 set. 2017.

SOUZA, S. S de. SILVA, I. G. da; SILVA, H. G. da; Associação entre a incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti* no Estado de Goiás. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 43, n. 2, p. 152-155, 2010.

TAUIL, P. L. Condições para a transmissão da febre do vírus chikungunya. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 23, n. 4, p. 773-774, 2014.

TAUIL, P. L. Critical aspects of dengue control in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 867-871, 2002.

TAUIL, P. L. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 39, n. 3, p. 275-277, 2006.

VALLE, D.; AGUIAR, R.; PIMENTA, D. Lançando luz sobre a dengue. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 67, n. 3, p. 4-5, 2015.

VIANA, D.V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 240-256, 2013.

VIEIRA JÚNIOR, E. B. **Variabilidades climáticas (temperatura e precipitação) e sua influência na propagação do vetor da dengue, *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), no Estado de Pernambuco**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/6562/arquivo6474\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/6562/arquivo6474_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 10 set. 2017.

WEBER, A. A.; WOLLMAN, C. A. A influência climática na proliferação do mosquito *Aedes Aegypti* em Santa Maria-RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 1246-1253, 2012.

WEBER, A. A.; WOLLMANN, C. A. A influência climática na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Santa Maria-RS. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, Guarapuava, v. 38, n. 3, p. 1246-1253, 2012.

YASEEN, H. M. et al. Estimation of lasting impact of a Chikungunya outbreak in Reunion Island. **Epidemiology: Open Access**, v. S2, p. 003, 2012.

ZARA, A. L. de S. A. et al. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 25, n. 2, p. 391-404, abr./jun. 2016.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A - ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS ESPACIAIS DE CASOS DE FEBRE  
DE CHIKUNGUNYA NOS MUNICÍPIOS DO MARANHÃO, COM 10% DA  
POPULAÇÃO SOB RISCO (2015-2016)**

---

SaTScan v9.4.2

---

Program run on: Thu Nov 16 17:11:03 2017

Purely Spatial analysis  
scanning for clusters with high rates  
using the Discrete Poisson model.

---

#### SUMMARY OF DATA

Study period.....: 2015/1/1 to 2015/12/31  
Number of locations.....: 217  
Total population.....: 6904298  
Total number of cases.....: 6316  
Annual cases / 100000.....: 91.5

---

#### CLUSTERS DETECTED

1. Location IDs included.: 210030, 210010, 210340, 210300  
Overlap with clusters.: 2, 6  
Coordinates / radius.: (4.502677 S, 43.383547 W) / 41.68 km  
Gini Cluster.....: No  
Population.....: 241630  
Number of cases.....: 1155  
Expected cases.....: 221.04  
Annual cases / 100000.: 478.3  
Observed / expected...: 5.23  
Relative risk.....: 6.17  
Log likelihood ratio.: 1051.361923  
P-value.....: < 0.000000000000000001
  
2. Location IDs included.: 210300  
Overlap with clusters.: 1  
Coordinates / radius.: (4.867598 S, 43.296543 W) / 0 km  
Gini Cluster.....: Yes  
Population.....: 161135  
Number of cases.....: 964  
Expected cases.....: 147.41  
Annual cases / 100000.: 598.7

Observed / expected...: 6.54  
 Relative risk.....: 7.54  
 Log likelihood ratio...: 1050.314079  
 P-value.....: < 0.000000000000000001

3. Location IDs included.: 210750  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius.: (2.503560 S, 44.120572 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 117872  
 Number of cases.....: 717  
 Expected cases.....: 107.83  
 Annual cases / 100000.: 608.7  
 Observed / expected...: 6.65  
 Relative risk.....: 7.37  
 Log likelihood ratio...: 780.125467  
 P-value.....: < 0.000000000000000001
  
4. Location IDs included.: 210140  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius.: (8.237639 S, 46.342816 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 92145  
 Number of cases.....: 641  
 Expected cases.....: 84.29  
 Annual cases / 100000.: 696.1  
 Observed / expected...: 7.60  
 Relative risk.....: 8.35  
 Log likelihood ratio...: 769.347663  
 P-value.....: < 0.000000000000000001
  
5. Location IDs included.: 211153  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius.: (5.133802 S, 48.369497 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 12406  
 Number of cases.....: 296  
 Expected cases.....: 11.35  
 Annual cases / 100000.: 2387.5  
 Observed / expected...: 26.08  
 Relative risk.....: 27.32  
 Log likelihood ratio...: 687.200004  
 P-value.....: < 0.000000000000000001
  
6. Location IDs included.: 210340  
 Overlap with clusters.: 1  
 Coordinates / radius.: (4.248181 S, 43.112015 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 48321  
 Number of cases.....: 187

- Expected cases.....: 44.20  
 Annual cases / 100000.: 387.3  
 Observed / expected...: 4.23  
 Relative risk.....: 4.33  
 Log likelihood ratio...: 128.551934  
 P-value.....: < 0.000000000000000001
7. Location IDs included.: 211160  
 Overlap with clusters.: 13  
 Coordinates / radius..: (7.013643 S, 45.690934 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 18407  
 Number of cases.....: 98  
 Expected cases.....: 16.84  
 Annual cases / 100000.: 532.8  
 Observed / expected...: 5.82  
 Relative risk.....: 5.90  
 Log likelihood ratio...: 91.970565  
 P-value.....: < 0.000000000000000001
8. Location IDs included.: 211120  
 Overlap with clusters.: 9  
 Coordinates / radius..: (2.583162 S, 44.092365 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 174268  
 Number of cases.....: 354  
 Expected cases.....: 159.42  
 Annual cases / 100000.: 203.3  
 Observed / expected...: 2.22  
 Relative risk.....: 2.29  
 Log likelihood ratio...: 90.934123  
 P-value.....: < 0.000000000000000001
9. Location IDs included.: 210110, 210960, 211120  
 Overlap with clusters.: 8  
 Coordinates / radius..: (2.819907 S, 44.103304 W) / 26.34 km  
 Gini Cluster.....: No  
 Population.....: 227817  
 Number of cases.....: 392  
 Expected cases.....: 208.41  
 Annual cases / 100000.: 172.2  
 Observed / expected...: 1.88  
 Relative risk.....: 1.94  
 Log likelihood ratio...: 66.849446  
 P-value.....: < 0.000000000000000001
10. Location IDs included.: 210455  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius..: (5.718646 S, 47.324990 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes

Population.....: 17746  
 Number of cases.....: 81  
 Expected cases.....: 16.23  
 Annual cases / 100000.: 456.7  
 Observed / expected...: 4.99  
 Relative risk.....: 5.04  
 Log likelihood ratio..: 65.763085  
 P-value.....: < 0.000000000000000001

11. Location IDs included.: 210280, 210950  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius..: (7.373260 S, 47.202634 W) / 65.56 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 43711  
 Number of cases.....: 78  
 Expected cases.....: 39.99  
 Annual cases / 100000.: 178.6  
 Observed / expected...: 1.95  
 Relative risk.....: 1.96  
 Log likelihood ratio..: 14.218882  
 P-value.....: 0.000074

12. Location IDs included.: 210420  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius..: (5.668344 S, 44.029543 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: No  
 Population.....: 15240  
 Number of cases.....: 29  
 Expected cases.....: 13.94  
 Annual cases / 100000.: 190.4  
 Observed / expected...: 2.08  
 Relative risk.....: 2.09  
 Log likelihood ratio..: 6.199922  
 P-value.....: 0.157

13. 13.Location IDs included.: 211080, 210180, 210610, 211065, 210670, 210970, 211190, 211160  
 Overlap with clusters.: 7  
 Coordinates / radius..: (7.091885 S, 44.883400 W) / 89.48 km  
 Gini Cluster.....: No  
 Population.....: 84120  
 Number of cases.....: 100  
 Expected cases.....: 76.95  
 Annual cases / 100000.: 119.0  
 Observed / expected...: 1.30  
 Relative risk.....: 1.30  
 Log likelihood ratio..: 3.193353  
 P-value.....: 0.951
-

## PARAMETER SETTINGS

### Input

-----

Case File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Txt's\Casos.txt  
 Population File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Txt's\Pop.txt  
 Time Precision : Year  
 Start Time : 2015/1/1  
 End Time : 2015/12/31  
 Coordinates File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Txt's\Geo.txt  
 Coordinates : Latitude/Longitude

### Analysis

-----

Type of Analysis : Purely Spatial  
 Probability Model : Discrete Poisson  
 Scan for Areas with : High Rates

### Output

-----

Main Results File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_10txt  
 Shapefile : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_10ol.shp  
 Cluster File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_10ol.dbf  
 Stratified Cluster File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_10ci.dbf  
 Location File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_103e-313is.dbf  
 Risk Estimates File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_10rr.dbf  
 Simulated LLRs File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_10r.dbf

### Data Checking

-----

Temporal Data Check : Check to ensure that all cases and controls are within the specified temporal study period.  
 Geographical Data Check : Check to ensure that all observations (cases, controls and populations) are within the specified geographical area.

### Spatial Neighbors

-----

Use Non-Euclidian Neighbors file : No  
 Use Meta Locations File : No  
 Multiple Coordinates Type : Allow only one set of coordinates per location ID.

### Spatial Window

-----

Maximum Spatial Cluster Size : 10 percent of population at risk  
 Window Shape : Circular  
 Isotonic Scan : No

## Space And Time Adjustments

-----  
 Adjust for known relative risks : No

## Inference

-----  
 P-Value Reporting : Default Combination  
 Number of Replications : 999  
 Adjusting for More Likely Clusters : No

## Border Analysis

-----  
 Report Oliveira's F : No

## Spatial Output

-----  
 Report Hierarchical Clusters : Yes  
 Criteria for Reporting Secondary Clusters : No Geographical Overlap  
 Report Gini Optimized Cluster Collection : Yes  
 Gini Index Based Collection Reporting : Optimal Only  
 Report Gini Index Cluster Coefficients : No  
 Spatial Cluster Maxima : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10  
 Restrict Reporting to Smaller Clusters : No

## Other Output

-----  
 Report Critical Values : No  
 Report Monte Carlo Rank : No

## Run Options

-----  
 Processor Usage : All Available Processors  
 Suppress Warnings : No  
 Logging Analysis : Yes

---

Program completed : Thu Nov 16 17:11:04 2017  
 Total Running Time : 1 second  
 Processor Usage : 4 processors

**APÊNDICE B - ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS ESPACIAIS DE CASOS DE FEBRE  
DE CHIKUNGUNYA NOS MUNICÍPIOS DO MARANHÃO, COM 50% DA  
POPULAÇÃO SOB RISCO (2015-2016)**

---

SaTScan v9.4.2

---

Program run on: Thu Nov 16 17:12:37 2017

Purely Spatial analysis  
scanning for clusters with high rates  
using the Discrete Poisson model.

---

#### SUMMARY OF DATA

Study period..... : 2015/1/1 to 2015/12/31  
 Number of locations..... : 217  
 Total population..... : 6904298  
 Total number of cases..... : 6316  
 Annual cases / 100000..... : 91.5

---

#### CLUSTERS DETECTED

1. Location IDs included.: 211130, 211120, 210750  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius.: (2.631558 S, 44.308225 W) / 25.22 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 1366033  
 Number of cases.....: 3172  
 Expected cases.....: 1249.64  
 Annual cases / 100000.: 232.4  
 Observed / expected...: 2.54  
 Relative risk.....: 4.09  
 Log likelihood ratio..: 1454.659347  
 P-value.....: < 0.000000000000000001
  
2. Location IDs included.: 210030, 210010, 210340, 210300  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius.: (4.502677 S, 43.383547 W) / 41.68 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 241630  
 Number of cases.....: 1155  
 Expected cases.....: 221.04  
 Annual cases / 100000.: 478.3  
 Observed / expected...: 5.23

Relative risk.....: 6.17  
 Log likelihood ratio...: 1051.361923  
 P-value.....: < 0.000000000000000001

3. Location IDs included.: 210140  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius.: (8.237639 S, 46.342816 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 92145  
 Number of cases.....: 641  
 Expected cases.....: 84.29  
 Annual cases / 100000.: 696.1  
 Observed / expected...: 7.60  
 Relative risk.....: 8.35  
 Log likelihood ratio...: 769.347663  
 P-value.....: < 0.000000000000000001

4. Location IDs included.: 211153  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius.: (5.133802 S, 48.369497 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 12406  
 Number of cases.....: 296  
 Expected cases.....: 11.35  
 Annual cases / 100000.: 2387.5  
 Observed / expected...: 26.08  
 Relative risk.....: 27.32  
 Log likelihood ratio...: 687.200004  
 P-value.....: < 0.000000000000000001

5. Location IDs included.: 210455  
 Overlap with clusters.: No Overlap  
 Coordinates / radius.: (5.718646 S, 47.324990 W) / 0 km  
 Gini Cluster.....: Yes  
 Population.....: 17746  
 Number of cases.....: 81  
 Expected cases.....: 16.23  
 Annual cases / 100000.: 456.7  
 Observed / expected...: 4.99  
 Relative risk.....: 5.04  
 Log likelihood ratio...: 65.763085  
 P-value.....: < 0.000000000000000001

## PARAMETER SETTINGS

### Input

-----

Case File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Txt's\Casos.txt  
 Population File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Txt's\Pop.txt

Time Precision : Year  
 Start Time : 2015/1/1  
 End Time : 2015/12/31  
 Coordinates File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Txt's\Geo.txt  
 Coordinates : Latitude/Longitude

#### Analysis

-----

Type of Analysis : Purely Spatial  
 Probability Model : Discrete Poisson  
 Scan for Areas with : High Rates

#### Output

-----

Main Results File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_50txt  
 Shapefile : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_50ol.shp  
 Cluster File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_50ol.dbf  
 Stratified Cluster File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_50ci.dbf  
 Location File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_503e-313is.dbf  
 Risk Estimates File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_50rr.dbf  
 Simulated LLRs File : C:\Users\Suh Santos\Desktop\Emile\Results\Chikun\_50r.dbf

#### Data Checking

-----

Temporal Data Check : Check to ensure that all cases and controls are within the specified temporal study period.  
 Geographical Data Check : Check to ensure that all observations (cases, controls and populations) are within the specified geographical area.

#### Spatial Neighbors

-----

Use Non-Euclidian Neighbors file : No  
 Use Meta Locations File : No  
 Multiple Coordinates Type : Allow only one set of coordinates per location ID.

#### Spatial Window

-----

Maximum Spatial Cluster Size : 50 percent of population at risk  
 Window Shape : Circular  
 Isotonic Scan : No

#### Space And Time Adjustments

-----

Adjust for known relative risks : No

#### Inference

-----

P-Value Reporting : Default Combination  
 Number of Replications : 999

Adjusting for More Likely Clusters : No

#### Border Analysis

-----

Report Oliveira's F : No

#### Spatial Output

-----

Report Hierarchical Clusters : Yes  
 Criteria for Reporting Secondary Clusters : No Geographical Overlap  
 Report Gini Optimized Cluster Collection : Yes  
 Gini Index Based Collection Reporting : Optimal Only  
 Report Gini Index Cluster Coefficients : No  
 Spatial Cluster Maxima : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40,  
 50  
 Restrict Reporting to Smaller Clusters : No

#### Other Output

-----

Report Critical Values : No  
 Report Monte Carlo Rank : No

#### Run Options

-----

Processor Usage : All Available Processors  
 Suppress Warnings : No  
 Logging Analysis : Yes

---

Program completed : Thu Nov 16 17:12:39 2017  
 Total Running Time : 2 seconds  
 Processor Usage : 4 processors

## **ANEXOS**

## ANEXO A - FICHA DE INVESTIGAÇÃO DENGUE E FEBRE DE CHIKUNGUNYA

**SINAN**

República Federativa do Brasil  
Ministério da Saúde

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO**

**FICHA DE INVESTIGAÇÃO DENGUE E FEBRE DE CHIKUNGUNYA Nº**

**Caso suspeito de dengue:** pessoa que viva ou tenha viajado nos últimos 14 dias para área onde esteja ocorrendo transmissão de dengue ou tenha presença de *Ae.aegypti* que apresente febre, usualmente entre 2 e 7 dias, e apresente duas ou mais das seguintes manifestações: náuseas, vômitos, exantema, mialgias, cefaléia, dor retroorbital, petéquias ou prova do laço positiva e leucopenia.

**Caso suspeito de Chikungunya:** febre de início súbito e artralgia ou artrite intensa com início agudo, não explicado por outras condições, que resida ou tenha viajado para áreas endêmicas ou epidêmicas até 14 dias antes do início dos sintomas, ou que tenha vínculo epidemiológico com um caso importado confirmado.

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual	2 Agravado/ença 1- DENGUE 2- CHIKUNGUNYA	<input type="checkbox"/> Código (CID10) A 90 A 92	3 Data da Notificação	
	4 UF	5 Município de Notificação	Código (IBGE)		
	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)	Código	7 Data dos Primeiros Sintomas		
	8 Nome do Paciente				9 Data de Nascimento
Notificação Individual	10 (ou) Idade 1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano	11 Sexo M - Masculino F - Feminino 1 - Ignorado	12 Gestante 1-1º Trimestre 2-2º Trimestre 3-3º Trimestre 4- Idade gestacional ignorada 5-Não 6-Não se aplica 9-Ignorado	13 Raça/Cor 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9-Ignorado	
	14 Escolaridade 0-Analfabeto 1-1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3-0ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4-Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5-Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6-Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7-Educação superior incompleta 8-Educação superior completa 9-Ignorado 10-Não se aplica				
	15 Número do Cartão SUS	16 Nome da mãe			
	17 UF	18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito	
Dados de Residência	20 Bairro	21 Logradouro (rua, avenida,...)	Código		
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)	24 Geo campo 1		
	25 Geo campo 2		26 Ponto de Referência	27 CEP	
	28 (DDD) Telefone		29 Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado	30 País (se residente fora do Brasil)	
	<b>Dados clínicos e laboratoriais</b>				
	Dados clínicos	31 Data da Investigação	32 Ocupação		
33 Sinais clínicos 1-Sim 2- Não <input type="checkbox"/> Febre <input type="checkbox"/> Cefaleia <input type="checkbox"/> Vômito <input type="checkbox"/> Dor nas costas <input type="checkbox"/> Artrite <input type="checkbox"/> Petéquias <input type="checkbox"/> Prova do laço positiva <input type="checkbox"/> Mialgia <input type="checkbox"/> Exantema <input type="checkbox"/> Náuseas <input type="checkbox"/> Conjuntivite <input type="checkbox"/> Artralgia intensa <input type="checkbox"/> Leucopenia <input type="checkbox"/> Dor retroorbital					
Dados laboratoriais	34 Doenças pré-existentes 1-Sim 2- Não 9-Ignorado <input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> Hepatopatias <input type="checkbox"/> Hipertensão arterial <input type="checkbox"/> Doenças auto-imunes <input type="checkbox"/> Doenças hematológicas <input type="checkbox"/> Doença renal crônica <input type="checkbox"/> Doença ácido-péptica				
	35 Sorologia (IgM) Chikungunya Data da Coleta da 1ª Amostra (S1)		36 Sorologia (IgM) Chikungunya Data da Coleta da 2ª Amostra (S2)		37 Exame PRNT Data da Coleta
	38 Resultado S1 <input type="checkbox"/> S2 <input type="checkbox"/> PRNT <input type="checkbox"/> 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3 - Inconclusivo 4 - Não Realizado		39 Sorologia (IgM) Dengue Data da Coleta		
	40 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		41 Exame NS1 Data da Coleta		42 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado
	43 Isolamento Data da Coleta		44 Resultado 1 - Positivo 2 - Negativo - Inconclusivo 4 - Não Realizado		45 RT-PCR Data da Coleta
	46 Resultado 1 - Positivo 2 - Negativo - Inconclusivo 4 - Não Realizado		47 Sorotipo 1- DENV 1 2- DENV 2 3- DENV 3 4 - DENV 4		
48 Histopatologia 1- Compatível 2-Incompatível 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		49 Imunohistoquímica 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado			

Chikungunya/Dengue Sinan Online SVS 14/03/2016

Hospitalização	50 Ocorreu Hospitalização? 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado	51 Data da Internação	52 UF	53 Município do Hospital	Código (IBGE)
	54 Nome do Hospital	Código	55 (DDD) Telefone		
Conclusão	<b>Local Provável de Infecção (no período de 15 dias)</b>				
	56 O caso é autóctone do município de residência? 1-Sim 2-Não 3-Indeterminado	57 UF	58 País		
	59 Município	Código (IBGE)	60 Distrito	61 Bairro	
	62 Classificação 5- Descartado 10- Dengue 11- Dengue com Sinais de Alarme 12- Dengue Grave 13- Chikungunya	63 Critério de Confirmação/Descarte 1 - Laboratório 2 - Clínico-Epidemiológico 3-Em investigação		64 Apresentação clínica 1- Aguda 2- Crônica	
	65 Evolução do Caso 1-Cura 2- Óbito pelo agravamento 3- Óbito por outras causas 4-Óbito em investigação 9-Ignorado	66 Data do Óbito		67 Data do Encerramento	
<b>Preencher os sinais clínicos para Dengue com Sinais de Alarme e Dengue Grave</b>					
Dados Clínicos - Dengue com Sinais de Alarme e Dengue Grave	68 Dengue com sinais de alarme 1-Sim 2- Não 9-Ignorado	<input type="checkbox"/> Vômitos persistentes	<input type="checkbox"/> Aumento progressivo do hematócrito <input type="checkbox"/> Hepatomegalia >= 2cm		69 Data de início dos sinais de alarme:
	<input type="checkbox"/> Hipotensão postural e/ou lipotímia	<input type="checkbox"/> Dor abdominal intensa e contínua	<input type="checkbox"/> Acúmulo de líquidos		
	<input type="checkbox"/> Queda abrupta de plaquetas	<input type="checkbox"/> Letargia ou irritabilidade	<input type="checkbox"/> Sangramento de mucosa/outras hemorragias		
70 Dengue grave 1-Sim 2- Não 9-Ignorado	<b>Extravasamento grave de plasma:</b>		<b>Sangramento grave:</b>		
<input type="checkbox"/> Pulso débil ou indetectável	<input type="checkbox"/> Taquicardia	<input type="checkbox"/> Hematêmese		<input type="checkbox"/> Metrorragia volumosa	
<input type="checkbox"/> PA convergente <= 20 mmHg	<input type="checkbox"/> Extremidades frias	<input type="checkbox"/> Melena		<input type="checkbox"/> Sangramento do SNC	
<input type="checkbox"/> Tempo de enchimento capilar	<input type="checkbox"/> Hipotensão arterial em fase tardia	<b>Comprometimento grave de órgãos:</b>		<input type="checkbox"/> Alteração da consciência	
<input type="checkbox"/> Acúmulo de líquidos com insuficiência respiratória		<input type="checkbox"/> AST/ALT > 1.000		<input type="checkbox"/> Miocardite	
71 Data de início dos sinais de gravidade:		<input type="checkbox"/> Outros órgãos, especificar:			
<b>Informações complementares e observações</b>					
<b>Observações Adicionais</b>					
Investigador	Município/Unidade de Saúde			Cód. da Unid. de Saúde	
	Nome	Função	Assinatura		

## ANEXO B - CALENDÁRIO DE NOTIFICAÇÃO (SEMANA EPIDEMIOLÓGICA) PARA O ANO DE 2015



República Federativa do Brasil  
Ministério da Saúde

Sistema de Informação de Agravos de Notificação

Página: 1

### CALENDÁRIO DE NOTIFICAÇÃO PARA O ANO DE 2015

Semana	Início	Término
1	04/01/2015	10/01/2015
2	11/01/2015	17/01/2015
3	18/01/2015	24/01/2015
4	25/01/2015	31/01/2015
5	01/02/2015	07/02/2015
6	08/02/2015	14/02/2015
7	15/02/2015	21/02/2015
8	22/02/2015	28/02/2015
9	01/03/2015	07/03/2015
10	08/03/2015	14/03/2015
11	15/03/2015	21/03/2015
12	22/03/2015	28/03/2015
13	29/03/2015	04/04/2015
14	05/04/2015	11/04/2015
15	12/04/2015	18/04/2015
16	19/04/2015	25/04/2015
17	26/04/2015	02/05/2015
18	03/05/2015	09/05/2015
19	10/05/2015	16/05/2015
20	17/05/2015	23/05/2015
21	24/05/2015	30/05/2015
22	31/05/2015	06/06/2015
23	07/06/2015	13/06/2015
24	14/06/2015	20/06/2015
25	21/06/2015	27/06/2015
26	28/06/2015	04/07/2015
27	05/07/2015	11/07/2015
28	12/07/2015	18/07/2015
29	19/07/2015	25/07/2015
30	26/07/2015	01/08/2015
31	02/08/2015	08/08/2015
32	09/08/2015	15/08/2015
33	16/08/2015	22/08/2015
34	23/08/2015	29/08/2015
35	30/08/2015	05/09/2015
36	06/09/2015	12/09/2015
37	13/09/2015	19/09/2015
38	20/09/2015	26/09/2015
39	27/09/2015	03/10/2015
40	04/10/2015	10/10/2015
41	11/10/2015	17/10/2015
42	18/10/2015	24/10/2015
43	25/10/2015	31/10/2015
44	01/11/2015	07/11/2015
45	08/11/2015	14/11/2015
46	15/11/2015	21/11/2015
47	22/11/2015	28/11/2015
48	29/11/2015	05/12/2015
49	06/12/2015	12/12/2015
50	13/12/2015	19/12/2015
51	20/12/2015	26/12/2015
52	27/12/2015	02/01/2016

**Observação:** Por convenção internacional as semanas epidemiológicas são contadas de domingo a sábado. A primeira semana do ano é aquela que contém o maior número de dias de janeiro e a última a que contém o maior número de dias de dezembro.

Emitido em: 04/11/2015

## ANEXO C - CALENDÁRIO DE NOTIFICAÇÃO (SEMANA EPIDEMIOLÓGICA) PARA O ANO DE 2016



República Federativa do Brasil  
Ministério da Saúde

Sistema de Informação de Agravos de Notificação

Página: 1

### CALENDÁRIO DE NOTIFICAÇÃO PARA O ANO DE 2016

Semana	Início	Término
1	03/01/2016	09/01/2016
2	10/01/2016	16/01/2016
3	17/01/2016	23/01/2016
4	24/01/2016	30/01/2016
5	31/01/2016	06/02/2016
6	07/02/2016	13/02/2016
7	14/02/2016	20/02/2016
8	21/02/2016	27/02/2016
9	28/02/2016	05/03/2016
10	06/03/2016	12/03/2016
11	13/03/2016	19/03/2016
12	20/03/2016	26/03/2016
13	27/03/2016	02/04/2016
14	03/04/2016	09/04/2016
15	10/04/2016	16/04/2016
16	17/04/2016	23/04/2016
17	24/04/2016	30/04/2016
18	01/05/2016	07/05/2016
19	08/05/2016	14/05/2016
20	15/05/2016	21/05/2016
21	22/05/2016	28/05/2016
22	29/05/2016	04/06/2016
23	05/06/2016	11/06/2016
24	12/06/2016	18/06/2016
25	19/06/2016	25/06/2016
26	26/06/2016	02/07/2016
27	03/07/2016	09/07/2016
28	10/07/2016	16/07/2016
29	17/07/2016	23/07/2016
30	24/07/2016	30/07/2016
31	31/07/2016	06/08/2016
32	07/08/2016	13/08/2016
33	14/08/2016	20/08/2016
34	21/08/2016	27/08/2016
35	28/08/2016	03/09/2016
36	04/09/2016	10/09/2016
37	11/09/2016	17/09/2016
38	18/09/2016	24/09/2016
39	25/09/2016	01/10/2016
40	02/10/2016	08/10/2016
41	09/10/2016	15/10/2016
42	16/10/2016	22/10/2016
43	23/10/2016	29/10/2016
44	30/10/2016	05/11/2016
45	06/11/2016	12/11/2016
46	13/11/2016	19/11/2016
47	20/11/2016	26/11/2016
48	27/11/2016	03/12/2016
49	04/12/2016	10/12/2016
50	11/12/2016	17/12/2016
51	18/12/2016	24/12/2016
52	25/12/2016	31/12/2016

**Observação:** Por convenção internacional as semanas epidemiológicas são contadas de domingo a sábado. A primeira semana do ano é aquela que contém o maior número de dias de janeiro e a última a que contém o maior número de dias de dezembro.

Emitido em: 04/11/2015

## ANEXO D - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DOS CASOS DE FEBRE DE CHIKUNGUNYA NO MARANHÃO, BRASIL

**Pesquisador:** EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 64784017.7.0000.5240

**Instituição Proponente:** Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.064.059

#### Apresentação do Projeto:

Este parecer refere-se a análise de resposta às pendências, emitidas pelo CEP/ENSP no parecer número 1.996.789 em 11/04/2017

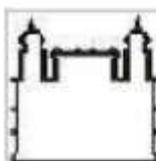
O projeto de pesquisa em tela obteve anteriormente o/s seguinte/s parecer/es consubstanciado/s do CEP/ENSP: 1.959.439 de 10/03/2017, 1.996.789, de 11/04/2017

Projeto de pesquisa de pós graduação do Programa de mestrado profissional em epidemiologia em saúde pública, de Emile Danielly Amorim Pereira, orientado por Prfº, Dr. Cleber Nascimento do Carmo, e co-orientado pela Profª Drª Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco, qualificado em 26/01/2017, com financiamento próprio.

#### Resumo:

"Introdução: Atualmente o Brasil vivencia um dramático desafio de saúde pública: enfrentamento da febre de chikungunya (CHIK), arbovirose emergente no mundo. Justificativa: diante deste novo cenário epidemiológico no país, realizar análise espacial e temporal dos casos de febre de CHIK é de grande relevância visto que é um vírus transmitido pelo Aedes aegypti, vetor com alta

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo  
**Bairro:** Manguinhos **CEP:** 21.041-210  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2598-2863 **Fax:** (21)2598-2863 **E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE  
PÚBLICA SERGIO AROUCA -  
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.064.059

infestação predial nas últimas décadas no país, sendo responsável também por epidemias de dengue e Zika. Permitiria também, melhorar estratégias de contenção da disseminação da doença, colaboraria para uma melhor compreensão da doença e sua incidência, assim como potencializaria ações que possam ser empregadas no controle. Objetivo: analisar a distribuição espacial e temporal dos casos notificados de febre de CHIK no estado do Maranhão, no período de 2015 a 2016. Métodos Trata-se de um estudo ecológico, de base populacional, de dados climáticos e de dados secundários dos casos de febre de chikungunya notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016, obtidos no estudo "Análise espacial e temporal dos casos de dengue, febre de chikungunya e zika vírus no estado do Maranhão, Brasil", da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, aprovado no CEP/UFMA sob número do parecer 1.872.055 e CAAE: 60952916.9.0000.5086. Inicialmente os dados do SINAN serão transferidos para uma planilha do Excel onde será feita uma análise para todos os municípios do estado do Maranhão da incidência de chikungunya no tempo. Os coeficientes de incidência de febre de CHIK serão calculados para posterior análise da correlação com o IDHM e com a taxa de analfabetismo de cada município para identificar a existência de padrões e a partir deles, agregar os dados para a análise final. Para análise da variabilidade climática de São Luís, Maranhão serão utilizados os dados da temperatura, pluviosidade, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento para verificar se há correlação com o coeficiente de incidência de chikungunya. Posteriormente para análise estatística será utilizado o software R Commander® versão 3.3.0 para Windows. Será realizada uma análise descritiva dos dados onde serão calculadas as variáveis quantitativas, medidas de tendência central e de dispersão. Impactos esperados: melhorar estratégias de contenção da disseminação da doença, colaboraria para uma melhor compreensão da doença e sua incidência, assim como potencializaria ações que possam ser empregadas no controle."

Metodologia proposta:

"Serão utilizados dados secundários relativos aos casos de chikungunya, municipais e climáticos. Os dados relacionados ao adoecimento por CHIK serão secundários ao Projeto de Pesquisa da UFMA "Análise espacial e temporal dos casos de dengue, chikungunya e zika no estado do Maranhão, Brasil". Os dados municipais serão provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) coletados no último censo realizado, em 2010, disponíveis no sítio eletrônico ([www.ibge.com.br](http://www.ibge.com.br)) e Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC)

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo  
**Bairro:** Manguinhos **CEP:** 21.041-210  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2598-2863 **Fax:** (21)2598-2863 **E-mail:** [cep@ensp.fiocruz.br](mailto:cep@ensp.fiocruz.br)



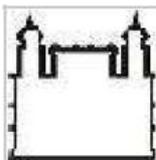
Continuação do Parecer: 2.064.059

secundários ao Projeto de Pesquisa da UFMA. Os dados climáticos serão obtidos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)."

Metodologia de análise de dados:

"Inicialmente os dados do SINAN serão transferidos para uma planilha do Excel onde será feita uma análise para todos os municípios do estado do MA da incidência de CHIK no tempo. Os coeficientes de incidência de febre de CHIK serão calculados para posterior análise da correlação com o IDHM e com a taxa de analfabetismo de cada município para identificar a existência de padrões e a partir deles, agregar os dados para a análise final. Para análise da variabilidade climática de São Luís, MA serão utilizados os dados da temperatura, pluviosidade, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento para verificar se há correlação com o coeficiente de incidência de chikungunya. Posteriormente para análise estatística será utilizado o software R Commander® versão 3.3.0 para Windows. Será realizada uma análise descritiva dos dados onde serão calculadas as variáveis quantitativas, medidas de tendência central e de dispersão. Na análise temporal os casos de chikungunya de São Luís serão distribuídos por semana epidemiológica, mês e ano (2015 e 2016), enquanto os casos dos demais municípios que tiveram casos notificados serão distribuídos por mês e ano. Será analisado o número de casos de chikungunya com as variáveis climáticas dados da temperatura, pluviosidade, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento para verificar se há correlação com o coeficiente de incidência de chikungunya. Serão utilizados métodos de análise descritiva de séries temporais, gráficos de linha, boxplots, histograma de frequências e a decomposição clássica da série, descrita em Morettin e Tolo (2004). E para análise inferencial será ajustado um modelo de regressão linear da série no tempo e num conjunto de variáveis indicadoras referentes aos meses. A significância dos coeficientes de regressão será utilizada como teste para tendência e sazonalidade. Todas as hipóteses em teste levarão em consideração um nível de 5% de significância como padrão para as conclusões. Na análise espacial será considerado o número de casos mensais de febre de CHIK, para cada município do MA no período em estudo. Os municípios serão considerados como unidade básica. Inicialmente, será feita a análise descritiva da ocorrência de febre de CHIK no Estado do MA, usando-se como indicador a tx de incidência por 100.000 hab e será espacializado a incidência de casos, considerando período seco e período chuvoso (conforme a dinâmica climática da região). Num segundo momento serão confeccionados as representações espaciais do IDHM por município. Sequencialmente, nas representações espaciais geradas do coeficiente de incidência da doença,

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo  
**Bairro:** Manguinhos **CEP:** 21.041-210  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2598-2863 **Fax:** (21)2598-2863 **E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE  
PÚBLICA SERGIO AROUCA -  
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.064.059

serão aplicados os Índices de Moran (global e local) e para a mensuração da correlação espacial entre a incidência de CHIK e as diferentes variáveis será utilizado o índice de Moran bivariado. O cálculo do Moran Global Univariado será realizado através do software TerraView 4.2.2, que assume como hipótese nula a ausência de autocorrelação espacial. Com significância acima de 5% não será rejeitada a hipótese nula, indicando que não há autocorrelação espacial. O Moran Bivariado será calculado com o software Geoda versão 1.8. Posteriormente serão realizadas as análises da cartografia temática gerada através das correlações geoestatísticas. Após a identificação das correlações espaciais, serão gerados os mapas temáticos, utilizando-se os programas: Terra View 4.2 e ArcGis 10.4 no refinamento das representações espaciais. Posteriormente serão realizadas as análises da cartografia temática gerada através das correlações geoestatísticas. Após a identificação das correlações espaciais, serão gerados os mapas temáticos, utilizando-se os programas: Terra View 4.2 e ArcGis 10.4 no refinamento das representações espaciais."

Tamanho da amostra:

4000

**Objetivo da Pesquisa:**

Conforme descrito no parecer consubstanciado nº 1.959.439, emitido pelo CEP/ENSP em 10/03/2017.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

De acordo com a pesquisadora:

"Riscos:

Os dados extraídos do SINAN não constará nenhuma informação que possa identificar os participantes como nome e endereço, sendo a estratégia para minimizar os riscos de quebra de sigilo.

Benefícios:

Os resultados desse estudo contribuirão para ampliar o entendimento da dinâmica de transmissão da febre de chikungunya, bem como indicar importantes ações no campo da vigilância em saúde."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Apresentou todos os elementos necessários há apreciação ética da emenda.

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br



Continuação do Parecer: 2.064.059

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresentou:

- Folha de Rosto gerada pela Plataforma Brasil assinada pelo pesquisador responsável;
- Projeto de Pesquisa na íntegra, nomeado BROCHURA\_PENDENCIA.doc, postado em 02/05/2017;
- Formulário de Encaminhamento nomeado Formulario\_encaminhamento\_CEP.pdf, postado em 02/05/2017;
- Cronograma, nomeado CRONOGRAMA.docx, postado em 02/05/2017;
- PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_065889.pdf, postado em 03/05/2017;
- Planilha de orçamento, nomeado ORÇAMENTO.docx postado em 02/05/2017;
- TCUD assinado pelo pesquisador responsável, nomeado TCUD.pdf, postado em 02/05/2017;
- Autorização para coleta e utilização de dados assinado por Luís Marcelo Vieira Rosa (Secretário adjunto da política de atenção Primária e vigilância em Saúde/Estado do Maranhão), nomeado AUTORIZAÇÃO.pdf, postado em 02/05/2017;
- Termo de autorização assinado e datado, pela Prof. Drª Maria dos Remédios Freitas Carvalho, para fornecimento de banco de dados para uso na pesquisa em questão nomeado ANUENCIA.pdf, postado em 02/05/2017;
- Formulário de respostas às Pendências do CEP/ENSP, nomeado formulário.docx, postado em 02/05/2017.

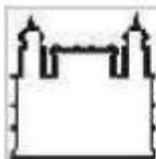
**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

1. Item de pendência: Esclarecer qual será a fonte de dados a serem utilizados.

<b>Endereço:</b> Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo			
<b>Bairro:</b> Manguinhos	<b>CEP:</b> 21.041-210		
<b>UF:</b> RJ	<b>Município:</b> RIO DE JANEIRO		
<b>Telefone:</b> (21)2598-2863	<b>Fax:</b> (21)2598-2863	<b>E-mail:</b> cep@ensp.fiocruz.br	



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE  
PÚBLICA SERGIO AROUCA -  
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2.064.059

Resposta da pendência 1: "Serão utilizados dados secundários relativos aos casos de chikungunya, municipais e climáticos. Os dados municipais serão provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) coletados no último censo realizado, em 2010, disponíveis no sítio eletrônico ([www.ibge.com.br](http://www.ibge.com.br)) e Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC) secundários ao Projeto de Pesquisa da UFMA.

Os dados climáticos serão obtidos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)."

ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

2. Item de pendência: O termo de anuência para utilização dos dados referentes à pesquisa "Análise espacial e temporal dos casos de dengue, febre de chikungunya e zika vírus no estado do Maranhão, Brasil", da pesquisadora Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco, está inelegível em virtude da resolução da imagem. É necessário que o mesmo seja novamente digitalizado e enviado.

ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

3. Item de pendência: Incluir formulário de Encaminhamento de Projeto de Pesquisa ao CEP/ENSP, Modelo disponível

ANÁLISE DO CEP: PENDÊNCIA ATENDIDA

**Considerações Finais a critério do CEP:**

ATENÇÃO: \*\*\*CASO OCORRA ALGUMA ALTERAÇÃO NO FINANCIAMENTO DO PROJETO ORA APRESENTADO (ALTERAÇÃO DE PATROCINADOR, COPATROCÍNIO, MODIFICAÇÃO NO ORÇAMENTO), O PESQUISADOR TEM A RESPONSABILIDADE DE SUBMETER UMA EMENDA AO CEP SOLICITANDO AS ALTERAÇÕES NECESSÁRIAS. A NOVA FOLHA DE ROSTO A SER GERADA DEVERÁ SER ASSINADA NOS CAMPOS PERTINENTES E A VIA ORIGINAL DEVERÁ SER ENTREGUE NO CEP. ATENTAR PARA A NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO DO CRONOGRAMA DA PESQUISA. CASO O PROJETO SEJA CONCORRENTE DE EDITAL, SOLICITA-SE ENCAMINHAR AO CEP, PELA PLATAFORMA BRASIL, COMO NOTIFICAÇÃO, A CARTA DE APROVAÇÃO.\*\*\*

\*\*\*\*\*

<b>Endereço:</b> Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo	<b>CEP:</b> 21.041-210
<b>Bairro:</b> Manguinhos	
<b>UF:</b> RJ	<b>Município:</b> RIO DE JANEIRO
<b>Telefone:</b> (21)2598-2863	<b>Fax:</b> (21)2598-2863
	<b>E-mail:</b> cep@ensp.fiocruz.br



Continuação do Parecer: 2.064.059

Verifique o cumprimento das observações a seguir:

1\* Em atendimento a Resolução CNS nº 466/2012, cabe ao pesquisador responsável pelo presente estudo elaborar e apresentar ao CEP os relatórios parciais (semestrais) e final. Os relatórios compreendem meio de acompanhamento pelos CEP, assim como outras estratégias de monitoramento, de acordo com o risco inerente à pesquisa. O relatório deve ser enviado pela Plataforma Brasil em forma de "notificação". Os modelos de relatórios (parciais e final) que devem ser utilizados encontram-se disponíveis na homepage do CEP/ENSP ([www.ensp.fiocruz.br/etica](http://www.ensp.fiocruz.br/etica)).

2\* Qualquer necessidade de modificação no curso do projeto deverá ser submetida à apreciação do CEP, como EMENDA. Deve-se aguardar parecer favorável do CEP antes de efetuar a/s modificação/ões.

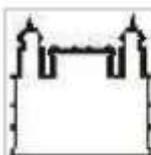
3\* Justificar fundamentadamente, caso haja necessidade de interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

4\* O Comitê de Ética em Pesquisa não analisa aspectos referentes a direitos de propriedade intelectual e ao uso de criações protegidas por esses direitos. Recomenda-se que qualquer consulta que envolva matéria de propriedade intelectual seja encaminhada diretamente pelo pesquisador ao Núcleo de Inovação Tecnológica da Unidade.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	Folhaderosto_EmileDaniellyAmorim.pdf	15/05/2017 15:47:50	Cassius Schnell Palhano Silva	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_865889.pdf	03/05/2017 00:02:03		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	BROCHURA_modificado.doc	03/05/2017 00:00:35	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo  
**Bairro:** Manguinhos **CEP:** 21.041-210  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2598-2863 **Fax:** (21)2598-2863 **E-mail:** [cep@ensp.fiocruz.br](mailto:cep@ensp.fiocruz.br)



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE  
PÚBLICA SERGIO AROUCA -  
ENSP/ FIOCRUZ



Continuação do Parecer: 2,064,059

Outros	formulario_encaminhamento_CEP.pdf	02/05/2017 23:55:24	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito
Outros	ANUENCIA.pdf	02/05/2017 23:52:23	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito
Outros	formulario.docx	02/05/2017 23:50:57	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito
Outros	TCUD.pdf	02/05/2017 23:47:32	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/05/2017 23:46:15	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.docx	02/05/2017 23:45:36	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO.pdf	02/05/2017 23:44:06	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	02/05/2017 23:43:35	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito
Brochura Pesquisa	BROCHURA_PENDENCIA.doc	02/05/2017 23:42:03	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA.pdf	13/02/2017 22:14:59	EMILE DANIELLY AMORIM PEREIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 15 de Maio de 2017

---

**Assinado por:**  
**Cassius Schnell Palhano Silva**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Leopoldo Bulhões, 1480 - Térreo

**Bairro:** Manguinhos

**CEP:** 21.041-210

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2598-2863

**Fax:** (21)2598-2863

**E-mail:** cep@ensp.fiocruz.br