



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**JAQUELINE PORTAL DA SILVA**

**DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADAS AS OCORRÊNCIAS DE FEBRE  
CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE BELÉM DO PARÁ.**

**BELÉM – PARÁ**  
**2019**

JAQUELINE PORTAL DA SILVA

**DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADAS AS OCORRÊNCIAS DE FEBRE  
CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE BELÉM DO PARÁ.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará, em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais.

Orientadora: Márcia Aparecida da Silva Pimentel

BELÉM - PARÁ  
2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo  
com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a)**

---

S586d Silva, Jaqueline Portal da

Dinâmicas socioambientais associadas as ocorrências de febre chikungunya no município de Belém do Pará / Jaqueline Portal da Silva. — 2019.

97 f. : il. color.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Márcia Aparecida da Silva Pimentel

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Arboviroses – Belém (PA). 2. Doenças tropicais negligenciadas - Belém (PA). 3. Ambiente urbano. I. Título.

CDD 579.2562098115

---

JAQUELINE PORTAL DA SILVA

DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADAS ÀS OCORRÊNCIAS DE FEBRE  
CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE BELÉM DO PARÁ.

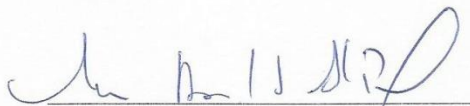
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.

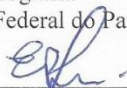
Linha de Pesquisa: Interação Clima, Sociedade e Ambiente.

Data de aprovação: 09 / 09 / 2019

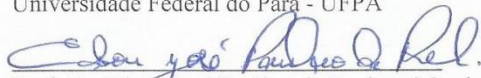
Banca Examinadora:



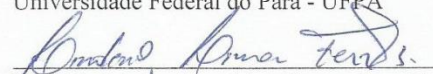
Prof. Dra. Marcia Aparecida da Silva Pimentel - Orientadora  
Doutora em Geografia  
Universidade Federal do Pará - UFPA



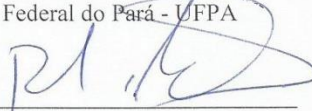
Prof. Dr. Everaldo Barreiros de Souza – Membro Interno  
Doutor em Meteorologia  
Universidade Federal do Pará - UFPA



Prof. Dr. Edson José Paulino da Rocha – Membro Interno  
Doutor em Meteorologia  
Universidade Federal do Pará - UFPA



Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes - Membro Externo  
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido  
Universidade Federal do Pará - UFPA



Prof. Dr. Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes - Membro Externo  
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido  
Universidade Federal do Pará - UFPA

## **AGRADECIMENTOS**

Ao ensino superior público, em especial a Universidade Federal do Pará (UFPA), onde tive a oportunidade de cursar a graduação em Engenharia Sanitária na Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental (FAESA), posteriormente cursar o mestrado em Engenharia Civil, no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) e agora concluir o doutorado no Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA).

A Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, pela dispensa concedida para a conclusão de doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de pesquisa.

A professora Dra. Márcia Aparecida da Silva Pimentel pela orientação.

Ao professor Dr. Mário Augusto Gonçalves Jardim pela contribuição no desenvolvimento desta pesquisa.

A minha mãe e pai (em memória) pelos anos de dedicação, amor e apoio incondicional.

Ao esposo e filha pela paciência e compreensão por minha ausência.

Aos meus irmãos, cunhado e cunhadas, sobrinho e sobrinhas pela parceria.

A mim mesma pela força de vontade e determinação de seguir em frente sempre.

## RESUMO

A febre Chikungunya (CHIKF) é uma arbovirose causada pelo vírus Chikungunya (CHIKV), sua transmissão ocorre pela picada de fêmeas dos mosquitos *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus* infectadas pelo CHIKV. Os sinais e sintomas da CHIKF são semelhantes aos da dengue, entretanto a principal manifestação clínica que a difere está no acometimento das articulações como as juntas dos punhos, tornozelos e cotovelos causando inflamações com fortes dores acompanhadas de inchaço, vermelhidão e calor local. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência das variáveis de renda, densidade populacional, de saneamento e climáticas sobre as ocorrências de CHIKF. Conduziu-se o estudo no período de 2016 a 2018, com área de aplicação no município de Belém (PA). As variáveis foram analisadas com base em estatísticas descritivas, a partir das quais foram determinadas média, desvio padrão, coeficiente de variação, mediana, mínimo e máximo. As normalidades das variáveis foram testadas para definir pelo uso de testes de correlação paramétricos ou não paramétricos. Procedeu-se com a análise de regressão linear para as variáveis que apresentaram significância estatística. A análise espacial identificou a expansão da doença no município ao longo do período analisado. Bem como foram identificados focos de elevada concentração e manutenção da doença em determinados bairros. Para as variáveis socioeconômicas a correlação de Pearson identificou associação entre as CHIKF e a variável de densidade demográfica, em 2017, que resultou em uma regressão linear fraca, porém significativa. Correlações significativas foram identificadas para os indicadores de quantidade e regularidade no fornecimento de água, na coleta de resíduos sólidos e no nível de acesso aos serviços de saneamento. Enquanto as variáveis de temperatura e precipitação em 2016, apresentaram respectivamente associação positiva e fraca e associação negativa e fraca em relação à CHIKF. Os resultados desta pesquisa mostraram que a área urbana do município de Belém (PA), Amazônia brasileira, apresenta elementos significativos, naturais e antrópicos, para a inserção de focos de transmissão ativa de febre Chikungunya.

Palavras-chave: Arboviroses – Belém (PA). Doenças tropicais negligenciadas – Belém (PA). Ambiente urbano.

## ABSTRACT

Chikungunya fever (CHIKF) is an arbovirus caused by the Chikungunya virus (CHIKV). Its transmission occurs through the bite of female *Aedes aegypti* or *Aedes albopictus* mosquitoes infected with CHIKV. The signs and symptoms of CHIKF are similar to those of dengue, however the main clinical manifestation that differs from it is the involvement of joints such as the joints of the wrists, ankles and elbows causing severe pain inflammation accompanied by swelling, redness and local heat. The objective of this research was to evaluate the influence of income, population density, sanitation and climate variables on CHIKF occurrences. The study was conducted from 2016 to 2018, with application area in the municipality of Belém (PA). The variables were analyzed based on descriptive statistics, from which the mean, standard deviation, coefficient of variation, median, minimum and maximum were determined. The normalities of the variables were tested to define by using parametric or nonparametric correlation tests. Linear regression analysis was performed for variables with statistical significance. Spatial analysis identified the expansion of the disease in the municipality over the period analyzed. As well as outbreaks of high concentration and maintenance of the disease were identified in certain neighborhoods. For socioeconomic variables, Pearson's correlation identified an association between CHIKF and the demographic density variable in 2017, which resulted in a weak but significant linear regression. Significant correlations were identified for indicators of quantity and regularity of water supply, solid waste collection and level of access to sanitation services. While the temperature and precipitation variables in 2016, presented respectively positive and weak association and negative and weak association in relation to CHIKF. The results of this research showed that the urban area of the municipality of Belém (PA), Brazilian Amazon, has significant natural and anthropic elements for the insertion of active transmission foci of Chikungunya fever.

Key-words: Arboviruses - Belém (PA). Neglected tropical diseases - Belém (PA). Urban environment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPITULO 1

- Figura 1 - Pirâmide de informação..... 16
- Figura 2 - Fluxograma da interdisciplinaridade da pesquisa..... 20

### CAPÍTULO 2

- Figura 1 - Mapa de localização do município de Belém, capital do Estado do Pará..... 26
- Figura 2 - Carta da distribuição espacial das ocorrências de CHIKF para os distritos administrativos de Belém, Pará: a. No ano de 2016; b. No ano de 2017; c. No ano de 2018..... 35

### CAPITULO 3

- Quadro 1 - Indicadores para a composição do perfil sanitário dos bairros de Belém, Pará..... 47
- Figura 1 - Mapa de localização dos distritos administrativos e seus respectivos bairros do município de Belém, Pará, Brasil. .... 48
- Figura 2- Carta da distribuição espacial: a. Nível de acesso aos serviços de saneamento; b. Incidência de CHIKF em 2016; c. Incidência de CHIKF em 2017; d. Incidência de CHIKF em 2018, para os bairros de Belém, Pará, Brasil..... 58
- Figura 3 - Carta da distribuição espacial: a. Nível de acesso aos serviços de saneamento; b. Incidência de CHIKF em 2016; c. Incidência de CHIKF em 2017; d. Incidência de CHIKF em 2018, para os distritos administrativos de Belém, Pará, Brasil..... 59
- Figura 4 - Dispersão entre o nível de acesso aos serviços de saneamento e a incidência de CHIKF para Belém, no período de 2016 a 2018..... 60

### CAPITULO 4

- Figura 1 - Mapa de localização de Belém, Pará, Brasil..... 74
- Figura 2 - Ocorrências semanais de CHIKF, temperatura do ar e precipitação pluviométrica para o período de 2016 a 2018, em Belém (PA)..... 80
- Figura 3- Dispersão para a precipitação temperatura e ocorrências de CHIKF, para Belém, no ano de 2016 ..... 82



## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO 2

Tabela 1 -	População residente, área, densidade populacional e renda para os bairros de Belém.....	31
Tabela 2 -	Ocorrências de CHIKF, segundo os bairros de Belém, no período de 2016 a 2018.....	32
Tabela 3 -	Análise descritiva para as ocorrências de CHIKF, densidade populacional e renda, para os Distritos Administrativos de Belém, de 2016 a 2018.....	33
Tabela 4 -	Correlação de Pearson entre as ocorrências de CHIKF, densidade populacional e renda, para os anos de 2016 a 2018.....	36

### CAPITULO 3

Tabela 1 -	Estatística descritiva dos indicadores de saneamento para Belém.....	53
Tabela 2 -	Indicadores de saneamento para os bairros de Belém, Pará.....	54
Tabela 3 -	Incidência de CHIKF para os bairros do município de Belém, de 2016 a 2018...	55
Tabela 4 -	Estatística descritiva da incidência de CHIKF em Belém (PA) de 2016 a 2018..	56
Tabela 5 -	Estatística descritiva da incidência de CHIKF, para os distritos administrativos do município de Belém, Pará de 2016 a 2018.....	57
Tabela 6 -	Teste de correlação de Pearson para os indicadores de saneamento e incidência de CHIKF.....	61
Tabela 7 -	Teste de significância do modelo e Teste de Regressão Linear Simples, para os indicadores com correlação significativa com a incidência de CHIKF.....	61
Tabela 8 -	Teste de regressão linear simples para incidência de CHIKF.....	62

### CAPITULO 4

Tabela 1 -	Dados semanais de precipitação total, temperatura média e ocorrências de CHIKF, no período de 2016 a 2018, para Belém (PA) .....	79
Tabela 2 -	Estatísticas descritivas semestrais para as ocorrências de CHIKF, temperatura do ar e precipitação pluviométrica para os anos de 2016, 2017 e 2018.....	80
Tabela 3 -	Correlação de Pearson entre as ocorrências de CHIKF e as variáveis de temperatura do ar, precipitação pluviométrica, para Belém, de 2016 a 2018.....	82

## LISTA DE SÍGLAS E ABREVIATURAS

CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CHIKF	Febre Chikungunya
CHIKV	Vírus Chikungunya
DABEL	Distrito Administrativo de Belém
DAGUA	Distrito Administrativo do Guamá
DASAC	Distrito Administrativo da Sacramenta
DAENT	Distrito Administrativo do Entroncamento
DABEN	Distrito Administrativo do Bengui
DAICO	Distrito Administrativo de Icoaraci
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil
SESPA	Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Tema.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Justificativa.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Problema.....</b>	<b>14</b>
<b>1.4 Hipóteses.....</b>	<b>14</b>
<b>1.5 Indicadores Ambientais.....</b>	<b>14</b>
<b>1.6 Objetivos.....</b>	<b>16</b>
1.6.1 Objetivo Geral.....	17
1.6.2 Objetivos Específicos.....	17
<b>1.7 Delimitação da pesquisa.....</b>	<b>17</b>
<b>1.8 Interdisciplinaridade da pesquisa.....</b>	<b>18</b>
<b>1.9 Estrutura do trabalho.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 2 A INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS SOBRE AS OCORRÊNCIAS DE FEBRE CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE BELÉM, PARÁ, BRASIL.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 Introdução.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Material e métodos.....</b>	<b>25</b>
2.2.1 Área de estudo.....	25
2.2.2 O Processo de urbanização do município de Belém (PA) .....	26
<b>2.3 Procedimentos metodológicos.....</b>	<b>28</b>
<b>2.4 Resultados.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5 Discussão.....</b>	<b>37</b>
<b>2.6 Conclusão.....</b>	<b>39</b>
<b>CAPITULO 3 ASSOCIAÇÃO ENTRE AS CONDIÇÕES SANITÁRIAS E A INCIDÊNCIA DE FEBRE CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE BELÉM, PARÁ, BRASIL.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1 Introdução.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2 Material e métodos.....</b>	<b>45</b>
3.2.1 Área de estudo.....	45
3.2.2 Procedimentos metodologicos.....	46

<b>3.3 Resultados.....</b>	<b>52</b>
<b>3.4 Discussão.....</b>	<b>62</b>
<b>3.5 Conclusão.....</b>	<b>65</b>
<b>CAPITULO 4 A INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO E DA TEMPERATURA SOBRE AS OCORRÊNCIAS DE FEBRE CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE BELÉM, PARÁ, BRASIL.....</b>	<b>69</b>
<b>4.1 Introdução.....</b>	<b>70</b>
<b>4.2 Material e métodos.....</b>	<b>73</b>
4.2.1 Área de estudo.....	73
4.2.2 Procedimentos metodologicos.....	75
<b>4.3 Resultados.....</b>	<b>76</b>
<b>4.4 Discussão.....</b>	<b>82</b>
<b>4.5 Conclusão.....</b>	<b>85</b>
<b>CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>91</b>
<b>APÊNDICE A - FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO EM BELÉM – (PA).....</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICE B- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO A - AUTORIZAÇÃO DA SECRETÁRIA MUNICIPAL SAÚDE.....</b>	<b>97</b>

## CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

---

### 1.1 Tema

Consiste na investigação da relação entre os atributos naturais representados pelos indicadores de precipitação pluviométrica e temperatura do ar e os atributos antrópicos representados pelos indicadores de renda, densidade populacional e de saneamento sobre a distribuição espaço-temporal de febre Chikungunya no ambiente urbano amazônico do município de Belém (PA).

### 1.2 Justificativa

As arboviroses transmitidas por mosquitos tem se constituído em preocupação global em razão das significativas ocorrências de morbidade e mortalidade (PATTERSON *et al.*, 2016; KRYSOSIK *et al.*, 2017; REINHOLD *et al.*, 2018).

A urbanização, a globalização do comércio, o aumento das viagens, o intenso fluxo migratório, as mudanças climáticas estão entre os fatores que tem promovido à alteração da dinâmica das comunidades hospedeiras, vetores e patógenos influenciando diretamente a expansão geográfica das doenças arbovirais pelo mundo (GITHEKO *et al.*, 2000; BRAGA; VALLE, 2007).

No grupo das doenças infecciosas emergentes e reemergentes a febre Chikungunya (CHIKF) tem se constituído em um importante desafio para a saúde pública especialmente nas regiões de clima tropical e subtropical dos países em desenvolvimento (HONÓRIO *et al.*, 2015; PANDEY *et al.*, 2015).

O vírus Chikungunya (CHIKV) pertence à família *Togaviridae* do gênero *Alphavirus* originário da África, com três genótipos diferentes circulando em regiões do planeta: o Leste/Central/Sul da África, África Ocidental e o Asiático (HONÓRIO *et al.*, 2015; DONALISIO; FREITAS, 2015; MAHAJAN; MAHAJAN, 2018).

O CHIKV é transmitido entre humanos pela picada das fêmeas dos mosquitos *Aedes*, particularmente *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. A febre Chikungunya causa febre, dores articulares graves, dores musculares, dores de cabeça, náuseas, fadiga e erupção cutânea. O tratamento é sintomático, pois não existe medicamento antiviral ou vacina para a CHIKF (DONALISIO; FREITAS, 2015; MAHAJAN; MAHAJAN, 2018).

Foi isolado pela primeira vez em 1952 na Tanzânia, na África, o nome 'chikungunya' no idioma africano Makonde, significa “andar curvado”, descrevendo a postura adotada pelos

pacientes devido à artralgia intensa (HONÓRIO *et al.*, 2015; DONALISIO; FREITAS, 2015; HUMPHREY *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018).

Com registros esporádicos na África e na Ásia durante as décadas de 1950 e 1960, o vírus chikungunya (CHIKV) ressurgiu na África Oriental, especificamente no Quênia, em 2004, e se espalhou pelo leste da África, passando pelas ilhas do Oceano Índico ocidental, subcontinente indiano e sudeste da Ásia. Em 2006, nas Ilhas Reunião um terço da população foi infectada pelo CHIKV (JANSEN *et al.*, 2015; HONÓRIO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018).

Em 2007, ocorreu o primeiro surto europeu do vírus no nordeste da Itália. No final de 2013, o CHIKV emergiu pela primeira vez no Hemisfério Ocidental. Casos autóctones foram relatados em todos os países do Caribe, na América Central e do Sul e, mais recentemente foram registrados os primeiros casos transmitidos localmente na Flórida (JANSEN *et al.*, 2015).

No Brasil, a transmissão autóctone da CHIKV foi confirmada em setembro de 2014, com relatos quase simultâneos em Feira de Santana, no Estado da Bahia e no Oiapoque, Estado do Amapá. A análise genética confirmou a circulação de duas linhagens diferentes de vírus no país: o genótipo leste-centro-sul-africano foi introduzido em Feira de Santana por um viajante que regressava de Angola, enquanto o genótipo asiático foi introduzido no Oiapoque possivelmente da vizinha Guiana Francesa (DONALISIO; FREITAS, 2015; HONÓRIO *et al.*, 2015; NAVECA *et al.*, 2019).

A urbanização desordenada, a ampla infestação territorial pelo *Aedes aegypti*, a susceptibilidade da população que favorece rápida disseminação do vírus, a extensão territorial do país, que dificulta a vigilância e o acesso de grande parte dos serviços de saúde aos testes laboratoriais de diagnóstico, bem como as características climáticas são alguns dos fatores que concorrem para a possibilidade de grandes epidemias da CHIKV no Brasil (HONÓRIO *et al.*, 2015).

Dentro desse contexto, destaca-se o município de Belém, situado na região Norte do Brasil, na Amazônia brasileira, por sua localização equatorial que lhe confere alta incidência de radiação solar e conseqüentemente temperatura sempre elevada também se encontra sobre a influência da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, que favorece a ocorrência de grandes quantidades de precipitação pluvial em quase todo o ano (BASTOS *et al.*, 2002; FRANCO *et al.*, 2019; MOREIRA *et al.*, 2019).

Além dos condicionantes de ordem natural, o município configura como um dos maiores aglomerados urbanos da região amazônica com uma população estimada de 1.393.399 habitantes, dos quais aproximadamente 99% residem em sua porção urbana (IBGE, 2010). Atualmente, de acordo com o Censo Demográfico do IBGE (2010), a capital paraense apresenta a maior proporção nacional (66%), de habitantes residindo em aglomerados subnormais. Nesse sentido, o município de Belém foi definido como área de aplicação para a compreensão das causas multifatoriais, naturais e antrópicas, relacionados às ocorrências da CHIKF.

### **1.3 Problema**

O primeiro caso autóctone de febre Chikungunya em Belém foi confirmado no ano de 2015 e em razão de sua recente inserção no município são insipientes os estudos sobre essa temática na região. Neste sentido, considerando a complexidade envolvida nas ocorrências das infecções arbovirais transmitidas por mosquitos vetores, formulou-se as questões a seguir:

- Há relação entre as variáveis de densidade demográfica, renda e saneamento sobre a distribuição espacial da CHIKF no município?
- Há influência das variáveis climáticas de precipitação pluviométrica e temperatura do ar sobre a distribuição temporal da CHIKF no município?

### **1.4 Hipótese**

O presente estudo tem como hipótese que a precipitação e temperatura associadas às questões de renda, densidade demográfica e de saneamento básico influenciam na ocorrência e na distribuição espaço-temporal de CHIKF no município de Belém (PA).

### **1.5 Indicadores ambientais**

A partir do paradigma do desenvolvimento sustentável, reconhecido através do Relatório de Brundtland (1987), da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e consolidado durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), quando foram fixadas as bases para o seu alcance, através da Agenda 21, o uso de indicadores se firmou como ferramenta para mensurar os resultados de ações e apontar novos rumos que ofereçam opções mais adequadas do ponto de vista da sustentabilidade (MARTINS, 2014).

A palavra indicador vem do verbo latino *indicare* – que significa apontar, avaliar, descobrir. Nesse sentido os indicadores de sustentabilidade refletem a crescente preocupação do público e de tomadores de decisão sobre as tendências ambientais, globais e locais e representam uma tentativa de quantificar essas tendências (MARCHAND; LE TOURNEAU, 2014; FAGUNDES, 2015; VIEIRA, 2019).

De acordo a Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) indicadores podem ser definidos como:

“Um parâmetro ou valor derivado de outros parâmetros, que aponta, dá informação sobre, descreve o estado de um fenômeno, de um ambiente, com amplitude superior as informações diretamente associada ao valor do parâmetro inicial” (OCDE, 1993).

Neste sentido, os indicadores de sustentabilidade são propostos como instrumentos de representação que permitem organizar, sintetizar e utilizar informações, ou seja, como recurso para deixar mais perceptível uma tendência ou fenômeno não imediatamente detectável através dos dados isolados (BELLEN, 2005; HÁK; MOLDAN; DAHL, 2007).

Para a OCDE (1993), como instrumento informação que irá auxiliar no processo de tomada de decisão bons indicadores devem apresentar como atributos:

- Simplicidade: devem ser facilmente compreendidos;
- Confiabilidade: devem apresentar base conceitual e metodológica reconhecida;
- Comparabilidade: devem possibilitar a comparação com indicadores de mesma natureza;
- Economia: bons indicadores devem ser economicamente viáveis e os seus benefícios devem superar seus custos de produção.

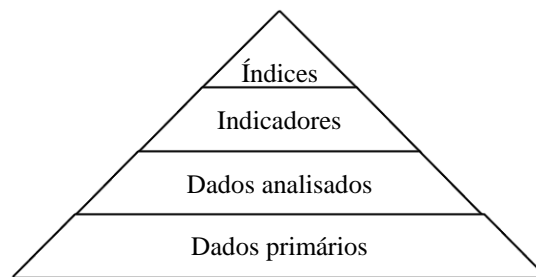
Comumente utilizado como sinônimos os termos indicador e índice são descritos e representados hierarquicamente conforme a figura 1:

- Parâmetros, variáveis ou dados primários: grandeza que pode ser mensurada ou avaliada quantitativamente/qualitativamente sendo usualmente números absolutos, não tradados e muitas vezes de difícil interpretação;
- Parâmetros, variáveis ou dados analisados: constituem a primeira categoria de indicadores, muitas vezes traduzidos por gráficos ou tabelas;



- Indicador: pode ser um ou mais parâmetros obtidos a partir do fenômeno de investigado;
- Índice: corresponde ao valor numérico final resultante de um método de agregação dos indicadores.

Figura 1- Pirâmide de informação.



Fonte: Adaptado de Mendes (2005); Siche *et al.* (2007); Fagundes (2013).

Uma das primeiras experiências de desenvolvimento de indicadores ambientais surgiu por iniciativa da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 1993, com objetivo de fornecer um mecanismo de monitoramento do progresso ambiental de seus países membro. O modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) baseava-se no conceito de causalidade onde as atividades humanas exercem pressões sobre o ambiente, modificando a qualidade e a quantidade de recursos naturais; e a sociedade, por sua vez, responde a essas mudanças por intermédio de políticas ambientais, econômicas e setoriais (KLIGERMAN, 2007; FRANCO NETTO *et al.*, 2009; SOBRAL; FREITAS, 2010).

No contexto da saúde ambiental, a Organização Mundial da Saúde (OMS) preocupada com os reflexos do comprometimento da salubridade ambiental na saúde humana passou a promover estudos para o melhor entendimento da relação meio ambiente e saúde, de forma a subsidiar a definição de políticas e estratégias para estes setores. Deste modo, partindo da adaptação da estrutura PER, elaborou um modelo baseado na construção de uma matriz onde as ideias são apresentadas e organizadas em seis componentes: força motriz, pressão, estado (situação), exposição, efeito e ação, denominada como FPEEEA, adaptação literal da sigla original do inglês DPSEEA (WHO, 2004; ARAÚJO-PINTO *et al.*, 2012).

Esta matriz estabelece um fluxo de demandas e pressões por recursos naturais e alterações nos ecossistemas, de modo a produzir um amplo olhar para as cadeias de causas e

consequências que interferem no ambiente, na saúde e bem-estar humano. Suas múltiplas dimensões permitem analisar desde as forças motrizes (F), às pressões (P) que interferem no estado/situação do ambiente (E), modulando as exposições (E) do homem a doenças, que constam como os efeitos finais (E) na análise desta cadeia. Sob esse olhar, distintas formas de ação (A) são passíveis de execução em diferentes níveis, constatando-se que além de uma visão sistêmica sobre os problemas de saúde e ambiente são também possíveis variadas alternativas de controle e prevenção (CORVALÁN *et al.*, 2000; GIATTI, *et al.*, 2013).

Considerando que existe um alto grau de complexidade na relação saúde e ambiente e, que todo modelo representa uma tentativa de explicação de uma realidade que é multifacetada, resultante de interações sistêmicas difíceis de serem apreendidas em sua totalidade, um dos desafios que a saúde ambiental vem enfrentando consiste em definir e construir um conjunto de indicadores que propiciem subsídios para que as políticas públicas possam promover a saúde e prevenir as doenças, ao invés de somente responder aos problemas oriundos da insustentabilidade do modelo de desenvolvimento econômico vigente (FREITAS; PORTO, 2006; GIATTI *et al.*, 2013).

## **1.6 Objetivos**

### 1.6.1 Geral

Analisar a influência das variáveis socioambientais sobre as ocorrências de febre Chikungunya no município de Belém do Pará, no período de 2016 a 2018.

### 1.6.2 Específicos

- Determinar as taxas de incidência da doença, nos anos de 2016, 2017 e 2018;
- Analisar a distribuição espacial da doença, em nível de bairro, em relação às variáveis de densidade demográfica, de renda e das condições sanitárias da população local;
- Analisar a distribuição temporal da doença, em relação às variáveis de precipitação pluviométrica e temperatura do ar.

## **1.7 Delimitação da pesquisa**

A área de aplicação do presente estudo compreende os 48 bairros que integram a parte continental do município de Belém, no Estado do Pará, um dos maiores aglomerados urbanos da região Amazônica, que se caracteriza pela ocorrência de aglomerados subnormais, pela

ausência e/ou deficiência dos serviços de saneamento básico bem como por elevadas temperaturas e altos índices de precipitação pluviométrica.

No seu desenvolvimento dessa pesquisa foram utilizados dados primários obtidos por meio da aplicação de formulário estruturado e dados secundários como o banco de dados do IBGE (2010), dados do Anuário Estatístico do Município de Belém, dados climáticos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET) e dados epidemiológicos disponibilizados pela Secretaria de Estado de Saúde Pública (SESPA).

### **1.8 Interdisciplinaridade da pesquisa**

Para melhor compreensão do estudo desenvolvido, a seguir são tecidas algumas considerações relacionadas à interdisciplinaridade desta pesquisa.

O problema investigado é ambientado no meio urbano, correlato à linha de pesquisa de Ecossistemas amazônicos e sistemas socioambientais. No campo da aplicação das pesquisas interdisciplinares, a compreensão do território amazônico demanda a apreensão do funcionamento de seus processos ecológicos e interações entre os processos locais e globais, na busca conexões lógicas que permitam entender como os efeitos da globalização podem interferir nas ações de atores locais e na pressão sobre seus recursos naturais (CASTRO, 2008; VIEIRA *et al.*, 2014).

Sendo que o papel da natureza faz-se imperativo à compreensão na ocupação desse vasto território, enfatizando que em todos os países com região amazônica observam-se profundas alterações no seu território a partir de meados da década de 1950, constituindo-se em mudanças sociais e econômicas significativas na região.

Com efeito, a partir da segunda metade do século XX, o Estado brasileiro foi o ator principal na definição de estratégias de intervenção no território amazônico, com consequências sobre a urbanização para a região. Especificamente no que concerne ao município de Belém, capital do Estado do Pará, as intervenções do Presidente da República, Juscelino Kubitschek de Oliveira, através de seu Plano de Metas de Desenvolvimento Nacional – PDN, da Operação Amazônia e do Plano de Intervenção Nacional – PIN, conjuntamente com a construção da rodovia Belém – Brasília contribuíram em face de um intenso fluxo migratório, com o aumento demográfico e expansão da área urbana local e a produção de contradições sociais, desigualdades, pobreza e precariedade nas formas de trabalho e salário (CASTRO, 2008; CARDOSO; VENTURA NETO, 2013).

Dentro desse contexto, destaca-se que a capital paraense, caracterizou-se por um processo de urbanização sem planejamento, sendo o atualmente um dos maiores municípios da região em termos populacionais, com aproximadamente 99% de sua população residindo em sua porção urbana, segundo dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010).

Para corroborar com a discussão em voga são muito apropriadas às reflexões de Spósito (2003), que destaca que o processo de urbanização no mundo contemporâneo tem provocado o aprofundamento das contradições entre o ambiental e o social nos espaços urbanos, contradições que podem ser vistas de distintos pontos de vista, os quais se articulam entre si, mas guardam particularidades que exigem um diálogo com distintos campos do conhecimento.

Para a autora, a cidade é o resultado maior da capacidade social de transformar espaço natural, que não deixa, em função disso de ser parte desse espaço e de estar submetida às dinâmicas e processos da natureza, e ainda, do mesmo modo, que a cidade esta submetida aos fatores climáticos que determinam seu ambiente de vida, estes também são redefinidos a partir dessas aglomerações, cuja densidade construtiva, demográfica e a liberação e consumo de energia acabam por alterar a própria dinâmica climática, definidas em escalas bem mais abrangentes que a da cidade. Destaca ainda que o resultado destas relações deve ser observado a partir da dimensão temporal, ou seja, das formas como se articulam ou entram em conflito, a escala temporal da natureza e da sociedade.

E nesse sentido, conclui Spósito (2003), os problemas urbanos como poluição sonora, do ar, da água, assoreamento dos cursos d'água, constituição de ilhas de calor, ausência de áreas verdes são, em sua essência, problemas decorrentes do descompasso entre o tempo da natureza (o das eras geológicas) que são resultado de processo e dinâmicas naturais e o tempo da sociedade (dos anos, dos dias, das horas...), de aceleração do processo social de extração e transformação dos recursos advindos da natureza.

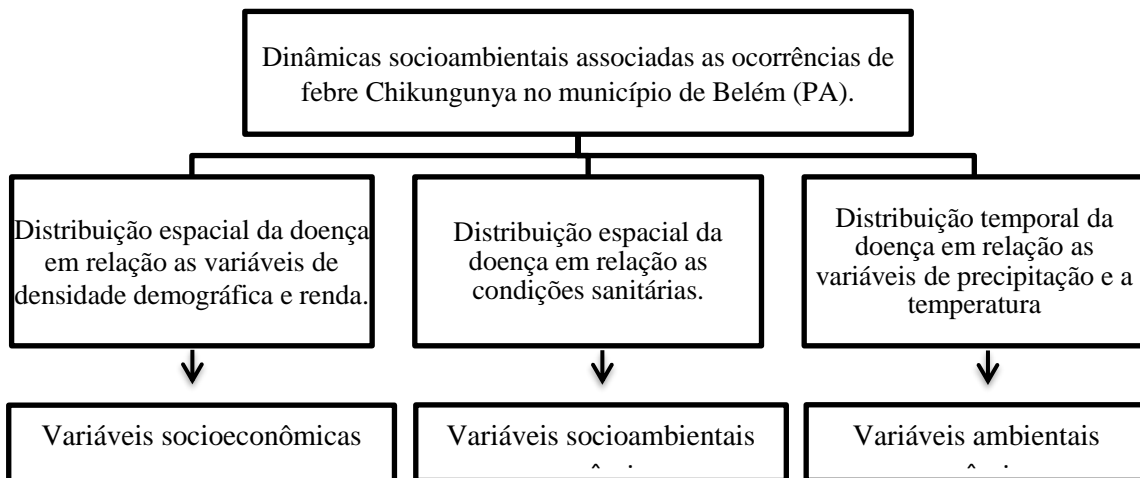
Jan Biton (2003) destaca que as desigualdades socioeconômicas conduzem as populações pobres a serem os próprios artesãos da degradação da natureza quando, estes de forma recorrente, ocupam e constroem como podem em terrenos que pela racionalidade técnica, deveriam ser mantidas em estado natural. Neste cenário, os atores sociais marginalizados, sem capacidade econômica de entrar no mercado habitacional formal acabam por se instalar e construir suas habitações de maneira informal em áreas desvalorizadas economicamente que, em função da condição de irregularidade desse tipo de ocupação não

podem receber benfeitorias públicas encontrando grandes barreiras jurídicas e burocráticas para serem regularizadas o que aumenta sua condição de marginalidade socioeconômica (JATOBÁ, 2011).

Em Belém, especialmente as áreas periféricas, se caracterizam como ambientes desprovidos de serviços coletivos produzindo ocorrências como a precariedade construtiva das habitações, dificuldades no acesso ao transporte público, iluminação pública, pavimentação asfálticas, bem como a ausência e/ou deficiência dos serviços de abastecimento público de água de qualidade e em quantidades adequadas, drenagem das águas pluviais, coleta de resíduos sólidos e de esgotamento sanitário. Essas características socioambientais associadas às características climáticas locais constituem-se em fator de risco para a saúde da população local, especialmente a população de baixa renda.

A figura 2 apresenta um fluxograma referente à interdisciplinaridade do presente estudo.

Figura 2- Fluxograma da interdisciplinaridade da pesquisa.



### 1.9 Estrutura da pesquisa

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos no formato de artigos. O capítulo 1 apresenta uma visão geral da pesquisa, explicitando seu tema, justificativa, problematização, hipóteses, objetivos geral e específicos, delimitação da pesquisa e interdisciplinaridade do problema e estrutura do trabalho.

O capítulo 2, intitulado “A influência de variáveis socioeconômicas sobre as ocorrências de febre Chikungunya no município de Belém, Pará, Brasil”, teve como objetivo

analisar as condições de renda e densidade populacional com as ocorrências de febre Chikungunya na capital paraense.

O capítulo 3, intitulado “Associação entre as condições sanitárias e a incidência de febre Chikungunya no município de Belém, Pará, Brasil”, analisou a relação entre o acesso aos serviços de saneamento básico e a incidência de febre Chikungunya.

O capítulo 4, intitulado “A influência da precipitação e da temperatura sobre as ocorrências de febre Chikungunya no município de Belém, Pará, Brasil” buscou analisar a influência das variáveis climáticas de precipitação pluviométrica e temperatura com a incidência de febre Chikungunya.

O capítulo 5 traz as conclusões gerais da pesquisa.

O presente estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (UFPA), e protocolado Plataforma Brasil conforme Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE, protocolo na 91680318.6.0000.0018 (ANEXO 1). O Departamento de Controle de Endemias da Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará (SESPA) disponibilizou e autorizou no uso do banco de dados dos casos confirmados de febre Chikungunya, em nível de bairro do município de Belém (PA).

## **CAPÍTULO 2 A INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS SOBRE AS OCORRÊNCIAS DE FEBRE CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE BELÉM, PARÁ, BRASIL.**

---

### **A influência das variáveis socioeconômicas sobre as ocorrências de febre Chikungunya no município de Belém, Pará, Brasil.**

*The influence of socioeconomic variables on the occurrence of Chikungunya fever in Belém, Pará, Brazil.*

#### **Resumo**

Nos grandes centros urbanos de países em desenvolvimento a intensificação da migração do campo para cidade, o aumento da densidade demográfica, a urbanização desordenada, a pobreza urbana, as condições sanitárias precárias, a ineficiência das políticas públicas de saúde tem favorecido a emergência das arboviroses. O presente estudo tem o objetivo de analisar as condições de renda e densidade populacional sobre as ocorrências de febre Chikungunya em Belém do Pará, no período de 2016 a 2018. As variáveis foram analisadas com base em estatísticas descritivas, a partir das quais foram determinadas média, desvio padrão, coeficiente de variação, mediana, mínimo e máximo. A análise temporal identificou aumento no número de ocorrências ao longo do período avaliado. Quanto à distribuição espacial observa-se a expansão e a manutenção de focos da doença em determinados bairros. A correlação de Pearson identificou associação entre as ocorrências de febre Chikungunya e a variável de densidade demografia, em 2017, que resultou em uma regressão linear fraca, porém significativa.

Palavras-chave: febre Chikungunya; infecções por arbovírus; doenças tropicais negligenciadas.

#### **Abstract**

In the large urban centers of developing countries intensification of rural-urban migration, increasing population density, disorderly urbanization, urban poverty, poor sanitation, inefficiency of public health policies have favored the emergence of arboviruses. The present study aims to analyze the income and population density conditions with the occurrences of Chikungunya fever in Belém do Pará, from 2016 to 2018. The variables were analyzed based on descriptive statistics, from which average were determined. , standard deviation,

coefficient of variation, median, minimum and maximum. The temporal analysis identified an increase in the number of occurrences over the evaluated period. Regarding spatial distribution, there is the expansion and maintenance of disease outbreaks in certain neighborhoods. Pearson's correlation found an association between occurrences of Chikungunya fever and the demographic density variable in 2017, which resulted in a weak but significant linear regression.

Key words: Chikungunya fever; arbovirus infections; neglected tropical diseases..

## 2.1 Introdução

As arboviroses como a febre amarela, dengue, Zika vírus, febre Mayaro, vírus do Nilo, febre Chikungunya transmitidas por mosquito vetor, têm se constituído em preocupação a nível global em razão das significativas ocorrências de morbidade e mortalidade (PATTERSON *et al.*, 2016; REINHOLD *et al.*, 2018).

Os mosquitos do gênero *Aedes*, notadamente o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, são responsáveis pela transmissão de muitos arbovirus cujas amplitudes e capacidade de propagação expandiu-se consideravelmente nas últimas décadas em todo mundo como resultado da globalização, da urbanização e das mudanças climáticas (PATTERSON *et al.*, 2016; REINHOLD *et al.*, 2018; WHITEMAN *et al.*, 2018).

A rápida disseminação das arboviroses pelo mundo são complexas e não estão totalmente compreendidas entretanto, tem sido atribuídas a elementos de ordem natural como as características climáticas locais e globais e a elementos de ordem social como o crescimento urbano desordenado, densidade populacional, pobreza urbana, condições sanitárias precárias, ineficiência das políticas públicas de saúde, entre outros (TAUIL, 2001; ALMEIDA *et al.*, 2017; ALMEIDA *et al.*, 2018; PENSO CAMPOS *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2019).

Entre os elementos de ordem social destaca-se a urbanização como um processo que prejudica a integridade dos habitats nativos de muitas espécies de vetores e promove a eliminação de predadores naturais criando condições favoráveis à expansão das doenças arbovirais (MACHINER *et al.*, 2009; RAMADONA *et al.*, 2016; LI *et al.*, 2017; RODRIGUES *et al.*, 2018b; PENSO CAMPOS *et al.*, 2018).

Nos ambientes urbanos as condições socioeconômicas são reconhecidas com fatores que exercem influência na transmissão de arboviroses (PENSO CAMPOS *et al.*, 2018;



RODRIGUES *et al.*, 2018b). De acordo com Almeida e Silva (2017) as desigualdades socioeconômicas se refletem em espaços urbanos desiguais, com distintos níveis de qualidade de vida propiciando o surgimento de áreas de risco decorrentes da vulnerabilidade socioambiental. Para Almeida e Castro (2018) a cidade é produtora de riscos e vulnerabilidades ambientais urbanos, em particular no desenvolvimento de doenças.

Entre os fatores socioeconômicos que favorecem expansão das infecções arbovirais nos espaços urbanos destaca-se aumento da densidade populacional que favorece a proliferação do vetor devido às condições ambientais ideais para a sua reprodução e do maior número de indivíduos suscetíveis a novas infecções (COSTA *et al.*, 2018).

Souza e Barata (2012) destacam que nos países subdesenvolvidos as mudanças demográficas ocorridas a partir da década de 1960 resultaram no inchaço das cidades que não conseguiram atender às demandas da população, entre as quais habitação e saneamento básico, que se mostram insuficientes ou inadequados.

Outro fator socioeconômico reconhecido como modulador do processo saúde-doença no ambiente urbano é a faixa de renda da população uma vez que a mesma é determinante na escolha de onde residir (ARAÚJO *et al.*, 2014; ALMEIDA; SILVA, 2017).

A influência das desigualdades socioeconômicas sobre o processo saúde-doença nos ambientes urbanos vem sendo discutida em diversos estudos. Teurlai *et al.* (2015); Sun *et al.*, (2017); Costa *et al.*, (2018); Penso Campos *et al.*, (2018); Rodrigues *et al.*, (2018a); McHale *et al.*, (2019) analisaram a influência da densidade demográfica sobre as ocorrências das infecções arbovirais. Enquanto a variável renda foi utilizada por Mondini e Neto (2007); Souza e Barata (2012); Araújo *et al.*, (2014); Silva e Rebiota (2017); Almeida e Silva (2017); Almeida e Castro (2018) na busca da melhor compreensão arboviroses no ambiente urbano.

Transmitida ao homem pela picada do mosquito fêmea do *Aedes aegypti* infectado, a febre Chikungunya (CHIKF) é uma arbovirose que causa uma síndrome febril aguda e distúrbios reumáticos graves e debilitantes que podem persistir por meses e reduzir severamente a qualidade de vida dos pacientes (RODRIGUES *et al.*, 2018a; MCHALE *et al.*, 2019; WIMALASIRI YAPA *et al.*, 2019).

A primeira transmissão autóctone da CHIKF no Brasil foi confirmada em setembro de 2014, desde então a doença vem se expandido especialmente nos centros urbanos brasileiros, onde as desigualdades econômicas e a exclusão social se refletem nesses espaços criando distintos níveis de acesso aos serviços de infraestrutura urbana (ALMEIDA *et al.*, 2017; ALMEIDA *et al.*, 2018; COSTA *et al.*, 2018; NAVECA *et al.*, 2019; TAURO *et al.*, 2019).

Em Belém, o primeiro caso de CHIKF foi confirmado no ano de 2015, sendo insipientes os estudos que abordem essa nova doença infecciosa, bem como estudos epidemiológicos que busquem compreender a sua relação com variáveis socioeconômicas.

Nesse sentido, considerando os aspectos urbanos envolvidos na transmissão das arboviroses o presente estudo analisou a influência das condições de renda e densidade populacional sobre as ocorrências de febre Chikungunya em Belém do Pará.

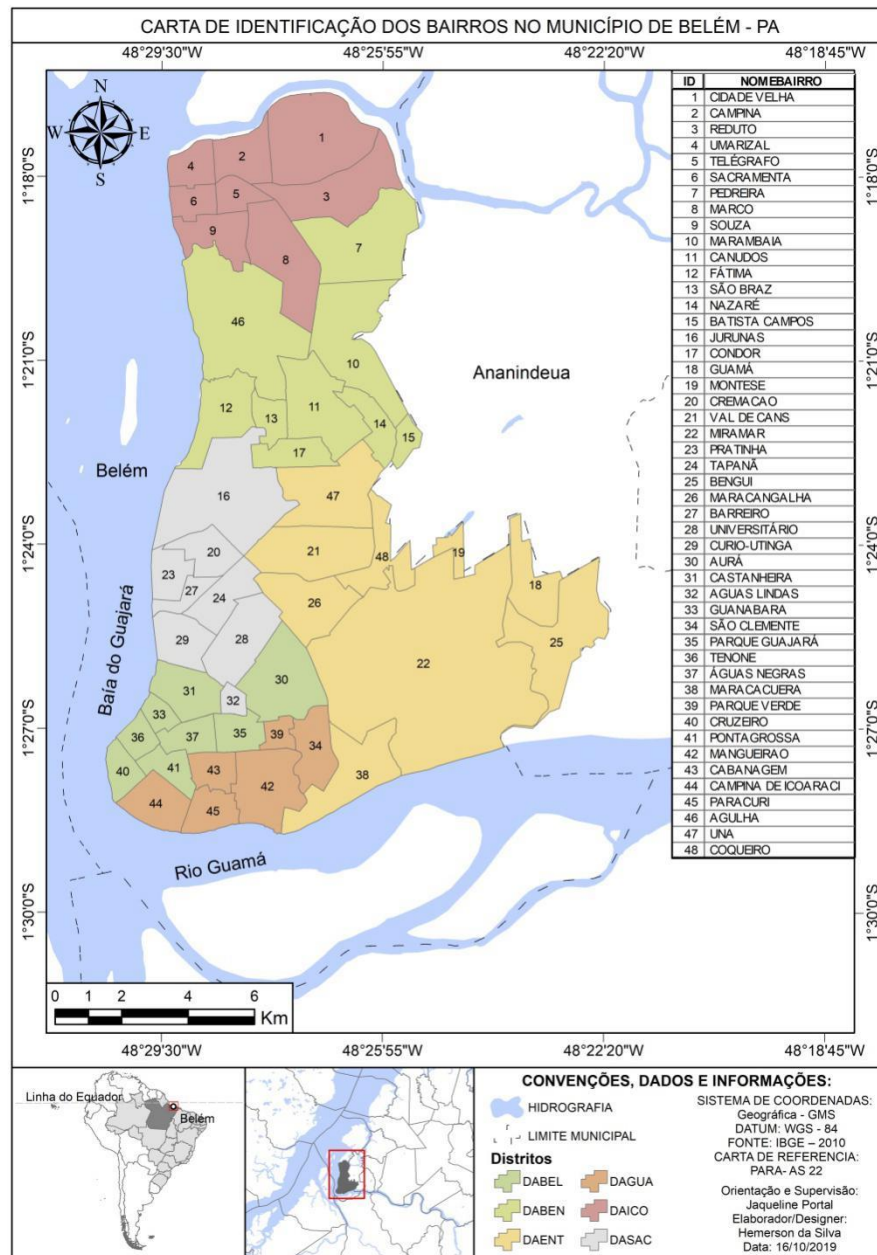
## **2.2 Material e métodos**

### **2.2.1 Área de estudo**

O município de Belém (Figura 1) situa-se nas coordenadas de latitude 01° 26'S e longitude 48° 26'W, faz limite ao norte a Baía do Marajó, a oeste a Baía do Guajará, a sul o Rio Guamá e a leste com o município de Ananindeua com área de 1059,406 Km<sup>2</sup> (SOARES *et al.*, 2018; MOREIRA *et al.*, 2019).

De acordo com dados censitários do IBGE (2010), Belém possui uma população estimada de 1.393.399 habitantes, dos quais aproximadamente 99% residem em sua porção urbana (IBGE, 2019). Essa população está distribuída em 48 bairros organizados em 6 distritos administrativos, conforme a Lei Municipal nº 7.806, de 30 de julho de 1996.

Figura 1- Mapa de localização do município de Belém, capital do Estado do Pará.



### 2.2.2 O Processo de urbanização do município de Belém (PA)

A capital paraense, ao longo do processo urbanização passou por diversas fases entre as quais a fase *ribeirinha*, de *penetração* ou *interiorização* e a fase de *continentalização* (TRINDADE JR, 1998; PIMENTEL *et al.*, 2012).

Em sua fase ribeirinha, organização espacial interna foi definida pelo papel econômico da cidade, dinamizada pelo capital comercial, tendo as vias flúvio-marítimas como principais meios de circulação e que estabeleceram padrões de organização interna da cidade.

Posteriormente, a cidade passa a interiorizar-se, sendo esta segunda fase denominada de penetração ou interiorização (PIMENTEL *et al.*, 2012).

Na fase de *continentalização*, a partir de meados do século XIX, destaca-se a importância da “Era Pombalina” no processo de urbanização belenense que, a partir da criação da Companhia Geral de Comércio do Grão-Pará e Maranhão, em 1755, iniciou uma importante fase na estruturação territorial, condição que garantiu a Belém melhorias na sua infraestrutura física, com etapas sucessivas de ocupação de cotas mais altas do solo, seguidas por drenagem das áreas alagadas (TRINDADE JR, 1998; PIMENTEL *et al.*, 2012).

Ao fim da Companhia Geral de Comércio do Grão Pará e Maranhão houve um período de estagnação econômica, entretanto, Belém teve na expansão do ciclo da borracha, entre 1850 a 1910, uma fase de grande dinamismo econômico se tornando a capital econômica da região Amazônica, recebendo intervenções urbanas pioneiras no Brasil como a provisão de infraestrutura, expansão da malha viária, criação de grandes avenidas e regulação do espaço público e de edificações por meio de códigos de posturas (CARDOSO; VENTURA NETO, 2013).

Às fases *ribeirinha*, de *interiorização* e *continentalização* de organização espacial do município, Trindade Júnior (2016) acrescenta a fase de *metropolização*, que tem início na ainda na década de 1960, momento em que a região Amazônica se insere na divisão internacional do capital e do trabalho.

A implantação de grandes projetos na região fez com que Belém se tornasse um atrativo para os habitantes do meio rural paraense e de outros Estados brasileiros, como o Maranhão, o que contribuiu com a chegada de uma mão de obra desqualificada e empobrecida que não encontrando condições de inserção do mercado formal de trabalho, passam habitar nos leitos de cursos d’água em terrenos ociosos no centro urbano em assentamentos informais precários desprovidos de serviços de infraestrutura urbana, tornando o município em um vasto depósito de força de trabalho de baixa qualificação, disseminando a pobreza urbana (PIMENTEL *et al.*, 2012; SILVA, 2012; TRINDADE JR, 2016).

Na década de 1980, com a forte crise econômica e social que o país atravessou e a crise política com a queda do governo Collor, em 1992, houve retração da oferta de emprego, perda do poder aquisitivo e um grande percentual da população economicamente ativa atuando no mercado informal de trabalho. Essas condições de reprodução de força de trabalho se refletiram na reprodução social no espaço urbano corroborando com a propagação de assentamentos espontâneos tendo então início o que muitos autores definem como a “indústria

das invasões” que ocorreram ao longo dos eixos de expansão do município, a Avenida Augusto Montenegro e a rodovia BR - 316 (TRINDADE JR, 1998, 2000).

Entre as décadas de 1960 e 1990, aproximadamente um milhão de pessoas passaram a incrementar a área urbana de Belém (TRINDADE JR, 2016). Atualmente, a Região Metropolitana de Belém – RMB, apresenta a maior proporção de população residente em aglomerados subnormais entre as regiões metropolitanas do país (53,9%), com maior concentração no município de Belém (66%), apresenta ainda a maior densidade populacional de 1.315,27 hab./Km<sup>2</sup> e o terceiro maior rendimento mensal domiciliar *per capita* de R\$ 1.017,36, em comparação com as demais capitais da região Norte do Brasil (IBGE, 2010).

Para Lima *et al.* (2015) a apreensão do município de Belém (PA), em uma formação econômica periférica auxilia na compreensão de sua urbanização precária, marcada pelo atendimento deficiente de direitos sociais e acesso serviços de infraestrutura urbanos.

### **2.3 Procedimentos metodológicos**

A população residente, segundo bairros do município, foi obtida do banco de dados Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, referente ao Censo Demográfico de 2010. Os dados de renda, por bairro do município, foram obtidos do Anuário Estatístico do Município de Belém – 2011, com base na classe de rendimento nominal mensal (BELÉM, 2011). A extensão territorial dos bairros foi extraída do Anuário Estatístico do Município de Belém – 2012 (BELÉM, 2012).

A densidade populacional foi determinada a partir da razão entre o número de habitantes do bairro e a área do mesmo bairro, em quilômetros quadrados.

As ocorrências de CHIKF foram disponibilizadas pelo Departamento de Controle de Endemias da Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará (SESPA), através do banco de dados de notificações de CHIKF do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Foram coletados os dados notificados e confirmados, referentes aos anos de 2016, 2017 e 2018.

O banco de dados foi organizado em planilhas do programa Microsoft Excel, para a determinação da Estatística Descritiva com o uso do software SPSS 22.0.

Foram realizados testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e para as variáveis que apresentaram  $p < 0.05$ , optou-se pela logaritimização como medida para normalizar e homogeneizar a distribuição das variáveis, definindo-se posteriormente pelo uso de testes paramétricos de correlação linear de Pearson ( $r$ ) que é uma medida de associação entre

variáveis numéricas e variam de -1 a 1. Quanto mais próximo de -1 ou 1 a correlação é dita perfeita.

Para as variáveis que apresentaram significância estatística procedeu-se a aplicação da análise de regressão linear simples, cujo princípio consiste em modelar uma variável dependente (y), nesse estudo representado pela ocorrência de CHIKF, através da combinação linear de variáveis explicativas (x) ou variáveis independentes, representadas pelas variáveis socioeconômicas.

Entretanto, antes de aplicar o modelo de regressão foi preciso testar a significância das variáveis, através do teste de significância global ou teste F, que responde a seguinte pergunta: “o modelo é útil para prever a ocorrência de CHIKF, a partir das variáveis de renda e densidade populacional?”.

Escolhido o modelo de regressão, devem-se estimar os coeficientes da equação da reta,  $\hat{\beta}_0$  e  $\hat{\beta}_1$ . Isso pode ser feito a partir da aplicação do Método dos Mínimos Quadrados, sendo a estimativa dada pela equação 1:

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i + \hat{\beta}_2 x_i, \text{ (equação 1)}$$

Onde,

$\hat{y}_i$  é variável explicada (dependente) que no nosso estudo é a CHIKF;

$\hat{\beta}_0$  é a constante, que representa a intercepção da reta com o eixo vertical;

$\hat{\beta}_1$  e  $\hat{\beta}_2$  constantes que representam o declive (coeficiente angular) da reta e

$x_i$  é a variável explicativa (independente), que no estudo são as variáveis climáticas.

O presente estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (UFPA), conforme Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE, protocolo 91680318.6.0000.0018.

## 2.4 Resultados

Na Tabela 1 são apresentadas as informações referentes à população residente, extensão territorial, densidade demográfica e renda para os bairros do município de Belém.

O Guamá é o bairro mais populoso do município (94 610,0 hab.), enquanto o Miramar (515,0 hab.) é o bairro com menor número de residentes.

O Curió-Utinga e Fátima são respectivamente os bairros com a maior (30,6 km<sup>2</sup>) e menor (0,6 km<sup>2</sup>) área.

O Jurunas com 26 545,080 hab./m<sup>2</sup> e o Aurá com 286,319 hab./m<sup>2</sup>, apresentaram a maior e a menor densidade demográfica. Enquanto, o Reduto e São Clemente foram os bairros com a maior R\$ 9 022,210 e a menor R\$ 889,810 renda mensal.

A Tabela 2 apresenta os casos notificados e confirmados de CHIKF, segundo os bairros do município de Belém, no período de 2016 a 2018.

No ano de 2016, destaca-se o número de ocorrências registradas no bairro Águas Lindas, 161 casos, valor que supera em quase 10 vezes o bairro do Barreiro, que apresentou o segundo maior número registros, com 18 casos.

Em 2017, o bairro do Marco registrou o maior número de ocorrências, 109 casos, o Telégrafo 74 casos e a Pedreira 70 casos.

No decorrer de 2018, foram identificados registros da CHIKF em quase todos os bairros do município, o Paracuri com 250 casos, a Agulha com 161 casos e as Águas Lindas com 155 casos foram os bairros com maiores ocorrências da doença.

Quanto à análise temporal constatou-se aumento da CHIKF ao longo do período avaliado com 292, 972 e 3032 casos confirmados, respectivamente, nos anos de 2016, 2017 e 2018. Em termos percentuais, entre 2016 a 2017, houve um aumento no número de casos de 212%, e entre 2017 e 2018, o aumento foi equivalente 232%.

Na Tabela 3 estão os resultados da estatística descritiva referente às variáveis de densidade populacional, renda e ocorrências de CHIKF, para os Distritos Administrativos de Belém, de 2016 a 2018.

Tabela 1- População residente, área, densidade populacional e renda para os bairros de Belém.

Distrito Administrativo	Bairro	População (hab.)	Área (km <sup>2</sup> )	Densidade Populacional (hab./km <sup>2</sup> )	Renda (R\$)
DABEL	Marco	<b>65 844,0</b>	<b>4,9</b>	<b>13 534,224</b>	<b>4 248,300</b>
	São Braz	19 936,0	1,6	12 351,921	6 114,280
	Umarizal	30 090,0	2,7	11 185,874	6 315,280
	Reduto	6 373,0	<b>0,8</b>	7 659,856	<b>9 022,210</b>
	Campina	<b>6 156,0</b>	1,1	<b>5 824,030</b>	5 504,950
	Cidade Velha	12 128,0	1,3	9 215,805	4 345,770
	Batista Campos	19 136,0	1,4	13 270,458	7 546,770
	Nazaré	20 504,0	1,5	13 480,605	8 882,840
DAGUA	Cremação	31 264,0	1,5	21 138,607	<b>3 622,860</b>
	Condor	42 758,0	1,8	23 927,252	1 692,550
	Jurunas	64 478,0	2,4	<b>26 545,080</b>	2 196,710
	Montese	61 439,0	2,5	24 303,402	<b>1 370,460</b>
	Canudos	<b>13 804,0</b>	<b>0,8</b>	<b>16 813,642</b>	2 765,930
	Guamá	<b>94 610,0</b>	<b>4,2</b>	22 792,098	1 795,060
DASAC	Maracangalha	30 534,0	2,0	15 320,622	1 823,060
	Barreiro	26 003,0	1,0	<b>26 425,813</b>	<b>1 143,840</b>
	Sacramenta	44 413,0	2,4	18 692,340	1 786,450
	Pedreira	<b>69 608,0</b>	<b>3,8</b>	18 405,077	<b>3 205,190</b>
	Telégrafo	42 953,0	2,4	17 979,489	2 044,060
	Miramar	<b>515,0</b>	1,6	<b>314,408</b>	2 264,140
	Fátima	12 385,0	<b>0,6</b>	20 072,934	2 378,310
DAENT	Val de Cans	7 032,0	9,1	775,560	<b>5 323,420</b>
	Mangueirão	36 224,0	5,6	6 506,916	2 278,070
	Castanheira	24 424,0	2,7	9 042,577	2 361,140
	Curió Utinga	16 642,0	<b>30,6</b>	543,679	2 311,070
	Marambaia	<b>66 708,0</b>	5,0	13 320,288	2 722,020
	Souza	13 190,0	4,0	3 302,454	3 910,690
	Guanabara	17 520,0	<b>0,7</b>	<b>23 804,348</b>	1 154,500
	Águas Lindas	<b>1 588,0</b>	2,9	548,532	1 019,440
	Aurá	1 827,0	6,4	<b>286,319</b>	1 007,500
	Universitário	2 557,0	4,9	526,999	<b>956,010</b>
DABEN	Tapanã	<b>66 669,0</b>	<b>10,8</b>	6 190,251	1 523,310
	Coqueiro	51 776,0	6,7	7 742,785	2 198,520
	Parque Verde	39 126,0	4,9	7 915,436	<b>2 421,260</b>
	Cabanagem	27 781,0	1,8	15 502,790	1 133,640
	Bengui	29 379,0	1,9	<b>15 719,101</b>	1 260,990
	São Clemente	7 714,0	1,3	<b>6 107,680</b>	<b>889,810</b>
	Pratinha	22 589,0	3,5	6 452,157	1 616,540
	Una	<b>6 724,0</b>	<b>0,8</b>	8 160,194	1 180,310
DAICO	Cruzeiro	11 644,0	1,6	7 196,539	1 950,100
	Campina de Icoaraci	26 722,0	2,4	10 947,153	1 602,660
	Maracacuera	13 681,0	<b>6,9</b>	1 975,025	1 111,080
	Águas Negras	<b>6 890,0</b>	5,0	<b>1 367,335</b>	1 481,690
	Agulha	19 712,0	<b>1,2</b>	<b>15 858,407</b>	1 487,690
	Ponta Grossa	13 245,0	1,3	10 118,411	<b>1 951,800</b>
	Paracuri	9 934,0	2,5	3 907,946	<b>936,780</b>
	Parque Guajará•	<b>34 778,0</b>	5,0	6 899,028	1 238,040
Tenoné	30 429,0	6,6	4 620,255	1 420,970	



Tabela 2- Ocorrências de CHIKF, segundo os bairros de Belém, no período de 2016 a 2018.

Distrito Administrativo	Bairro	Ocorrências CHIKF 2016	Ocorrências CHIKF 2017	Ocorrências CHIKF 2018
DABEL	Marco	3	<b>109</b>	109
	São Braz	1	10	89
	Umarizal	4	18	63
	Reduto	0	1	10
	Campina	3	2	43
	Cidade Velha	0	0	5
	Batista Campos	1	2	53
	Nazaré	0	4	32
DAGUA	Cremação	1	7	133
	Condor	0	4	34
	Jurunas	2	43	55
	Montese	0	16	143
	Canudos	0	17	65
	Guamá	4	49	125
	DASAC	Maracangalha	0	2
Barreiro		<b>18</b>	5	14
Sacramenta		7	11	29
Pedreira		4	<b>70</b>	67
Telegrafo		1	<b>74</b>	25
Miramar		0	0	0
Fátima		1	7	9
DAENT	Val de Cans	0	3	12
	Mangueirão	1	60	18
	Castanheira	5	7	26
	Curió Utinga	0	1	10
	Marambaia	2	15	141
	Souza	0	8	13
	Guanabara	0	0	0
	Águas Lindas	<b>161</b>	46	<b>155</b>
	Aurá	0	0	0
	Universitário	0	0	0
DABEN	Tapanã	1	17	130
	Coqueiro	5	57	64
	Parque Verde	1	3	10
	Cabanagem	0	35	44
	Bengui	0	23	71
	São Clemente	0	0	0
	Pratinha	0	3	38
	Una	0	6	0
DAICO	Cruzeiro	2	8	32
	Campina de Icoaraci	5	2	77
	Maracacuera	<b>9</b>	1	60
	Águas Negras	0	1	94
	Agulha	1	51	<b>161</b>
	Ponta Grossa	0	5	41
	Paracuri	5	7	<b>250</b>
	Parque Guajará•	0	1	26
Tenoné	4	9	57	

Tabela 3- Análise descritiva para as ocorrências de CHIKF, densidade populacional e renda, para os Distritos Administrativos de Belém, de 2016 a 2018.

Densidade Populacional	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo	Moda
DABEL	10 815,3	2 939	0	5 824	13 534	-
DAGUA	22 586,7	3 343	0	16 814	26 545	-
DASAC	16 744,4	8 009	0	314	26 426	-
DAENT	5 865,8	7 721	1	286	23 804	-
DABEN	9 223,8	4 022	0	6 108	15 719	-
DAICO	6 987,8	4 691	1	1 367	15 858	-
Renda	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo	Moda
DABEL	6 497,6	1 852	0	4 248	9 022	-
DAGUA	2 240,6	830	0	1 370	3 623	-
DASAC	2 092,2	635	0	1 144	3 205	-
DAENT	2 304,4	1 428	1	956	5 323	-
DABEN	1 528,0	536	0	890	2 421	-
DAICO	1 464,5	345	0	937	1 952	-
Ocorrências CHIKF 2016	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo	Moda
DABEL	2	2	1	0	4	0
DAGUA	1	2	1	0	4	0
DASAC	4	7	1	0	18	0
DAENT	<b>17</b>	<b>51</b>	3	0	161	0
DABEN	1	2	2	0	5	0
DAICO	3	3	1	0	9	0
Ocorrências CHIKF 2017	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo	Moda
DABEL	18	<b>37</b>	2	0	109	2
DAGUA	23	19	1	4	49	-
DASAC	<b>24</b>	33	1	0	74	-
DAENT	14	21	2	0	60	0
DABEN	18	20	1	0	57	3
DAICO	9	16	2	1	51	1
Ocorrências CHIKF 2018	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo	Moda
DABEL	51	36	1	5	109	-
DAGUA	<b>93</b>	47	1	34	143	-
DASAC	23	22	1	0	67	-
DAENT	38	59	2	0	155	0
DABEN	45	44	1	0	130	0
DAICO	45	44	1	0	130	0

Os Distritos Administrativos com a maior e menor densidade demográfica foram respectivamente o DAGUA (22 586,7 hab./km<sup>2</sup>) e o DAENT (5 865,8 hab./km<sup>2</sup>).

O DABEL apresentou o maior rendimento médio de R\$ 6 497,6. Sendo de R\$ 4 248 o valor mínimo e o valor máximo R\$ 9 022.

No DAICO apresentou o menor rendimento médio R\$ 1 464,5. Com valor máximo R\$ 1 952 e o valor mínimo R\$ 937,0.

Quanto às ocorrências de CHIKF, em 2016, a menor média de casos (1,0) foi encontrada no DAGUA e no DABEN, enquanto a maior média foi encontrada no DAENT

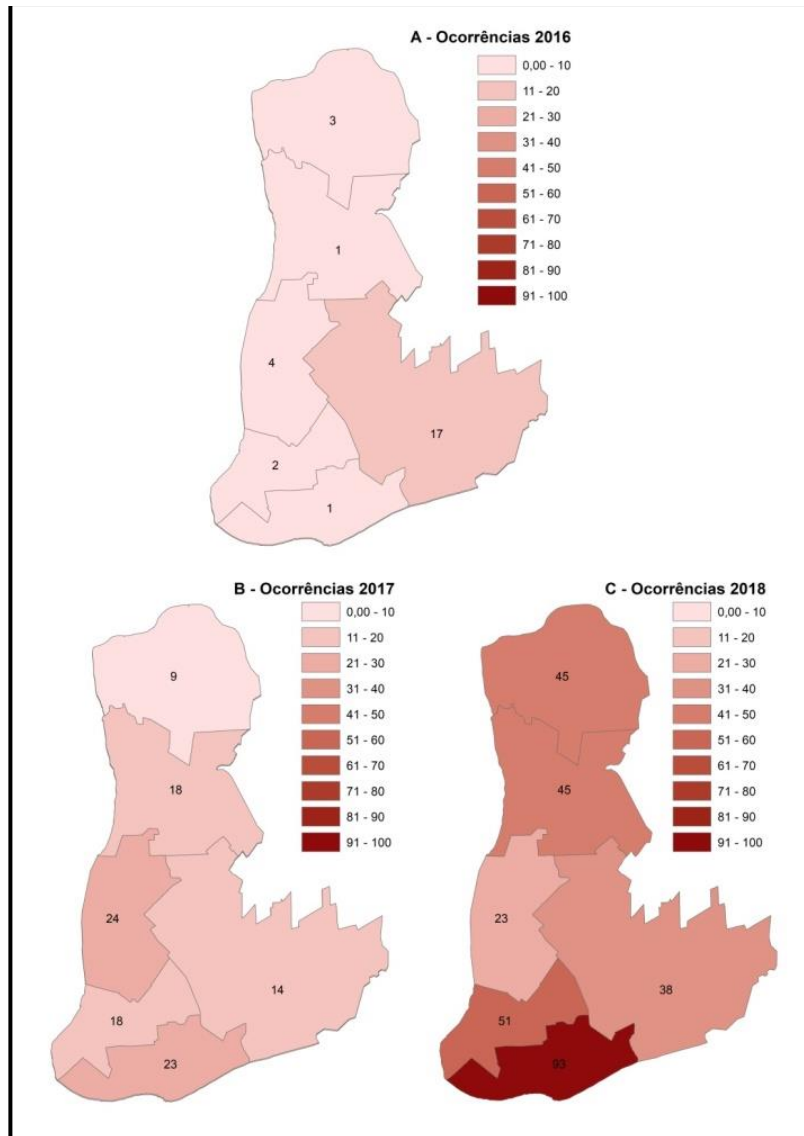
(17,0). Destaca-se o desvio padrão de 51%, relacionado alta concentração de ocorrências no bairro Águas Lindas em relação nos demais bairros que integram o distrito.

No ano de 2017, o DAICO e o DASAC registraram respectivamente a menor (9,0) e a maior (24,0) média de ocorrências.

Em 2018, o DAGUA registrou a maior ocorrência de CHIKF (93,0), enquanto o DASAC, que no ano anterior apresentou o maior número de ocorrência, registrou o menor número de ocorrências (23,0).

A figura 2 apresenta a carta da distribuição espacial das ocorrências de CHIKF para os distritos administrativos de Belém: a. No ano de 2016; b. No ano de 2017; c. No ano de 2018.

Figura 2- Carta da distribuição espacial das ocorrências de CHIKF para os distritos administrativos de Belém, Pará: a. No ano de 2016; b. No ano de 2017; c. No ano de 2018.



Fez-se uso do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov para a variável dependente (casos de CHIKF 2016, 2017 e 2018), que apresentaram  $p < 0,05$ . Nesse sentido, definiu-se pela logaritmização da variável dependente para normalizar e homogeneizar a distribuição dos dados o que possibilitou o uso de testes paramétricos.

Para o ano de 2016 a correlação linear de Pearson não identificou associação entre casos de CHIKF e renda ( $r = - 0,356$ ;  $p > 0,05$ ) e nem entre casos de CHIKF e densidade populacional ( $r = - 0,234$ ;  $p > 0,05$ ).

No ano de 2017 a correlação linear de Pearson não identificou associação entre casos de CHIKF e renda ( $r = - 0,194$ ;  $p > 0,05$ ), enquanto entre casos de CHIKF e densidade demográfica foi identificada uma associação fraca e positiva ( $r = 0,380$ ;  $p < 0,05$ ), ou seja, as ocorrências de CHIKF foram maiores onde estava localizada a maior densidade demográfica.

Em 2018 a correlação linear de Pearson não identificou associação entre casos de CHIKF e renda ( $r = -0,238$ ;  $p > 0,05$ ) e nem entre casos de CHIKF e densidade populacional ( $r = 0,118$ ;  $p > 0,05$ ).

Na tabela 4 estão os resultados das correlações de Pearson entre as ocorrências de CHIKF e as variáveis de densidade demográfica e renda para os anos de 2016, 2017 e 2018 e suas respectivas significâncias estatísticas.

Tabela 4- Correlação de Pearson entre as ocorrências de CHIKF, densidade populacional e renda, para os anos de 2016 a 2018.

MATIZ DE CORRELAÇÃO			
Variáveis			
	Correlação	Renda	Densidade populacional
2016	Pearson®	-0,356	- 0,234
	Significância	0,075	0,249
2017	Pearson®	-0,194	<b>0,380*</b>
	Significância	0,218	0,013
2018	Pearson®	- 0,238	0,118
	Significância	0,129	0,456
Legenda			
	Positiva	Negativa	
Fraca	0,01 a 0,39	- 0,01 a - 0,39	
Moderada	0,40 a 0,69	- 0,40 a - 0,69	
Forte	0,70 a 0,89	- 0,70 a - 0,89	
Perfeita	0,90 a 1,00	- 0,90 a - 1,00	

Para a associação significativa entre a variável densidade demográfica e casos de CHIKF (2017), antes de aplicar o modelo foi feito o teste F de significância global que responde a seguinte pergunta: “o modelo é útil para prever as ocorrências de febre CHIKF a partir da variável densidade demográfica?”.

O valor do  $R^2$  ajustado (0,144) indica que as variáveis explicam aproximadamente 14% das ocorrências de CHIKF. A análise resultou em um modelo estatisticamente significativo [ $F(1,40) = 6,750$ ;  $p > 0,05$ ;  $R^2 = 0,144$ ], com densidade demográfica ( $\beta = 0,380$ ;  $t = 2,598$ ;  $p < 0,05$ ). Isso quer dizer que a densidade demográfica impactou positivamente sobre a CHIKF, ou seja, onde há maior densidade demográfica identificou-se maior ocorrência da CHIKF.

## 2.5 Discussão

Quanto à distribuição temporal da doença, identifica-se o aumento progressivo no número de registros de febre Chikungunya. Em termos percentuais, de 2016 a 2018, houve um crescimento de 444%, incremento que alerta para um possível comportamento endêmico da doença no município.

No que concerne à distribuição espacial identifica-se uma concentração anômala de ocorrências de CHIKF no bairro Águas Lindas, durante o ano de 2016, em comparação ao restante do município. Em 2017, observa-se a expansão da doença para os demais bairros da cidade. Enquanto em 2018 houve registros de casos de CHIKF em quase todos os bairros de Belém.

As altas concentrações e focos de manutenção da doença nos bairros das Águas Lindas, Agulha, Paracuri e Marco podem ter contribuído com a dispersão da doença, o que demanda atenção para o estabelecimento de pontos de intervenção pela vigilância epidemiológica do município.

O estudo não identificou associação entre as ocorrências de febre Chikungunya e a renda da população.

A constatação de que o fator socioeconômico não é determinante na transmissão das arboviroses foi a mesma conclusão de Penso-Campos *et al.* (2018) que não encontraram associação significativa entre a incidência da dengue e variáveis socioeconômicas de renda média e densidade populacional para os bairros de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, embora tenha sido evidenciado tendência de aumento no número de mosquitos fêmeas nos bairros com menor renda média.

Mondini e Neto (2012) avaliaram a relação entre o risco de ocorrência de dengue e os níveis socioeconômicos em São José do Rio Preto, São Paulo, entre 1990 a 2002. Não foram identificadas associação entre os níveis socioeconômicos de renda e anos de instrução médios dos responsáveis pelos domicílios; e nem sobre renda e anos de instrução médios das mulheres responsáveis pelos domicílios. Os autores concluíram que essa é uma questão que depende da realidade de cada município.

A renda nominal mensal média dos responsáveis por domicílios permanentes foi utilizada por Souza e Barata (2012) para compreender as ocorrências de dengue, em nível de bairro, em Cuiabá (MT), nos anos de 2007 e 2008. O estudo constatou que os casos da doença eram independentes da condição socioeconômica.

Araújo *et al.* (2014) utilizaram variável renda *per capita* para compreender a incidência da dengue na área urbana da cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, o estudo concluiu que a distribuição espaço-temporal da doença ocorreu de forma heterogênea, não sendo encontrada associação entre as variáveis analisadas.

O estudo de Silva *et al.* (2019) sobre a influência das variáveis meteorológicas e socioeconômicas nas ocorrências de dengue nos municípios de Minas Gerais, no período de 2008 a 2012, não identificou associação entre variáveis de renda média (correspondente ao rendimento médio mensal da população acima de 10 anos de idade) e baixa renda (correspondente às pessoas com rendimento mensal de até ¼ de salário mínimo).

O presente estudo não identificou associação entre a febre Chikungunya e a variável densidade demográfica.

Teurlai *et al.* (2015) analisaram a distribuição espacial da dengue em Nova Caledônia, ilha francesa localizada na região intertropical do Pacífico Sul, o estudo encontrou associação entre o número de pessoas por domicílio e as taxas de incidência da doença, justificando esses resultados em parte pelo curto alcance de voo do mosquito *Aedes aegypti*.

Ao investigarem a distribuição espaço-temporal da dengue em áreas urbanas no Sri Lanka, Sun *et al.* (2017), identificaram que a incidência da doença era maior no distrito de Colombo, região mais densamente povoada do país.

Almeida e Silva (2017) concluíram que os bairros que apresentaram maior adensamento populacional foram os principais responsáveis à difusão da dengue no Estado da Paraíba.

Do mesmo modo que Costa *et al.* (2018) encontraram correlações positivas entre incidência de dengue, Zika vírus e chikungunya com a densidade populacional, no Estado do Maranhão.

Rodrigues *et al.* (2018a) também concluíram que as maiores taxas de dengue, zika vírus e chikungunya estavam relacionadas com os bairros que apresentavam maior adensamento populacional em Uberlândia, Minas Gerais.

Mesmo sendo reconhecida a relação das variáveis socioeconômicas na transmissão das doenças arbovirais, os estudos sobre essa temática apresentam resultados discordantes considerando influência de vários elementos envolvidos e suas interações sendo factível que a escolha de determinadas variáveis possa não traduzir esta complexidade em uma dada localidade (MONDINI; NETO, 2002; SOUZA; BARATA, 2012; ARAÚJO *et al.*, 2014; RODRIGUES *et al.*, 2018b).

## 2.6 Conclusão

O presente estudo buscou analisar a relação entre as variáveis de renda e densidade demográfica no município de Belém no período de 2016 a 2018.

No decorrer do período analisado observa-se a expansão da doença no município, porém com a manutenção dos focos de maior concentração em determinados bairros, o que demanda atenção e ações prioritárias pela vigilância epidemiológica do município para intervenções em saúde.

Somente a variável densidade demográfica se mostrou correlacionada com as ocorrências de CHIKF no ano de 2017, o que resultou em uma regressão linear fraca, porém significativa. As demais variáveis para o período investigado não se mostraram significativas.

Convém considerar o tempo decorrido entre a informação sobre as variáveis socioeconômicas em relação às ocorrências de CHIKF. Uma vez que ao longo desse período podem ter ocorrido modificações na estrutura dos bairros e consequentemente indicadores que não refletem mais a realidade do período em que o estudo foi desenvolvido.

A CHIKF é uma arbovirose e como tal apresenta causas multifatoriais que se modificam de acordo com cada realidade avaliada, nesse sentido o predomínio da não de associação entre as variáveis investigadas no período analisado, tanto ratifica a importância dos estudos epidemiológicos para a melhor compreensão dos fatores inter-relacionados com suas ocorrências, quanto ratifica a importância de que a mesma seja investigada pelos diversos campos disciplinares do conhecimento uma vez que a doença se relaciona com a dinâmica das populações, do vetor e do vírus.

Devem ser consideradas ainda limitações nos resultados obtidos nessa pesquisa, entre os quais: (i) possíveis subnotificações dos casos de CHIKF, devido a possibilidade da doença ter sido notificada erroneamente como outra arbovirose como, por exemplo, a dengue; (ii) inconsistências no banco de dados disponibilizados pela SESPA, com elevada proporção de campos da ficha de notificação em branco e/ou incompletos, assim como a falta de informações relevantes; (iii) e por fim, destaca-se que por se tratar de um estudo epidemiológico, não há possibilidade em garantir que os indivíduos acometidos pela doença tenham sido infectados em suas residências.



## Referências

- ALMEIDA, C.A.P.; SILVA, R.M. Modelagem espacial dos casos de dengue e variáveis socioambientais em João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n.05, p. 1455-1470, 2017.
- ALMEIDA, R.B.; CASTRO, M.B. Espacialização da dengue: indicadores socioespaciais e aspectos climáticos no processo saúde-doença. **RAEGA: O espaço geográfico em análise**, v.45, n.01, p. 200-213, 2018.
- ARAÚJO, M.R. de; DESMOULIÈRE, S.J.M.; LEVINO, A. Padrão espacial da distribuição da incidência de dengue e sua relação com a variável renda na cidade de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. **Rev Pan-Amaz Saude**, v. 5.n.0 2, p. 11-20, 2014.
- BELÉM. Anuário Estatístico do Município de Belém 2011. **Rendimento mensal domiciliar per capita**. Disponível em: [http://www.belem.pa.gov.br/app/anuario\\_2011/anuario%202011%20completo.pdf](http://www.belem.pa.gov.br/app/anuario_2011/anuario%202011%20completo.pdf). Acessado em: 19 de julho de 2019.
- BELÉM. Anuário Estatístico do Município de Belém. 2012. **Densidade Populacional**. Disponível em: [http://www.belem.pa.gov.br/transparencia/?page\\_id=1510](http://www.belem.pa.gov.br/transparencia/?page_id=1510). . Acessado em: 19 de julho de 2019
- CARDOSO, A.C.; VENTURA NETO, R.S. A evolução urbana de Belém: trajetória de ambiguidades e conflitos sócio-ambientais. **Cadernos Metrópole**, v. 15, n.29, p. 55-75, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**. 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/l>. Acessado em: 19 de julho de 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Densidade demográfica**. 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/pesquisa>. Acessado em: 19 de julho de 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Rendimento mensal domiciliar per capita**. 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/l>. Acessado em: 19 de julho de 2019.
- LI, Z.; *et al.* Dengue Baidu Search Index data can improve the prediction of local dengue epidemic: A case study in Guangzhou, China. **PLOS Negl Trop Dis**, v.11, n.03, 2017. doi:10.1371/journal.pntd.0005354
- LIMA, J.J.F.; VENTURA NETO, R.S.; LOPES, R.S.N.; **Empreendimentos da ‘Nova Belém’ na formação e consolidação da expansão urbana de Belém do Pará**. In: NOBRE, E.A.C.; BASSAN, I.J. (org.). São Paulo: FAUUSP. 2015.
- MACHINER, F.; RODRIGUES, D.J.; ANDRADE, E.A. Distribuição de dengue no norte de Mato Grosso, Brasil, 2001-2005. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 17, n. 03, p. 627- 640, 2009.
- MCHALE, T.C.; *et al.* Spatiotemporal heterogeneity in the distribution of chikungunya and zika virus case incidences during their 2014 to 2016 epidemics in Barranquilla, Colombia. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v.16, n. 10, 2019. doi:10.3390/ijerph16101759.

MONDINI, A.; CHIARAVALLI NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Rev Saúde Pública**, v. 41, n.06, p.923-930, 2007.

MOREIRA, F.S.A.; *et al.* Variabilidade da precipitação na cidade de Belém-PA e sua relação com a incidência de leptospirose. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n.01, p. 71-80, 2019.

NAVECA, F.G.; *et al.* Genomic, epidemiological and digital surveillance of Chikungunya virus in the Brazilian Amazon. **PLOS Negl Trop Dis**, v.13, n.03, 2019. doi.org/10.1371/journal.pntd.0007065.

PATTERSON, J.; SAMMON, M.; GARG, M. Dengue, Zika and Chikungunya: Emerging Arboviruses in the New World. **West J Emerg Med**, v.17, n.06, p.671-679, 2016.

PENSO-CAMPOS, J.M.; *et al.* Aspectos da paisagem e fatores socioeconômicos nos casos de dengue na cidade de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11. n.05,p. 846-1858, 2018.

PIMENTEL, M.A.S.; SANTOS, V.C.; SILVA, F.A.O. A ocupação das várzeas na cidade de Belém: causas e consequências socioambientais. **Revista GEONORTE**. v. 03, n. 05, p.34-45. 2012.

RAMADONA, A.L.; *et al.* Prediction of dengue outbreaks based on disease surveillance and meteorological data. **PLOS ONE**, v.11, n.03, 2016. doi:10.1371/journal.pone.0152688

REINHOLD, J.M.; LAZZARI, C.R.; LAHONDÈRE, C. Effects of the environmental temperature on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes: A Review. **Insects**, v.09,n.158, 2018. doi:10.3390/insects9040158.

RODRIGUES, E.A.S.; COSTA, I.M.; LIMA, S.C. Epidemiologia da dengue, zika e chikungunya, entre 2014 a 2016, em Uberlândia (MG). **Hygeia**, v. 14, n. 30, p. 62 – 81, 2018a.

RODRIGUES, N.C.P.; *et al.* Risk factors for arbovirus infections in a low-income community of Rio de Janeiro, Brazil, 2015-2016. **PLOS ONE**. 2018b, v.13, n. 06, 231-243, 2018b. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198357>.

SILVA, L.F.; REBOITA, M.S.; ALVES, M.A. Notificações de casos de dengue em Minas Gerais e sua relação com variáveis ambientais e socioeconômicas. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.12, n.01, p. 226-238, 2019.

SILVA, L.J.D. Desenvolvimento urbano e meio ambiente: debate mundial e seu reflexo na Amazônia oriental. *In*: SILVA, L.J.D.; PONTE, J.P.X. (org.). **Urbanização e ambiente: experiências de pesquisas na Amazônia Oriental**. Belém: Paka-Tatu, 2011, p. 21- 44.

SOARES, A.A.S.; *et al.* Fundamentos para a gestão das inundações periódicas nas planícies de Belém (Pará-Brasil) com vistas ao seu desenvolvimento local. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 39, n.01, p.37-56, 2018.

SOUZA, L.S.; BARATA, R.C.B. Diferenciais intraurbanos na distribuição de dengue em Cuiabá, 2007 e 2008. **Rev Bras Epidemiol**, v. 15, n. 4, p. 761-770, 2012

- SUN, W.; XUE, L.; XIE, X. Spatial-temporal distribution of dengue and climate characteristics for two clusters in Sri Lanka from 2012 to 2016. **Scientific reports**, v.07, n.01, 2017. doi:10.1038/s41598-017-13163-z
- TAUIL, P.L. Urbanização e ecologia da dengue. **Cad. Saúde Pública**, v. 17, supl, p. 99-102, 2001.
- TAURO, L.B.; *et al.* A localized outbreak of Chikungunya virus in Salvador, Bahia, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 114, p. 124 – 132, 2019. doi: 10.1590/0074-02760180597
- TEURLAI, M.; *et al.* Socio-economic and climate factors associated with dengue fever spatial heterogeneity: a worked example in New Caledonia. **Plos Negl Trop Dis**, n. 12, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004211>
- TRINDADE JÚNIOR S.C.C. A natureza da urbanização na Amazônia e sua expressão metropolitana. **Geografares**, v.01, n. 01, p. 14, 2000.
- TRINDADE JÚNIOR, S.C.C. Assentamentos urbanos e reestruturação metropolitana: o caso de Belém. **Revista GEOUSP**, v.01, n. 04 p. 39-52. 1998.
- TRINDADE JÚNIOR, S.C.C. **Formação metropolitana de Belém (1960-1997)**. Belém: Paka-Tatu, 2016.
- WHITEMAN, A.; MEJIA, A.; HERNANDEZ, I.; LOAIZA, J.R. Socioeconomic and demographic predictors of resident knowledge, attitude, and practice regarding arthropod-borne viruses in Panama. **BMC Public Health.**, v.18, n.01, 2018. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6172-4>.
- WIMALASIRI-YAPA, B.M.C.R.; *et al.* Chikungunya virus in Asia – Pacific: a systematic review. **Emerg Microbes Infect.**, v.08, n.01, p.70-79, 2019. doi: 10.1080 / 22221751.2018.1559708.

## **CAPÍTULO 3 ASSOCIAÇÃO ENTRE AS CONDIÇÕES SANITÁRIAS E A INCIDÊNCIA DE FEBRE CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE BELÉM, PARÁ, BRASIL.**

---

### **Associação entre as condições sanitárias e a incidência de febre Chikungunya no município de Belém, Pará, Brasil.**

#### **Resumo**

O saneamento adequado é requisito fundamental para a qualidade da saúde pública. O objetivo desse estudo foi analisar a relação entre o acesso aos serviços de saneamento e a incidência de febre Chikungunya em Belém (PA), no período de 2016 a 2018. Foram desenvolvidos indicadores sanitários e determinada a incidência da doença para o período analisado. A correlação de Pearson identificou associação entre as condições sanitárias e a incidência da doença. As correlações significativas na incidência de CHIKF ocorreram entre os indicadores de quantidade e regularidade no fornecimento de água, na coleta de resíduos sólidos e no nível de acesso aos serviços de saneamento.

Palavras-chave: Saneamento ambiental; febre Chikungunya; doenças tropicais.

*Association between sanitary conditions and the incidence of Chikungunya fever in the city of Belém, Pará, Brazil*

#### **Abstract**

Adequate sanitation is a fundamental requirement for the quality of public health. The objective of this study was to analyze the relationship between access to sanitation services and the incidence of Chikungunya fever in Belém (PA), between 2016 and 2018. Health indicators were developed and determined to the incidence of the disease for the period analyzed. Pearson's correlation identified an association between health conditions and disease incidence. Significant correlations in the incidence of CHIKF occurred between the indicators of quantity and regularity in water supply, solid waste collection and the level of access to sanitation services.

Keywords: Environmental sanitation; chikungunya fever; tropical diseases.

### 3.1 Introdução

A febre Chikungunya (CHIKF) é uma arbovirose causada pelo vírus Chikungunya (CHIKV), da família *Togaviridae* e do gênero *Alphavirus* (HONÓRIO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018). A transmissão ocorre pela picada de fêmeas dos mosquitos *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus* infectadas pelo CHIKV (WIMALASIRI-YAPA *et al.*, 2019). O CHIKV foi isolado inicialmente na Tanzânia por volta de 1952, desde então, há relatos de surtos em vários países do mundo (HUMPHREY *et al.*, 2017). Nas Américas, em outubro de 2013, teve início a epidemia de febre Chikungunya em diversas ilhas do Caribe (HUMPHREY *et al.*, 2017; WIMALASIRI-YAPA *et al.*, 2019). No Brasil, a transmissão autóctone foi confirmada no segundo semestre de 2014 nos Estados do Amapá e da Bahia (HONÓRIO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018; NAVECA *et al.*, 2019).

Os sinais e sintomas da febre Chikungunya são febre, cefaleia e mialgia semelhantes aos sintomas da dengue. A principal manifestação clínica que a difere da dengue está no acometimento das articulações onde o vírus atinge as juntas dos punhos, tornozelos e cotovelos causando inflamações com fortes dores acompanhadas de inchaço, vermelhidão e calor local (PANDEY *ET AL.*, 2015; SAM *ET AL.*, 2015; DONALISIO E FREITAS, 2015). O *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus* são as duas principais espécies de mosquitos do gênero *Aedes* com capacidade de transmitir dengue, zika, febre amarela e a CHIKF (Jansen *et al.*, 2015; HUMPHREY *ET AL.*, 2017). No Brasil, a CHIKF tem sido um grave problema de saúde pública devido as constantes infestações de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* favorecidas pelas condições climáticas e ambientais.

A provisão adequada dos serviços de saneamento é reconhecidamente um requisito essencial para a proteção da saúde pública e para a manutenção da condição básica de vida. A universalização sustentável desses serviços em escala global constitui um dos maiores desafios do início do século XXI, especialmente nos países em desenvolvimento, onde o acesso aos serviços de saneamento ainda é restrito e limitado (SCARAMUSSA E HENKES, 2014).

Na saúde pública, as doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) são doenças infecciosas e parasitárias que seriam passíveis de controle por ações adequadas de saneamento ambiental. Estas doenças se categorizam em cinco grupos: (1) doenças de transmissão feco-oral; (2) doenças transmitidas por inseto vetor; (3) doenças transmitidas através do contato com a água; (4) doenças relacionadas com a higiene e (5) geohelmintos e teníases (SIQUEIRA *et al.*, 2017).

No Brasil, diversos fatores concorrem para as epidemias da CHIKF como as condições climáticas favoráveis à reprodução e dispersão geográfica do mosquito vetor; a intensa circulação de pessoas em áreas endêmicas; a extensão territorial do país que dificulta a vigilância e o acesso aos serviços de saúde e aos testes laboratoriais de diagnóstico; o rápido crescimento demográfico associado ao intenso e desordenado processo urbanização e as deficiências de infraestrutura urbana (HONÓRIO *et al.*, 2015; RODRIGUES *et al.*, 2018).

O município de Belém (PA) possui características ambientais relacionadas ao processo de ocupação territorial desordenado que resultou na ausência e/ou deficiência dos serviços de infraestrutura urbana e dos serviços de saneamento básico constituindo fatores de risco para a saúde da população local para que a febre Chikungunya se torne um problema de saúde pública. O presente estudo analisou a relação entre o acesso aos serviços de saneamento básico e a incidência de febre Chikungunya no município de Belém, Pará, Brasil.

## **3.2 Material e métodos**

### **3.2.1 Área de estudo**

O município de Belém, capital do Estado do Pará na região Norte do Brasil, compreende as coordenadas geográficas de 01° 26' de latitude ao sul e 48° 26' de longitude a oeste de Greenwich situado próximo à linha do Equador, às margens da Baía do Guajará e Rio Guamá, distante a 120 quilômetros do Oceano Atlântico no estuário do Rio Pará (MOREIRA *et al.*, 2019).

De acordo com dados censitários do IBGE (2010), Belém possui a população estimada de 1.393.399 habitante distribuída em seis distritos administrativos com 48 bairros, em sua porção continental, conforme a Lei Municipal nº 7.806, de 30 de julho de 1996, a saber: *a. Distrito Administrativo de Belém (DABEL)* - inclui os bairros da Cidade Velha, Campina, Reduto, Umarizal, Batista Campos, Nazaré, São Brás e Marco. Compreende a área dos primeiros bairros de Belém no centro da cidade com a maior oferta de infraestrutura urbana e bens de serviços; *b. Distrito Administrativo do Guamá (DAGUA)* - formado pelos bairros do Guamá, Cremação, Condor, Jurunas, Montese e Canudos. Embora localizado próximo ao centro da cidade, caracteriza-se como uma área periférica com deficiência de infraestrutura urbana e alguns bairros estão às margens do rio Guamá, ou sobre a influência de seus afluentes, caracterizando-se como áreas alagáveis conhecidas localmente como baixadas; *c. Distrito Administrativo da Sacramento (DASAC)* - compreende os bairros da Sacramento, Telégrafo, Miramar, Barreiro, Maracangalha, Fátima e Pedreira alguns localizados as margens

da Baía do Guajará ou sobre a influência de seus afluentes com áreas alagáveis e deficiências de infraestrutura urbana; *d. Distrito Administrativo do Entroncamento (DAENT)* abrange os bairros de Águas Lindas, Aurá, Castanheira, Curió-Utinga, Guanabara, Mangueirão, Marambaia, Souza, Universitário e Val de Cans. Estão localizados ao longo da Avenida Augusto Montenegro e rodovia BR – 316, alguns bairros são margeados pelo rio Guamá ou estão sobre a influência de seus afluentes caracterizando-se como áreas alagáveis. Nele, estão localizados o Parque Estadual do Utinga bem como o antigo lixão do Aurá, que recebia até o ano de 2015 todo o lixo produzido pelos municípios de Belém, Ananindeua e Marituba; *e. Distrito Administrativo do Bengui (DABEN)* - constituído pelos bairros do Bengui, Tapanã, Coqueiro, Parque Verde, Cabanagem, São Clemente, Pratinha e Una. É uma área periférica localizada ao longo do eixo de expansão da Avenida Augusto Montenegro que passou por intenso processo de ocupação desordenada caracterizada principalmente pela posse de terras; *f. Distrito Administrativo de Icoaraci (DAICO)* - é o distrito mais afastado do centro da cidade de Belém abrangendo os bairros do Cruzeiro, Campina de Icoaraci, Maracacuera, Águas Negras, Agulha, Ponta Grossa, Paracuri, Parque Guajará e Tenoné. Alguns bairros estão localizados às margens da Baía do Guajará, ou sobre a influência de seus afluentes. Com a implantação de um distrito industrial na década de 1990, a ocupação dessa área se intensificou especialmente ao longo da rodovia Artur Bernardes, principal via de acesso com o município de Belém, surgindo então às primeiras ocupações residenciais.

### 3.2.2 Procedimentos metodológicos

Para o presente estudo convencionou-se denominar de zona central os bairros que estão localizados dentro dos limites da Primeira Léngua Patrimonial<sup>1</sup> e zona de expansão os demais bairros que se localizam fora desses limites (Figura 1). Os dados primários foram obtidos por meio da aplicação de formulário estruturado com o objetivo de mensurar o alcance e a qualidade dos serviços de saneamento e desse modo determinar o perfil sanitário para os bairros de Belém (Quadro 1).

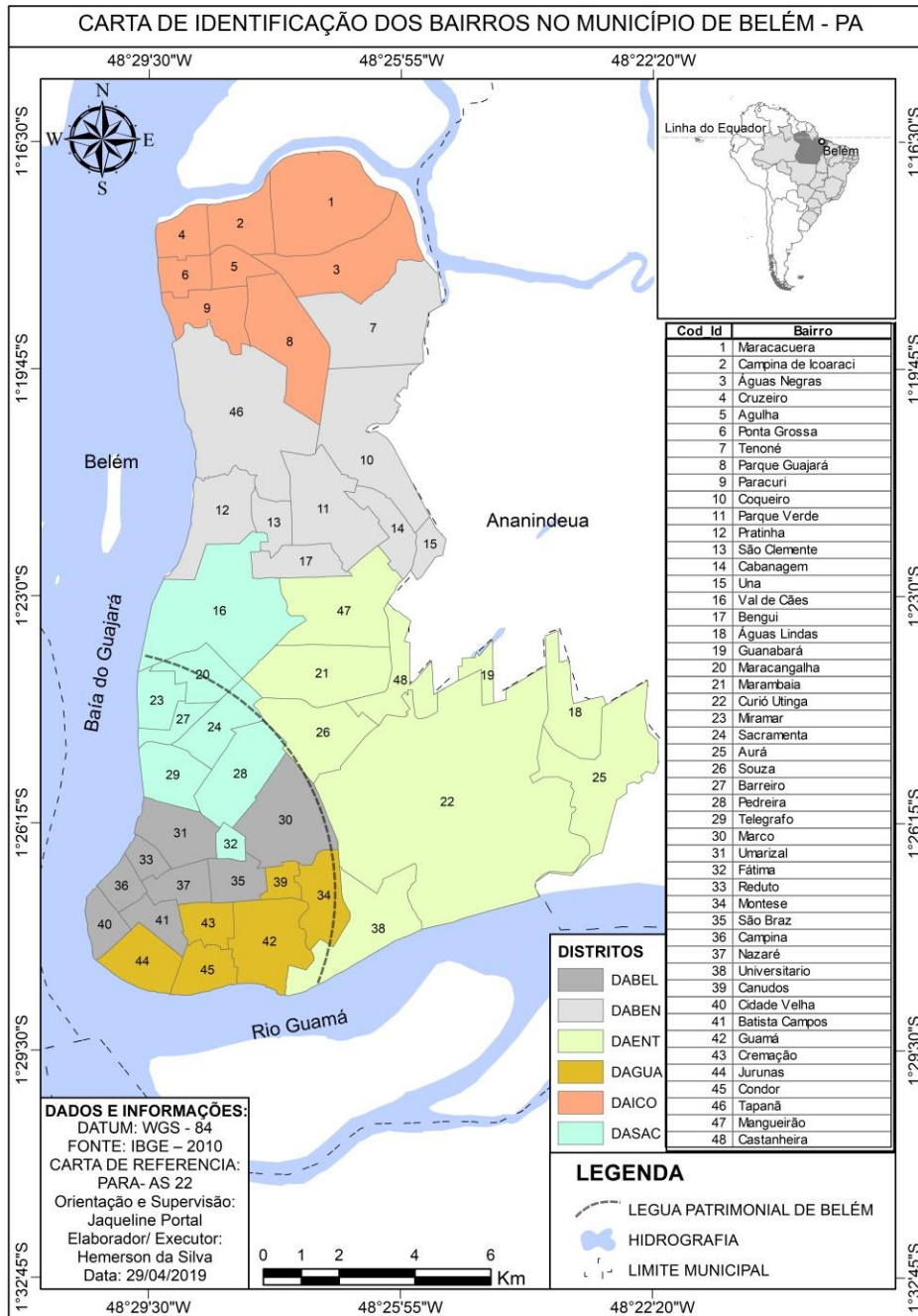
<sup>1</sup> Plano de alinhamento urbano, que determinou a porção de uma légua de terras (4.110 hectares) doada pela Coroa Portuguesa como fundiário patrimônio da cidade a contar do marco de fundação da cidade (CARDOSO; VENTURA NETO, 2013, p.62).

Quadro 1- Indicadores para a composição do perfil sanitário dos bairros de Belém, Pará.

Indicador	Identificação
Abastecimento de água	
Domicílio ligado a rede geral de distribuição de água	IA1
Quantidade diária de água fornecida pela concessionaria	IA2
Regularidade no fornecimento diário de água pela concessionaria	IA3
Indicador de Esgoto Sanitário	
Destino do esgoto sanitário do domicílio	IESG1
Indicador de Resíduos Sólidos	
Destino dos resíduos sólidos produzido no domicílio	IRS1
Frequência da coleta de resíduos sólidos	IRS2
Indicador de Saneamento	
Nível de acesso aos serviços de saneamento	ISB



Figural- Mapa de localização dos distritos administrativos e seus respectivos bairros do município de Belém, Pará, Brasil.



O total de 413 entrevistas foi determinado através de amostragem probabilística estratificada para população finita, tendo como base o total de domicílios permanentes por bairro do município de Belém (PA), a partir dos dados censitários do IBGE (2010), para um intervalo de confiança de 5% e um nível de confiança de 95%, conforme equação 1:

$$n = \frac{Z^2 x p x q x N}{d^2 x (N-1) + Z^2 x p x q}$$

onde:  $n$  : amostra;  $Z$  : nível de confiança (1,96);  $p$  : percentagem favorável (0,5);  $q$  : percentagem contrária (0,5);  $d$ : intervalo de confiança (0,046) e  $N$ : população

A concepção dos indicadores de nível de cobertura de abastecimento de água (IA1), esgotamento sanitário (IESG1) e coleta domiciliar de resíduos sólidos (IRS1) foram determinados através da elaboração de uma escala de valores em que são considerados valores extremos máximos e mínimos, segundo o qual os bairros que apresentassem menores indicadores, estariam expressando as piores condições sanitárias. Nesse sentido, convencionou-se a determinação de um limite mínimo 0 (o pior valor) e o limite máximo 1 (o melhor valor) de qualquer parâmetro, por meio do cálculo da frequência percentual (equação 2), estabelecendo uma tipologia hierarquizada, usando como referência o estudo de Mendes (2005):

$$\text{Indicador} = \frac{\text{valor observado} - \text{pior valor}}{\text{melhor valor} - \text{pior valor}}$$

Os indicadores quantidade de água fornecida (IA2) e regularidade no fornecimento de água (IA3) foram determinados adotando os parâmetros de avaliação péssima, ruim, regular, bom ou excelente, calculado em duas etapas. Primeiramente, obtém-se a média ponderada entre as ocorrências, considerando o P5 como valor máximo a ser alcançado conforme a equação 3:

$$IA' = \frac{PxP1 + RxP2 + RGxP3 + BxP4 + exp5}{P + R + RG + B + E}$$

onde: P = percentagem de entrevistados que consideram a quantidade da água péssima; R = percentagem de entrevistados que consideram a quantidade da água ruim; RG = percentagem de entrevistados que consideram a quantidade da água regular; B = percentagem de entrevistados, que consideram a quantidade da água boa; E = percentagem de s entrevistados, que consideram a quantidade da água excelente e  $P_1 = 1$ ;  $P_2 = 2$ ;  $P_3 = 3$ ;  $P_4 = 4$ ;  $P_5 = 5$

Em seguida foi calculada a razão pela equação 4:

$$IA = \frac{IA' - 1}{P_5 - 1}$$

O indicador de frequência da coleta de lixo foi calculado considerando as coletas realizadas diariamente, 3 vezes na semana e, inferior a 3 vezes na semana, usando como parâmetros os conceitos ruim, bom ou excelente. Para tanto, primeiro determinou-se a média ponderada entre as ocorrências, considerando o P3 como valor máximo a ser alcançado com a equação 5:

$$IRS2' = \frac{R \times P_1 + B \times P_2 + E \times P_3}{R + B + E}$$

onde: R = domicílios em que a coleta é inferior a 3 vezes durante a semana; B = domicílios em que a coleta é realizada 3 vezes durante a semana; E = domicílios em que a coleta de lixo é realizada diariamente e  $P_1 = 1$ ;  $P_2 = 2$ ;  $P_3 = 3$

Em seguida calculou-se a razão pela equação 6:

$$IRS2 = \frac{IRS2' - 1}{P_3 - 1}$$

O indicador nível de acesso aos serviços de saneamento (ISB) foi obtido através da média aritmética entre os indicadores nível de acesso aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos cuja escala de valores seguiu a convenção anterior, ou seja, um limite mínimo 0 (o pior valor) e o limite máximo 1 (o melhor valor), segundo o qual os bairros que apresentam os menores indicadores ISB expressam as piores condições sanitárias, conforme apresentado na equação 7:

$$ISB = \frac{IA + IESG + IRS}{3}$$

Os dados das ocorrências de CHIKF foram obtidos através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), do Departamento de Controle de Endemias da Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará (SESPA). Foram utilizados os casos notificados e confirmados da doença, referentes ao período de 2015 a 2018, tendo como unidade de análise os bairros do município. Em razão de 2015 ter sido confirmado apenas 1 caso da doença, esse ano foi desconsiderado na análise desse estudo.

A incidência anual foi determinada considerando o total de casos registrados da doença em cada bairro, dividido pelo total de habitantes do mesmo bairro, como base nos dados demográfico do IBGE (2010), e em posteriormente multiplicados por 10 mil.

Após determinar a incidência anual da CHIKF, por meio do cálculo da frequência percentual (equação 8), um padrão hierárquico foi estabelecido considerando um limite mínimo 0 (o pior valor) e o limite máximo 1 (o melhor valor), convencionando que os bairros que apresentam os menores indicadores expressam as melhores condições de saúde.

$$\text{Indicador} = \frac{\text{valor observado} - \text{melhor valor}}{\text{pior valor} - \text{melhor valor}}$$

O banco de dados foi organizado em planilhas do programa Microsoft Excel. As medidas de tendência central média e mediana, bem como as medidas de dispersão como o desvio padrão, coeficientes de variação, mínimos e máximos foram determinados através de Estatística Descritiva com o uso do software SPSS 22.0.

A fim de compreender como o nível de acesso aos serviços de saneamento impacta sobre a incidência de CHIKF, fez-se uso do método estatístico inferencial de correlação linear de Pearson como forma de interpretação da relação existente entre essas variáveis. Após construir o gráfico de dispersão e calcular o coeficiente de correlação, onde foi constatada a correlação entre as variáveis, para um maior aprofundamento à compreensão dessa relação, fez-se uso da análise a Regressão Linear Simples, utilizada quando existe uma relação linear entre a variável independente e a variável dependente. Contudo, antes de aplicar o modelo de regressão foi feito o teste de F entre as variáveis.

Uma vez escolhido o modelo de regressão, devem-se estimar seus parâmetros, neste caso os coeficientes da equação da reta,  $\hat{\beta}_0$  e  $\hat{\beta}_1$ . Isso pode ser feito a partir da aplicação do Método dos Mínimos Quadrados. Sendo a estimativa dada pela equação 9:

$$\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i$$

onde:  $\hat{y}_i$  é variável explicada (dependente) que no nosso estudo é a incidência de febre Chikungunya;  $\hat{\beta}_0$  é a constante, que representa a intercepção da reta com o eixo vertical;  $\hat{\beta}_1$  é outra constante, que representa o declive (coeficiente angular) da reta e  $x_i$  é a variável explicativa (independente), que no estudo são os serviços de saneamento.

O modelo apresentado visa mensurar em que medida o nível de acesso aos serviços de saneamento impacta na incidência de CHIKF.

Os resultados obtidos foram inseridos em software de Sistema de Informações Geográficas (SIG/GIS) para a elaboração de cartas temáticas.

Esta pesquisa foi protocolada na Plataforma Brasil, avaliada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (UFPA), conforme Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE, protocolo 91680318.6.0000.0018.

### **3.3 Resultados**

As análises dos indicadores do nível de cobertura de abastecimento de água (IA1), da quantidade de água fornecida pela concessionária (IA2), da regularidade no fornecimento de água (IA3), do nível de cobertura da coleta de esgoto (IESG1), do nível de cobertura da coleta dos resíduos sólidos (IRS1), da frequência da coleta de resíduos sólidos (IRS2) e do nível de acesso aos serviços de saneamento (ISB), para os bairros do município de Belém estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Na Tabela 1 observa-se que em Belém, a média do nível de cobertura da coleta de resíduos sólidos foi 0,95; da cobertura de abastecimento de água foi 0,76 e da coleta de esgoto sanitário 0,22. Em termos percentuais esses indicadores revelam que 95% da população local dispõe de coleta domiciliar de lixo, 78% é atendida pelo serviço de abastecimento de água e 22,0% dispõe de coleta de esgoto.

O indicador IA1 variou do pior valor (0,0) ao melhor valor (1,0), o coeficiente de variação foi elevado aproximadamente 40%, porém a moda (indicador que aparece com mais frequência) foi (1,0), o que significa que a maior parcela da população tem acesso à rede geral de distribuição de água. Os indicadores IA2 e IA3 variaram do pior valor (0,0) ao valor (0,75), entretanto, as médias mostram que a população atendida por rede geral de abastecimento não está satisfeita com a quantidade nem com a regularidade no fornecimento diário de água pela concessionária.

O indicador IESG1 variou do pior valor (0,0) ao valor máximo (0,87), entretanto ao observar a moda é possível identificar que a maior parcela da população urbana não dispõe de acesso à rede geral de esgoto.

O indicador IRS1 variou do pior valor (0,4) ao valor máximo (1,0), mesmo valor da moda (1,0), ou seja, a coleta de lixo Belém está próxima de atingir a universalização desse

serviço. O indicador IRS2 variou do pior valor (0,0) ao valor máximo (1,0), entretanto, quando observado o valor médio (0,59) é possível identificar que a população não está satisfeita com a frequência da coleta de lixo na cidade.

O indicador ISB variou do pior valor (0,20) ao valor máximo (0,78), com média de (0,58), ou seja, o nível de acesso aos serviços de saneamento em Belém não atingiu o percentual de 60%.

Tabela 1- Estatística descritiva dos indicadores de saneamento para Belém.

	IA1	IA2	IA3	IESG1	IRS1	IRS2	ISB
Média	0,76	0,47	0,44	0,22	0,95	0,59	0,58
DP%	0,29	0,21	0,19	0,24	0,04	0,55	0,13
CV%	0,37	0,46	0,45	1,24	0,04	1,00	0,23
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,20
Máximo	1,00	0,75	0,75	0,87	1,00	1,00	0,78
Moda	1,00	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	0,58

Tabela 2- Indicadores de saneamento para os bairros de Belém, Pará.

Bairros	Número Domicílios	Amostra	IA1	IA2	IA3	IESG1	IRS1	IRS2	ISB
1.Cidade Velha	3082	4,0	1,0	0,5	0,4	0,3	1,0	0,5	0,6
2.Campina	2069	2,0	1,0	0,5	0,8	0,0	1,0	1,0	0,7
3.Reduto	1937	3,0	1,0	0,6	0,4	0,3	1,0	1,0	0,7
4.Umarizal	8575	9,0	1,0	0,6	0,6	0,0	1,0	0,9	0,6
5.Telegrafo	10578	13	0,9	0,6	0,5	0,6	1,0	0,5	0,7
6.Sacramenta	11504	13	1,0	0,7	0,7	0,2	1,0	0,3	0,7
7.Pedreira	19003	20	0,9	0,6	0,4	0,3	1,0	0,8	0,6
8.Marco	18160	20	0,8	0,6	0,5	0,3	1,0	0,9	0,6
9.Souza	3842	4,0	0,3	0,8	0,8	0,8	1,0	0,6	0,7
10.Marambaia	17551	20	1,0	0,4	0,5	0,3	1,0	0,5	0,6
11.Canudos	6615	5,0	1,0	0,6	0,6	0,0	1,0	1,0	0,6
12.Fátima	3005	4,0	1,0	0,6	0,6	0,0	1,0	0,9	0,6
13.São Braz	5846	7,0	1,0	0,7	0,7	0,0	1,0	1,0	0,7
14.Nazaré	6403	7,0	0,6	0,5	0,6	0,7	1,0	0,9	0,7
15.BatistaCampos	5787	7,0	1,0	0,7	0,6	0,6	1,0	1,0	0,8
16.Jurunas	15872	19	0,9	0,4	0,5	0,3	1,0	0,8	0,6
17.Condor	10406	13	1,0	0,5	0,2	0,2	1,0	1,0	0,6
18.Guamá	23395	27	0,8	0,4	0,4	0,1	1,0	0,3	0,6
19.Montese	15464	18	0,8	0,4	0,5	0,4	1,0	0,2	0,6
20.Cremação	8312	10	1,0	0,6	0,6	0,0	1,0	1,0	0,6
21.Val de Cães	1908	3,0	1,0	0,5	0,5	0,0	1,0	0,3	0,6
22.Miramar	139	2,0	1,0	0,8	0,5	0,0	1,0	1,0	0,7
23.Pratinha	5734	5,0	0,8	0,4	0,4	0,2	1,0	0,2	0,5
24.Tapanã	17515	20	0,4	0,6	0,5	0,2	1,0	0,5	0,5
25.Bengui	7592	9,0	0,6	0,3	0,2	0,2	1,0	0,4	0,5
26.Maracangalha	7705	10	0,9	0,4	0,3	0,1	1,0	0,5	0,5
27.Barreiro	6301	8,0	1,0	0,3	0,1	0,3	1,0	0,4	0,5
28.Universitário	1074	2,0	0,0	0,2	0,2	0,0	1,0	0,1	0,3
29.Curió Utinga	4411	6,0	0,8	0,7	0,5	0,3	1,0	0,2	0,7
30.Aurá	516	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,4
31.Castanheira	6708	8,0	1,0	0,6	0,6	0,6	1,0	0,5	0,8
32.Águas Lindas	4715	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,4	0,2
33.Guanabara	430	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,2
34.São Clemente	2123	4,0	0,7	0,1	0,5	0,0	1,0	0,5	0,5
35.Parque Guajará	9373	10	0,5	0,3	0,3	0,4	1,0	0,4	0,5
36.Tenoné	8262	10	0,7	0,4	0,4	0,7	1,0	0,4	0,6
37.Águas Negras	1841	2,0	0,5	0,0	0,5	0,0	1,0	0,5	0,4
38.Maracacuera	3571	4,0	0,8	0,4	0,3	0,0	1,0	0,8	0,5
39.Parque Verde	10767	12	0,4	0,4	0,5	0,0	1,0	0,5	0,4
40.Cruzeiro	3107	4,0	1,0	0,5	0,3	0,0	1,0	0,4	0,6
41.Ponta Grossa	3691	4,0	1,0	0,4	0,3	0,0	0,8	0,0	0,5
42.Mangueirão	10084	11	0,6	0,7	0,6	0,2	1,0	0,5	0,6
43.Cabanagem	7146	9,0	1,0	0,5	0,5	0,0	1,0	0,5	0,6
44.Campina de Icoaraci	7054	8,0	0,5	0,4	0,5	0,9	1,0	0,6	0,7
45.Paracuri	2551	4,0	0,5	0,1	0,0	0,0	1,0	0,2	0,3
46.Agulha	5164	6,0	0,8	0,3	0,3	0,0	0,8	0,3	0,4
47.Una	1835	2,0	1,0	0,5	0,5	0,0	1,0	0,3	0,6
48.Coqueiro	14153	15	0,7	0,6	0,5	0,2	1,0	0,4	0,6

A tabela 3 mostra a incidência anual de CHIKF para os bairros do de Belém, entre 2016 a 2018.

Tabela 3- Incidência de CHIKF para os bairros do município de Belém, de 2016 a 2018.

Distrito Administrativo	Bairro	2016	2017	2018
DABEL	Cidade Velha	0	0	4
	Campina	5	3	71
	Reduto	0	2	16
	Umarizal	2	6	21
	Marco	0	17	17
	São Braz	1	5	45
	Nazaré	0	2	16
	Batista Campos	1	1	28
DAGUA	Cremação	0	2	43
	Condor	0	1	8
	Jurunas	0	7	9
	Montese	0	3	23
	Canudos	0	12	47
	Guamá	0	5	14
DASAC	Maracangalha	0	1	6
	Barreiro	7	2	5
	Sacramenta	2	2	7
	Pedreira	1	10	10
	Telégrafo	0	17	6
	Miramar	0	0	0
	Fátima	1	6	0
DAENT	Val de Cans	0	4	17
	Mangueirão	0	17	5
	Castanheira	2	3	12
	Curió Utinga	0	1	6
	Marambaia	0	2	21
	Souza	0	6	10
	Guanabara	0	0	0
	Águas Lindas	92	27	21
	Aurá	0	0	0
	Universitário	0	0	0
DABEN	Tapanã	0	3	19
	Coqueiro	1	11	1
	Parque Verde	0	1	3
	Cabanagem	0	13	16
	Bengui	0	8	24
	São Clemente	0	0	0
	Pratinha	0	2	6
Una	0	9	0	
DAICO	Cruzeiro	2	7	27
	Campina de Icoaraci	2	1	29
	Maracacuera	7	1	44
	Águas Negras	0	1	136
	Agulha	81	26	82
	Ponta Grossa	0	4	31
	Paracuri	5	7	253
	Parque Guajará•	0	0	7
Tenoné	1	3	18	



A análise da distribuição temporal caracteriza o aumento no número notificações no período analisado.

Nos anos 2016, 2017 e 2018 foram confirmados respectivamente 213, 259 e 1182 ocorrências. O aumento no número de ocorrências de CHIKF foi 22% de 2016 a 2017 e 356% de 2017 a 2018. Quanto à análise espacial, em 2016, os bairros Águas Lindas com 92 casos e Agulha 81 casos, no DAENT e DAICO obtiveram o maior número de ocorrências e apresentaram concentração anômala comparada com o restante de ocorrências nos demais bairros durante esse ano. Em 2017, o bairro Águas Lindas se manteve como o bairro com o maior número de ocorrências da doença (27 ocorrências).

Em 2018, o bairro Paracuri obteve o maior número de ocorrências (253 casos) em relação aos demais bairros. O segundo e o terceiro maior número ocorrências foram identificadas nos bairros Águas Negra (136) e Agulha (82) ocorrências. É oportuno mencionar que os três bairros com o maior número de ocorrências de CHIKF no ano de 2018 pertenciam ao DAICO.

A tabela 4 apresenta a Estatística Descritiva da incidência de CHIKF para Belém, no período de 2016 a 2018. A análise da distribuição temporal revela que, em 2016, a incidência de CHIKF variou do valor mínimo 0,0 ao valor máximo de 92 casos, com média de 4 casos da doença por bairro. Em 2017, a incidência de CHIKF variou do valor mínimo 0,0 ao valor máximo de 27 casos, com média 5 casos por bairro. Durante 2018, a incidência de CHIKF variou do valor mínimo 0,0 ao valor máximo de 253 casos, com média de 25 casos por bairro, convém destacar o desvio padrão de 40% entre os casos ocorridos nesse ano.

Tabela 4- Estatística descritiva da incidência de CHIKF em Belém (PA) de 2016 a 2018.

Variável	2016	2017	2018
Média	4,0	5,0	25,0
DP	17,0	6,0	42,0
CV	4,0	1,0	2,0
Mínimo	0,0	0,0	0,0
Máximo	92,0	27,0	253,0
Moda	0,0	0,0	0,0

A tabela 5 apresenta os resultados da Estatística Descritiva da incidência de CHIKF para os distritos administrativos, de Belém de 2016 a 2018. A análise da distribuição espacial

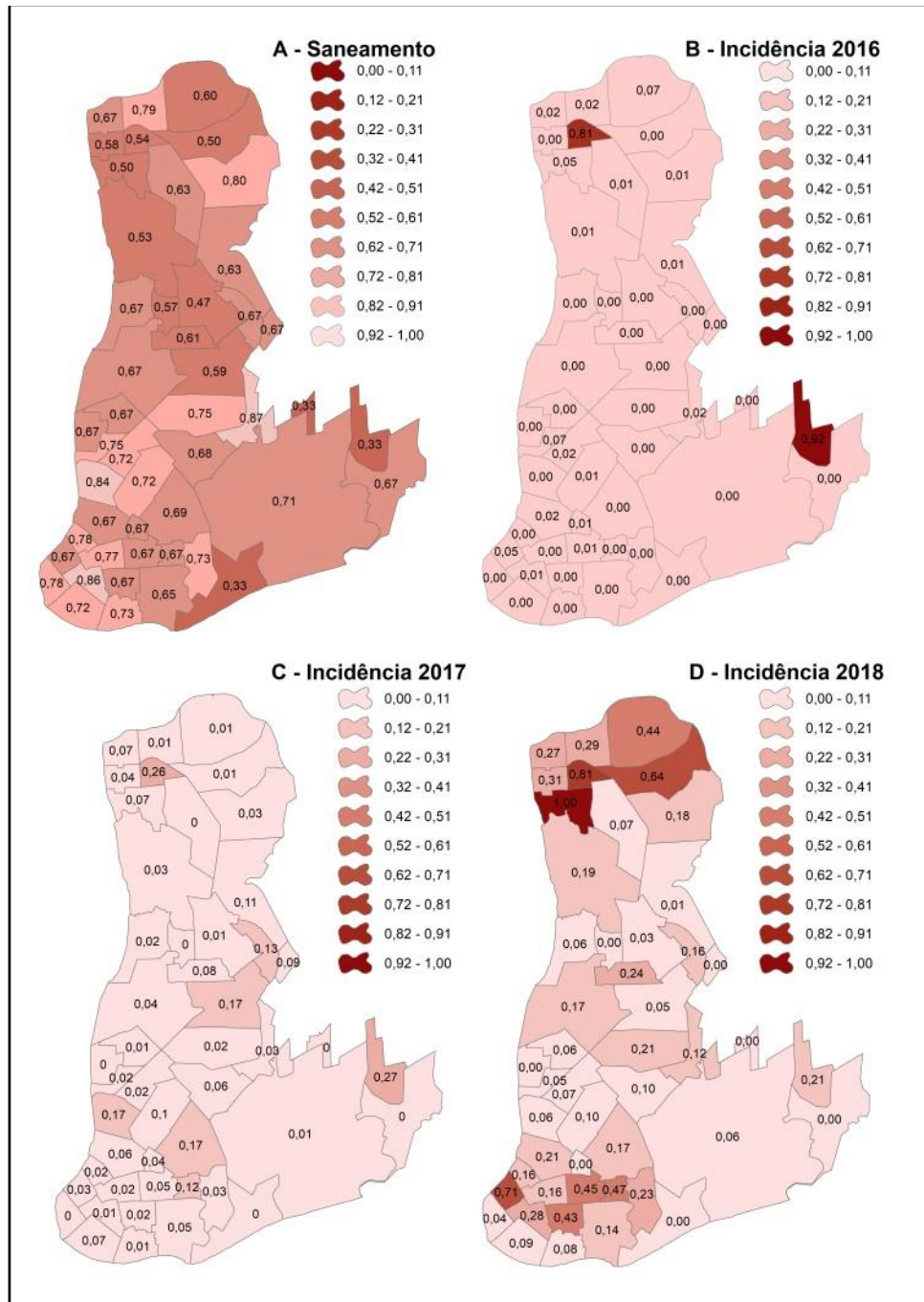
indica que, em 2016, a incidência de CHIKF variou do valor mínimo (0,0) ao valor máximo (81,0), este último encontrado no DAICO, que também apresentou maior incidência média igual a (12,0), e desvio padrão de aproximadamente (30%). Em 2017, a incidência de CHIKF variou do valor mínimo (0,0) ao valor máximo (27, 0) este último encontrado no DAICO e no DASAC. As maiores médias de incidência da doença (6,0) foram registradas no DASAC, DAENT e no DAICO. Em 2018, as taxas de incidência de CHIKF variaram do valor mínimo (0,0), ao valor máximo de (253,0) casos da doença que ocorreram no DAICO. A maior média de incidência de CHIKF foi do DAICO (76,0), apresentou desvio padrão de mais de 80%.

A figura 2a apresenta a distribuição espacial dos indicadores do nível de acesso aos serviços de saneamento (ISB) e as figuras 2b, 2c e 2d a distribuição espacial da incidência de CHIKF para os bairros de Belém, para os anos de 2016, 2017 e 2018.

Tabela 5- Estatística descritiva da incidência de CHIKF, para os distritos administrativos do município de Belém, Pará de 2016 a 2018.

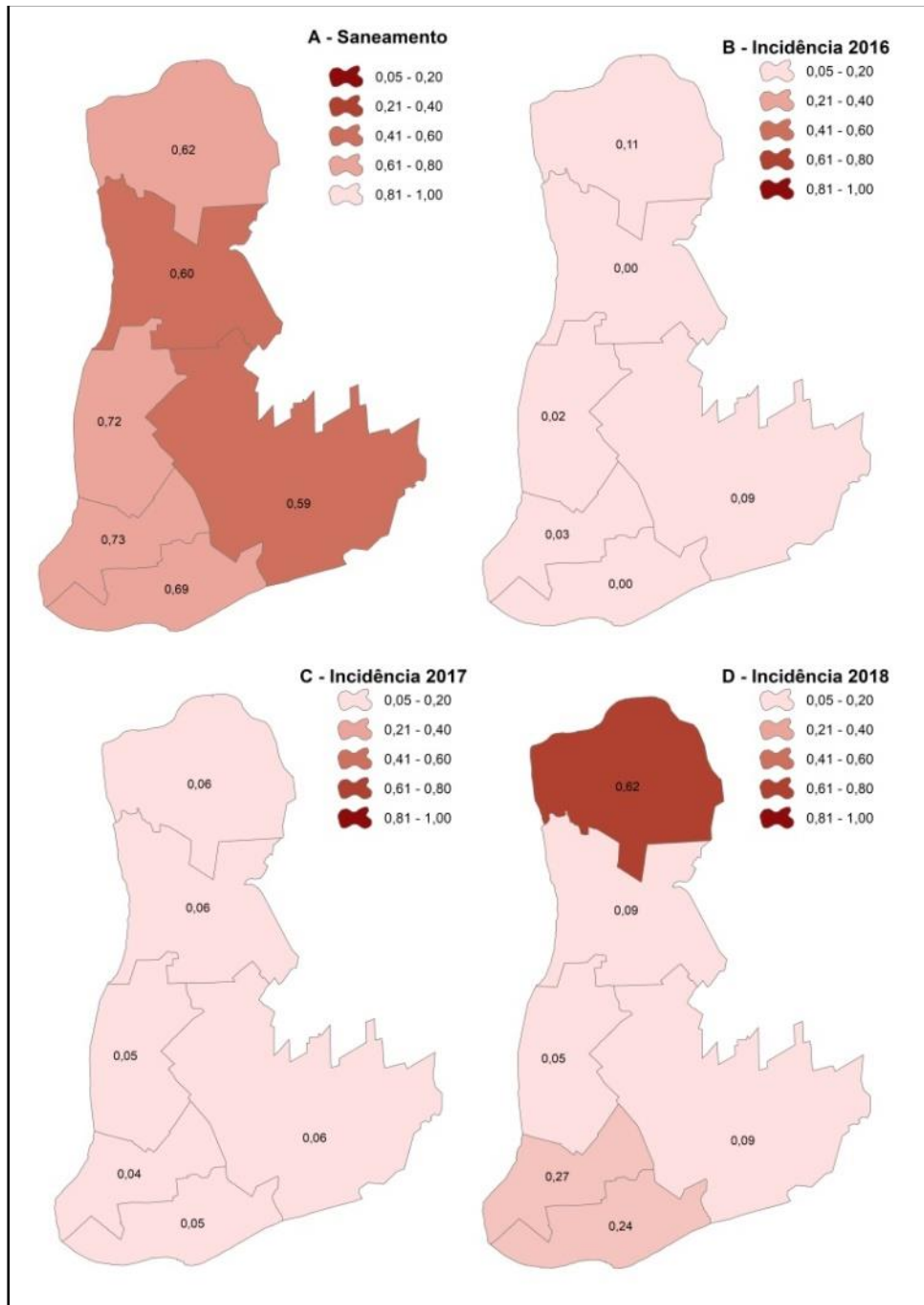
Incidência de CHIKF 2016	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo	Moda
DABEL	1	2	2	0	5	0
DAGUA	0	0	1	0	0	0
DASAC	2	3	2	0	7	0
DAENT	9	0	0	0	1	0
DABEN	0	0	2	0	1	0
DAICO	<b>12</b>	28	2	0	81	0
Incidência de CHIKF 2017	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo	Moda
DABEL	5	5	1	0	17	-
DAGUA	5	4	1	1	12	-
DASAC	<b>6</b>	9	1	0	27	0
DAENT	<b>6</b>	9	1	0	27	0
DABEN	5	5	1	0	13	-
DAICO	<b>6</b>	5	1	0	13	-
Incidência de CHIKF 2018	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo	Moda
DABEL	24	22	1	0	71	16
DAGUA	24	17	1	8	47	-
DASAC	6	3	1	0	10	-
DAENT	9	8	1	0	21	0
DABEN	10	10	1	0	24	0
DAICO	<b>76</b>	82	1	7	253	-

Figura 2- Carta da distribuição espacial: a. Nível de acesso aos serviços de saneamento; b. Incidência de CHIKF em 2016; c. Incidência de CHIKF em 2017; d. Incidência de CHIKF em 2018, para os bairros de Belém, Pará, Brasil.



A figura 3a apresenta o mapa da distribuição espacial dos indicadores do nível de acesso aos serviços de saneamento (ISB) e as figuras 2b, 2c e 2d a distribuição espacial da incidência de CHIKF de 2016 a 2018, para os Distritos Administrativos de Belém.

Figura 3- Carta da distribuição espacial: a. Nível de acesso aos serviços de saneamento; b. Incidência de CHIKF em 2016; c. Incidência de CHIKF em 2017; d. Incidência de CHIKF em 2018, para os distritos administrativos de Belém, Pará, Brasil.



A figura 4 ilustra a dispersão para o nível de acesso aos serviços de saneamento e a incidência de CHIKF para município de Belém, de 2016 a 2017. Os resultados revelam a relação inversa entre os indicadores, ou seja, nos bairros onde o nível de acesso aos serviços de saneamento foi menor foram observadas as maiores incidências da doença.

Na tabela 6 estão os resultados do Teste de Correlação de Pearson para os indicadores de saneamento que apresentaram significância com a incidência de CHIKF para Belém. Observa-se que em 2016, a incidência de CHIKF mostrou-se correlacionada significativamente ( $p < 0,05$ ) com o indicador IA2 ( $r = -0,342$ ); com o indicador IA3 ( $r = -0,322$ ), com o indicador IRS1 ( $r = -0,337$ ) e com o indicador ISB ( $r = -0,410$ ), de forma negativa e fraca, com exceção do indicador ISB, que apresentou correlação negativa e moderada. Em 2018, foi observada correlação significativa para o indicador IA2 ( $r = -0,299$ ), também indicando uma correlação negativa e fraca. Esses resultados revelam que na medida em que há ampliação nesses indicadores sanitários, há uma redução na incidência de febre Chikungunya.

Em 2016, o valor de  $p < 0,05$  sugere que há evidências estatísticas da relação dos indicadores IA2, IA3, IRS1 e ISB e a incidência de CHIKF, uma vez que quanto menor o valor de  $p$ , maior a capacidade da relação entre as variáveis não tenha acontecido devido ao acaso. Do mesmo modo que pode ser verificado que, em 2018, o valor de  $p < 0,05$  sugere que há evidências estatísticas da relação IA2 e a incidência de CHIKF. Nesse sentido, a estatística  $F$  de significação nos indicadores analisados é menor do que 0.05.

Figura 4- Dispersão entre o nível de acesso aos serviços de saneamento e a incidência de CHIKF para Belém, no período de 2016 a 2018.

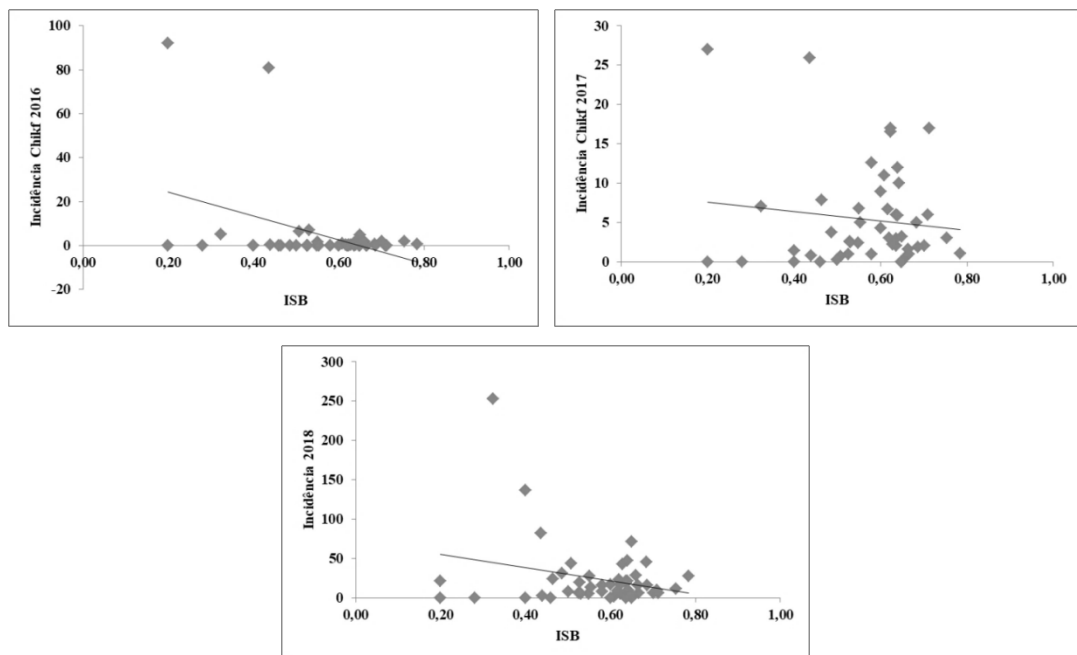


Tabela 6- Teste de correlação de Pearson para os indicadores de saneamento e incidência de CHIKF.

INDICADOR	MATRIZ DE CORRELAÇÃO			
		2016	2017	2018
IA2	Pearson ®	<b>-,342</b>	,003	<b>-,299</b>
	Significância	<b>,017</b>	,985	<b>-,039</b>
IA3	Pearson ®	<b>-,322</b>	-,053	-,159
	Significância	<b>,025</b>	,719	,281
IRS1	Pearson ®	<b>-,337</b>	-,240	-,134
	Significância	<b>,019</b>	,101	,365
ISB	Pearson ®	<b>-,410</b>	-,121	-,269
	Significância	<b>,004</b>	,414	,065

Legenda		
Grau de Correlação	Correlação Positiva	Correlação Negativa
Fraca	0,01 a 0,39	- 0,01 a - 0,39
Moderada	0,40 a 0,69	- 0,40 a - 0,69
Forte	0,70 a 0,89	- 0,70 a - 0,89
Perfeita	0,90 a 1,00	- 0,90 a - 1,00

A tabela 7 mostra que o valor do R<sup>2</sup>, referente ao indicador IA2 (0,117) e ao indicador IA3 (0,104), juntas explica 22% dos casos; o indicador IRS1 (0,113) 11% dos casos; o indicador ISB (0,168) 16% dos casos da doença, ocorridos em 2016. Em 2018, o indicador IA2 (0,089) explica 7% da incidência da doença em Belém. Nesse sentido, evidencia-se que quanto maior o nível de acesso aos serviços de saneamento menor a da incidência de febre Chikungunya.

Tabela 7- Teste de significância do modelo e Teste de Regressão Linear Simples, para os indicadores com correlação significativa com a incidência de CHIKF.

Indicador	Anova	gl	F	F <sup>(1)</sup>	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado	Erro Padrão da Estimativa
IA2	Regressão (2016)	1						
	Resíduo	46	6,090	0,017	0,342	0,117	0,098	16,54198
	Total	47						
IA3	Regressão (2016)	1						
	Resíduo	46	5,334	0,025	0,322	0,104	0,084	16,66335
	Total	47						
IRS1	Regressão (2016)	1						
	Resíduo	46	5,882	0,019	0,337	0,113	0,094	16,57517
	Total	47						
ISB	Regressão (2016)	1						
	Resíduo	46	9,312	0,004	0,410	0,168	0,150	16,05292
	Total	47						
IA2	Regressão (2018)	1						
	Resíduo	46	4,507	0,039	0,299	0,089	0,069	40,25884
	Total	47						

No ano 2016, os dados da tabela 8, apontam que os indicadores: IA1 indicados pelo coeficiente de regressão (B) negativo e pelo p-valor (-28,922; p-valor<0,05); IA2 indicado

pelo coeficiente de regressão (B) negativo e pelo p-valor (-29,043; p-valor<0,05); IRS1 indicados pelo coeficiente de regressão (B) negativo e pelo p-valor (-135,722; p-valor<0,05); e ISB indicado pelo coeficiente de regressão (B) negativo e pelo p-valor (-54,505; p-valor<0,05), impactaram negativamente sobre na incidência de CHIKF em 2016. Enquanto em 2018, os indicadores: IA2 indicados pelo coeficiente de regressão (B) negativo e pelo p-valor (-60,522; p-valor<0,05), impactou de forma negativa nos casos da doença. Isso quer dizer que quanto maior for à quantidade diária de água fornecida, a regularidade no fornecimento diário de água, a cobertura de coleta de resíduos sólidos e o nível de acesso aos serviços de saneamento em Belém, menor é a incidência CHIKF.

Tabela 8- Teste de regressão linear simples para incidência de CHIKF.

Modelo	Coeficientes <sup>a</sup>						
	Coeficientes Não padronizados		Coeficientes Padronizado	t	Sig. <sup>(1)</sup>	95% Intervalo de Confiança B	
	B	Erro Padrão	Beta			Limite Inferior	Limite Superior
(Constant)	17,344	5,749		3,017	0,004*	-1,475	2,167
IA2 (2016)	-28,922	11,719	-0,342	-2,468	0,017*	-1,048	4,513
(Constant)	16,799	58,68		2,863	0,006*	-1,678	2,202
IA3 (2016)	-29,043	12,575	-0,322	-2,310	0,025*	-1,008	4,513
(Constant)	138,792	55,524		2,503	0,016*	-0,203	5,584
IRS1 (2016)	-135,722	55,962	-0,337	-2,425	0,019*	-2,243	5,354
(Constant)	35,346	10,390		3,402	0,001*	-1,624	2,800
ISB (2016)	-54,505	17,861	-0,410	-3,052	0,004*	-1,523	4,338
(Constant)	51,688	13,922		3,694	0,001*	-1,475	2,167
IA2 (2018)	-60,522	28,522	-0,299	2,123	0,039*	-1,284	5,181

### 3.4 Discussão

Para o indicador (IA1) a análise distribuição espacial identificou melhores indicadores na zona central de Belém, em detrimento aos bairros que constituem a zona de expansão do município. Esses resultados concordam com Borja *et al.* (2015) e ratificam as afirmações de Nahas *et al.* (2019), que não identificaram padrão na distribuição espacial na proporção de domicílios com o acesso adequado aos serviços de abastecimento de água entre os municípios periféricos em relação aos municípios mais centrais da Região Metropolitana de Belo Horizonte, entretanto identificaram desigualdades de acesso entre diferentes grupos populacionais, segundo situação renda e escolaridade. Os indicadores (IA2) e (IA3) revelaram falhas na prestação dos serviços, condizentes com as afirmações de Tauil (2001) que identificou falhas no fornecimento de água em áreas de invasão, favelas e cortiços induz a população ao hábito de armazenar água.

Em Belém a maior parcela da população tem acesso à rede geral de distribuição de água, entretanto são conhecidas as deficiências na qualidade dos serviços ofertados a população local. Essa assertiva pode ser confirmada quando se observa a presença de reservatórios de acumulação (caixas d'água), comumente encontrado nos domicílios dos belenenses, que evidenciam as falhas no fornecimento de água pela concessionária tanto em quantidade, quanto em regularidade ou mesmo em ambos os critérios.

Tal deficiência expõe um dos maiores contrastes do município, que dispõe de grande disponibilidade hídrica superficial e subterrânea além de um elevado índice pluviométrico, mas que não consegue ofertar água potável, de qualidade, em quantidade e regularidade necessárias para atender as demandas da população, induzido a mesma ao hábito de acumular água em reservatórios que podem se tornar um ambiente favorável à transmissão de doenças de veiculação hídrica.

O indicador (IESG1) também apresentou perfil de distribuição espacial definido com melhores indicadores encontrados nos bairros localizados na zona central da cidade, em relação a um nível de cobertura inexpressivo nas áreas mais distantes que são condizente com Borja *et al.* (2015) que identificaram desigualdade no acesso de coleta de esgoto nas zonas periféricas de Salvador. Enquanto Nahas *et al.* (2019) identificaram padrão aleatório na distribuição espacial de domicílios quanto ao acesso adequado aos serviços de esgotamento sanitário, mas que se correlacionavam com o perfil socioeconômico dos diferentes grupos populacionais.

O indicador (IRS1) apresentou pouca variação em sua distribuição espacial, discordando de Tauli (2001) e de Martines *et al.* (2019) que utilizou a variável coleta de lixo na composição de um índice de segregação urbana onde foi evidenciado que os menores índices foram localizados nas regiões mais periféricas. Entretanto, a análise do indicador (IR2) evidencia estratificação espacial com melhores resultados nos bairros localizados na área central em detrimento a piores resultados encontrado na zona de expansão de Belém.

O indicador (ISB) evidenciou estratificação espacial com os piores indicadores encontrados na zona de expansão do município, resultados que concordam com Borja *et al.* (2015) que identificaram maiores índices de cobertura em saneamento básico nos bairros onde residem as classes sociais de maior faixa de renda, enquanto os bairros da periferia possuem índices de cobertura em saneamento básico os mais baixos.

As disparidades na oferta de infraestrutura recursos urbanos entre a zona central e a zona de expansão de Belém, em parte podem ser explicadas pela falta de controle urbanístico



na ocupação das terras pelo setor público, uma vez que a zona de expansão não contou com um plano de alinhamento como ocorreu com a zona central (CARDOSO E VENTURA NETO, 2013). Esses fatores aliados à ausência de políticas públicas para o setor habitacional conduziu a população de menor poder aquisitivo a um processo de ocupação territorial desordenado, em áreas desprovidas de serviços urbanos coletivos resultando na precariedade construtiva das habitações, deficiências de infraestrutura urbana, como por exemplo, com a ausência e/ou deficiência da estrutura viária que dificultam ou mesmo inviabilizam o tráfego de veículo coletor de lixo, que favorece a disposição inadequada e conseqüentemente no surgimento de pontos críticos de acúmulos de lixo e/ou entulho.

Em relação à incidência de CHIKF, a análise da distribuição temporal identificou aumento no número de casos no período analisado. O aumento do número de casos ocorridos em 2017, em relação ao ano anterior, discordam de Perez *et al.* (2019) sobre a redução generalizada da dengue nas Américas no ano de 2017, que foi acompanhada por uma redução nos casos de zika vírus e CHIKF.

Quanto à distribuição espacial da CHIKF foi encontrado padrão definido com maiores registros da doença nos bairros da zona de expansão da cidade, concordando com o padrão de estratificação encontrado por Whiteman *et al.* (2018).

Não foi evidenciada a correlação entre o indicador (IA1) e a incidência da CHIKF para nenhum dos anos analisados, concordando com Costa e Natal (1998) e Castro e Costa (2018), mas que diverge das afirmações de Machiner *et al.* (2009), Rodrigues *et al.* (2018) e Tauro *et al.* (2019). Entretanto, os indicadores (IA2) e (IA3) em 2016 e o indicador (IA2) em 2018 e a incidência da CHIKF evidenciou correlação negativa, condizentes com as afirmações de Machiner *et al.* (2009) e com Trewin *et al.* (2019) que demonstraram que o armazenamento de água pluvial em tanques na Austrália forneciam um ambiente adequado para o (re) estabelecimento e persistência do *Aedes aegypti*.

Não foi encontrada associação entre o indicador (IESG1) e incidência da CHIKF concordando Rodrigues *et al.* (2018).

Em 2016, o indicador (IRS1) apresentou correlação inversa, ou seja, maior incidência de CHIKF onde os indicadores do nível de cobertura da coleta de lixo eram menores corroborando com Krystosik *et al.* (2017), Sobral e Sobral (2019), Almeida e Silva (2018) e Tauro *et al.* (2019).

Em 2016, o indicador ISB e a incidência de CHIKF, apresentaram associação significativa condizentes com Costa (1998), Machiner *et al.* (2009).

### 3.5 Conclusão

A intermitência no fornecimento induz a população ao hábito de armazenar água em reservatórios de acumulação. A diferença na frequência da coleta de resíduos sólidos contribui para o acúmulo lixo nas vias. Esses fatores propiciam ambientes adequados à proliferação de mosquitos como o *Aedes aegypti* vetor com competência para transmissão de doenças como a dengue, zika e a CHIKF.

Convém destacar que a CHIKF, apresenta relação com outros fatores, como por exemplo, com fatores climáticos, e nesse sentido as características ambientais locais associadas a um processo de ocupação territorial desordenado resultando na ausência e/ou deficiências recursos urbanos, nos quais estão inseridos os serviços de saneamento básico, constituindo-se em fator de risco para a saúde da população local, especialmente a população de menor poder aquisitivo. Nesse sentido, a promoção do saneamento básico constitui-se como fator preponderante nas medidas de promoção da saúde pública.

Devem ser consideradas ainda limitações nos resultados obtidos nessa pesquisa, entre os quais destaca-se: (i) possíveis subnotificações dos casos de CHIKF, devido a possibilidade da doença ter sido notificada erroneamente como outra arbovirose como, por exemplo, a dengue; (ii) inconsistências no banco de dados disponibilizados pela SESPA, com casos onde o endereço do paciente não havia sido registrado; (iii) e por fim, destaca-se que por se tratar de um estudo epidemiológico, não há possibilidade em garantir que os indivíduos acometidos pela doença tenham sido infectados em suas residências.

## Referências

- ALMEIDA, C. A. P.; SILVA, R. M. Análise da ocorrência dos casos de dengue e sua relação com as condições socioambientais em espaços urbanos: os casos de João Pessoa, cabedelo e bayeux, no estado da Paraíba - Brasil. **Hygeia**, v. 14, n. 27, p. 56-79, 2018.
- BELÉM. **Lei Municipal nº 7.806, de 30 de julho de 1996**. Delimita as áreas que compõe os bairros de Belém, especial a Lei nº 7.245, de 24 de janeiro de 1984, e dá outras providências.
- BORJA, P.C.; *et al.* Serviços públicos de saneamento básico em Salvador - BA: Estudo sobre as desigualdades de acesso. **Gesta**, v.03, n.02, p.140-152, 2015.
- CARDOSO, A. C. D.; VENTURA NETO, R. S. A evolução urbana de Belém: trajetória de ambiguidades e conflitos socioambientais. **Cadernos Metropolitano**, v. 15, n. 29, p. 55-75, 2013.
- CASTRO, M. B.; COSTA, R.C. Climatic and socio-spatial aspects of the occurrence of dengue in Manaus AM, Brazil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n.01, p. 001-015, 2018.
- COSTA, A. I. P.; NATAL, D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 32, n. 3, p. 232-236, 1998.
- DONALISIO, M.R.; FREITAS A.R. Chikungunya in Brazil: an emerging challenge. **Rev Bras Epidemiol.**, v. 18, n. 1, p. 283-285, 2015.
- HONÓRIO, N.A. *et al.* Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 31, n. 05, p. 906-908, 2015.
- HUMPHREY, J.M. *et al.* Urban Chikungunya in the Middle East and North Africa: A systematic review. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v.11, n.06, 2017. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005707>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**. 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/1>. Acessado em: 21 de março de 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Domicílios particulares permanentes**. 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/tabela>. Acessado em: 22 de março de 2017.
- JANSEN, C.C.; WILLIAMS C.R.; VAN DEN HURK A.F. The Usual Suspects: Comparison of the Relative Roles of Potential Urban Chikungunya Virus Vectors in Australia. **PLOS ONE** v.10, p. 08, 2015. doi:10.1371/journal.pone.0134975.
- KRYSTOSIK, A.R. *et al.* Community context and sub-neighborhood scale detail to explain dengue, chikungunya and Zika patterns in Cali, Colombia. **PLOS ONE**, v. 12, n. 08, p.321-331, 2017.

MACHINER, F.; RODRIGUES, D.J.; ANDRADE, E.A. Distribuição de dengue no norte de Mato Grosso, Brasil, 2001-2005. **Cad. Saúde Coletiva**, v. 17, n. 03, p. 627 – 640, 2009.

MARTINES, M.R. *et al.* Análise dos aspectos demográficos e socioambientais para elaboração de um índice de segregação espacial urbana. **CONFINS**, n. 40, 2019. doi: 10.4000/confins.19636.

MENDES, R.L.R. **Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico de água**. 2005. 191 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade, Federal do Pará, Belém, 2005.

MOREIRA, F.S.A. *et al.* Variabilidade da precipitação na cidade de Belém-PA e sua relação com a incidência de leptospirose. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n.01, p. 71-80, 2019.

NAHAS, M.I.P. *et al.* Desigualdade e discriminação no acesso à água e ao esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública** v. 35, n. 04, p.45-56, 2019.

NAVECA, F.G. *et al.* Genomic, epidemiological and digital surveillance of Chikungunya virus in the Brazilian Amazon. **PLOS Negl Trop Dis**, v.13, n.03, 2019. doi.org/10.1371/journal.pntd.0007065.

PANDEY, B.D. *et al.* Detection of Chikungunya Virus in Nepal. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v.93, n.04, p. 697–700, 2015.

PEREZ, F. *et al.* The decline of dengue in the Americas in 2017: discussion of multiple hypotheses. **Tropical medicine & International Health: TM & IH.**, v. 24, n. 04, p. 442 – 453, 2019. doi:10.1111/tmi.13200.

RODRIGUES, N.C.P. *et al.* Risk factors for arbovirus infections in a low-income community of Rio de Janeiro, Brazil, 2015-2016. **PLOS ONE**. 2018b, v.13, n. 06, 231-243, 2018b. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198357>

SAM, I.C. *et al.* Updates on chikungunya epidemiology, clinical disease, and diagnostics. **Vector Borne Zoonotic Dis.**, v. 15, n. 04, p. 223-30, 2015.

SCARAMUSSA, S.M.; HENKES, J.A. Utilização do sistema condominial de esgotamento sanitário como política pública para universalização do atendimento com redes de esgotos: o exemplo clássico do Distrito Federal. **Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v.03, n.01, p.310 – 339, 2014.

SILVA, T. C. C. *et al.* Aspectos epidemiológicos da Chikungunya no Estado do Espírito Santo, Brasil, 2014 a 2017. **Revista Guará**, v.6, n. 09, p. 21-30, 2018.

SIQUEIRA, M.S. *et al.* Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v.26, n. 04, p. 795-806, 2017.

SOBRAL, M.F.F.; SOBRAL, A.I.G.P. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 03, p. 1075-1082.

TAUIL, P.L. Urbanização e ecologia da dengue. **Cad. Saúde Pública**, v.17, (supl), p. 99-102, 2001.

TAURO, L.B. *et al.* A localized outbreak of Chikungunya virus in Salvador, Bahia, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 114, p. 124 – 132, 2019. doi:10.1590/0074-02760180597.

TREWIN, B.J. *et al.* Life on the margin: Rainwater tanks facilitate overwintering of the dengue vector, *Aedes aegypti*, in a sub-tropical climate. **PLOS ONE**, v.14, n.04, 2019. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211167>.

WHITEMAN, A. *et al.* Socioeconomic and demographic predictors of resident knowledge, attitude, and practice regarding arthropod-borne viruses in Panama. **BMC Public Health**, v. 18, p. 1249-1261. 2018. doi: <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6172-4>.

WIMALASIRI-YAPA, B.M.C. *et al.* Chikungunya virus in Asia – Pacific: a systematic review. **Emerging Microbes & Infections** v. 8, p.70-79, 2019.

## **CAPÍTULO 4 A INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO E DA TEMPERATURA SOBRE AS OCORRÊNCIAS DE FEBRE CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE BELÉM, PARÁ, BRASIL.**

---

### **A influência da precipitação e da temperatura sobre as ocorrências de febre Chikungunya no município de Belém, Pará, Brasil.**

*The influence of climatic variables of precipitation and temperature on the occurrences of Chikungunya fever in the city of Belém, Pará, Brazil.*

#### **Resumo**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência das variáveis climáticas de temperatura do ar e precipitação pluviométrica sobre as ocorrências de febre Chikungunya (CHIKF). Conduziu-se o estudo no período de 2016 a 2018, com área de aplicação no município de Belém (PA). As variáveis foram analisadas com base em estatísticas descritivas, a partir das quais foram determinadas média, desvio padrão, coeficiente de variação, mediana, mínimo e máximo. As normalidades das variáveis foram testadas para definir pelo uso de testes de correlação paramétricos ou não paramétricos. Procedeu-se com a análise de regressão linear múltipla para as variáveis que apresentaram significância estatística. A sazonalidade foi confirmada com registros CHIKF mais altos no primeiro semestre do ano, quando são registradas as maiores chuvas e temperaturas mais amenas da região. A correlação de Pearson identificou associação entre as ocorrências de CHIKF e as variáveis de temperatura e precipitação em 2016, que apresentaram respectivamente associação positiva e fraca e associação negativa e fraca. Em Belém, as características climáticas locais favorecem a manutenção da CHIKF, entretanto no estudo das arboviroses devem ser considerados outros elementos como os fatores socioambientais.

Palavras-chave: Arbovirose; doenças tropicais negligenciadas; epidemiologia.

#### **Abstract**

The objective of this research was to evaluate the influence of climatic variables of air temperature and rainfall on the occurrence of Chikungunya fever (CHIKF). The study was conducted from 2016 to 2018, with application area in the municipality of Belém (PA). The climatic and CHIKF variables were analyzed based on descriptive statistics from which mean, standard deviation, coefficient of variation, median, minimum and maximum were

determined. Normality tests were performed to define by using the parametric test or nonparametric test. For the variables that presented statistical significance, the multiple linear regression analysis was performed. Seasonality was confirmed with higher CHIKF records in the first half of each year, the period with the highest rainfall rates in the region. Pearson's correlation identified an association between CHIKF occurrences and climatic variables air temperature and rainfall in 2016, which presented respectively positive and weak association and negative and weak association. In Belém, local climatic characteristics favor the maintenance of Chikungunya fever, however in the study of arboviruses other factors such as social and environmental factors should be considered.

Key words: Arbovirose; neglected tropical diseases; epidemiology.

#### **4.1 Introdução**

A febre Chikungunya (CHIKF) é uma doença viral com primeira epidemia documentada na Tanzânia, no continente africano em 1952, com focos subsequentes identificados na África e Ásia durante os anos 1950 e 1960 (JANSEN, 2015; PANDEY *et al.*, 2015; WIMALASIRI-YAPA *et al.*, 2019). Em 2004, um surto de CHIKF originado na costa do Quênia se expandiu, atingindo em 2005 ilhas do Oceano Índico. Durante o ano de 2006, epidemias da doença ocorreram na Índia e em alguns países do sudeste asiático. Em 2007, casos autóctones da arbovirose foram reportados na Itália, na região de Ravenna, e no ano de 2010 o vírus voltou a causar surtos em países como Índia, Indonésia, Myanmar, Tailândia, Ilhas Maldivas e Réunion, além do sul da França que registrou casos autóctones da doença (HONÓRIO *et al.*, 2015; GOULD, 2010; HUMPHREY *et al.*, 2017; MAHAJAN; MAHAJAN, 2018; WIMALASIRI-YAPA *et al.*, 2019).

Nas Américas, o primeiro caso autóctone da doença foi registrado na região do Caribe, em dezembro de 2013. No ano seguinte, países da América do Sul entre os quais Guiana Francesa, Suriname, Paraguai, Colômbia e Venezuela registraram a circulação do vírus em seus territórios (DONALISIO; FREITAS, 2015; HALSTEAD, 2015; NAVECA *et al.*, 2019).

No Brasil, o primeiro caso autóctone da doença ocorreu em 2014, na cidade do Oiapoque, no Amapá, Estado que faz fronteira com a Guiana Francesa e no município de Feira de Santana na Bahia (DONALISIO; FREITAS, 2015; HONÓRIO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018).

Quanto aos sinais e sintomas, a CHIKF tem apresentação clínica que se assemelha com a dengue, ou seja, febre de início agudo, cefaleia, náuseas, fadiga e dores musculares. Entretanto, a principal manifestação clínica que a difere da dengue são as fortes dores nas articulações, tendo como consequência a redução da produtividade e da qualidade de vida (PANDEY *et al.*, 2015; SAM *et al.*, 2015; MAHAJAN; MAHAJAN, 2018).

Há duas espécies principais de mosquitos do gênero *Aedes* com capacidade de transmitir a CHIKF: o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, ambas espécies invasoras e cosmopolitas que se desenvolvem principalmente em áreas tropicais e subtropicais, que incluem áreas como a África, Américas Central e do Sul, Caribe, parte da Austrália, Ásia e algumas ilhas no Pacífico e Índico, devido às condições climáticas e ambientais que favorecem sua proliferação (HONÓRIO *et al.*, 2015; PATTERSON *et al.*, 2016; REINHOLD *et al.*, 2018).

No Brasil, o *Aedes aegypti* é o principal vetor dos arbovírus como a dengue, febre amarela, zika e chikungunya. De comportamento antropofílico esse mosquito evoluiu para viver todo o seu ciclo de vida, de larvas a adultos, em estreita proximidade com seus hospedeiros humanos (HONÓRIO *et al.*, 2015; PATTERSON *et al.*, 2016; REINHOLD *et al.*, 2018). Nas décadas de 1950 e 1960, o mosquito *Aedes* foi intensamente combatido no país, principalmente enquanto vetor da febre amarela, um problema de saúde pública nas Américas, quando após diversas campanhas acreditou-se que o mesmo havia efetivamente sido erradicado em território nacional e em quase todos os países latino-americanos, as exceções sendo o Suriname, a Venezuela, Cuba, Jamaica, Haiti, República Dominicana e Colômbia (AZEVEDO *et al.*, 2011). Porém, em razão das mudanças ambientais e sociais como do intenso processo de urbanização ocorridos no país, além de falhas nas ações de controle da vigilância epidemiológica, ocorre em 1967 sua reinfestação no município de Belém do Pará, e em meados de 1970 no Rio de Janeiro. Atualmente, o *Aedes aegypti* pode ser encontrado em todas as unidades federativas do território nacional (AZEVEDO *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2011).

Em seu ciclo de desenvolvimento o *Aedes aegypti* passa pelas fases de ovo, larva, pupa e mosquito adulto. Seus ovos são resistentes à dessecação e em contato com a água após a eclosão seu desenvolvimento até a forma adulta pode levar um período de até dez dias. A duração da fase larval não passa de cinco dias, enquanto a fase da pupa dura de dois a três dias. Somente as fêmeas picam o homem, pois necessitam das proteínas presentes no sangue para maturar seus ovos, podendo realizar de quatro a cinco ciclos reprodutivos e viver na



natureza em média de trinta a trinta e cinco dias (ALMEIDA; SILVA, 2017; REINHOLD *et al.*, 2018; FIOCRUZ, 2019).

O vírus Chikungunya (CHIKV) é transmitido de humano para humano pela picada do mosquito fêmea infectado, onde após um período de incubação que varia de um a doze dias (geralmente de três a sete dias), ocorre a viremia da doença e os sintomas se desenvolvem. Ao entrar no mosquito, através das refeições de sangue, o vírus também requer um período de incubação que pode variar de seis a quinze dias, antes de poder ser transmitido à outra pessoa e para que a transmissão ocorra o mosquito deverá picar a pessoa infectada durante a fase viremia da doença (RAMADONA *et al.*, 2016; MAHAJAN; MAHAJAN 2018).

Na dinâmica de transmissão das doenças arbovirais à influência das variáveis climáticas são conhecidas como fatores que favorecem a dinâmica do mosquito vetor, uma vez que o aumento da temperatura reduz o tempo de desenvolvimento das larvas, aumentando a população de vetores adultos; diminui o período de incubação extrínseca, isto é, o tempo para que o vírus alcance a glândula salivar do mosquito, possibilitando, assim, maiores proporções de mosquitos infecciosos; bem como influencia na frequência com que as fêmeas adultas do mosquito se alimentam o que aumenta a intensidade da transmissão (CORRÊA *et al.*, 2016). Por sua vez, a pluviosidade contribui para o aumento do número de criadouros disponíveis, propiciando ambiente favorável à procriação do mosquito (VIANA; IGNOTTI, 2013).

Em razão da recente inserção da CHIKF no Brasil, ainda são poucos os estudos voltados à sua compreensão. Honório *et al.* (2015); Donalisio e Freitas (2015); Silva *et al.* (2018b) em suas pesquisas descrevem as principais características da CHIKF e sua importância no contexto da saúde pública. Costa *et al.* (2018); Rodrigues *et al.* (2018a); Rodrigues *et al.* (2018b); Silva *et al.* (2018); Tauro *et al.* (2019) desenvolveram estudos epidemiológico relacionados à variáveis climáticas, socioeconômicas e ambientais. Enquanto Naveca *et al.* (2019) investigaram a diversidade genética de cepas circundantes da CHIKF na cidade de Boa Vista, no Estado Roraima, na Amazônia brasileira.

A localização geográfica do Brasil, situado na região entre 5° Norte e 10° Sul, entre os trópicos de capricórnio e de câncer favorece a elevada incidência de radiação solar que o país recebe, enquanto a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sobre o Atlântico equatorial é um dos principais indutores das chuvas sobre a região amazônica (MOREIRA *et al.*, 2019; FRANCO *et al.*, 2019). Ainda segundo estes autores, fatores como a topografia

local, a cobertura vegetal, o ciclo hidrológico, a influência das correntes oceânicas nas regiões costeiras concorrem para a modulação do clima de uma determinada região.

Inserido nesse ambiente, o município de Belém do Pará, na Amazônia brasileira, se caracteriza por temperaturas sempre elevadas, forte convecção e alta umidade do ar, favorecendo a formação de nuvens convectivas do tipo cumulonimbus que dão origem à grande incidência de precipitações na forma de pancadas, principalmente à tarde. Destaca-se ainda que o município, como todo grande aglomerado urbano, cria um clima com dinâmicas próprias, gerando anomalias na temperatura do ar, na umidade e na circulação local (BASTOS *et al.*, 2002). Corrêa (2016) destaca que as áreas tropicais e subtropicais entre os paralelos (latitudes) 35° Norte e 35° Sul, constituem regiões que possuem o limite climático ótimo para o desenvolvimento de mosquitos vetores como o *Aedes*.

O primeiro caso autóctone de CHIKF em Belém foi confirmado em 2015 e devido a sua recente introdução no município são insipientes os estudos que abordem essa temática na região. Nesse sentido, compreender a inserção de Belém (PA) dentro de uma dinâmica climática mais abrangente, a nível global e regional, e sua interação com seus fenômenos climáticos urbanos são aspectos que devem ser considerados dentro do contexto de um estudo epidemiológico, em especial nos estudos relacionados às arboviroses, uma vez que o aquecimento global associado a condições ambientais locais, naturais e/ou antrópicas, poderão potencializar a expansão das doenças arbovirais transmitidas por mosquitos vetores passaram a constituir uma preocupação a nível global.

A partir dessas considerações o presente estudo teve o objetivo de analisar a influência das condições climáticas de precipitação pluviométrica e temperatura do ar com as ocorrências de febre Chikungunya no município de Belém (PA).

## **4.2 Material e métodos**

### **4.2.1 Área de estudo**

O município de Belém se constitui como um dos maiores municípios da Amazônia em termos populacionais, com uma população estimada de 1.393.399 habitantes, dos quais aproximadamente 99% residem em sua porção urbana, conforme os dados censitários do IBGE (2010).

Situa-se nas coordenadas geográficas de  $01^{\circ} 26'$  de latitude ao sul e  $48^{\circ} 26'$  de longitude a oeste de Greenwich, às margens da Baía do Guajará e Rio Guamá, distante a 120 quilômetros do Oceano Atlântico no estuário do Rio Pará (MOREIRA *et al.*, 2019) (Figura 1).

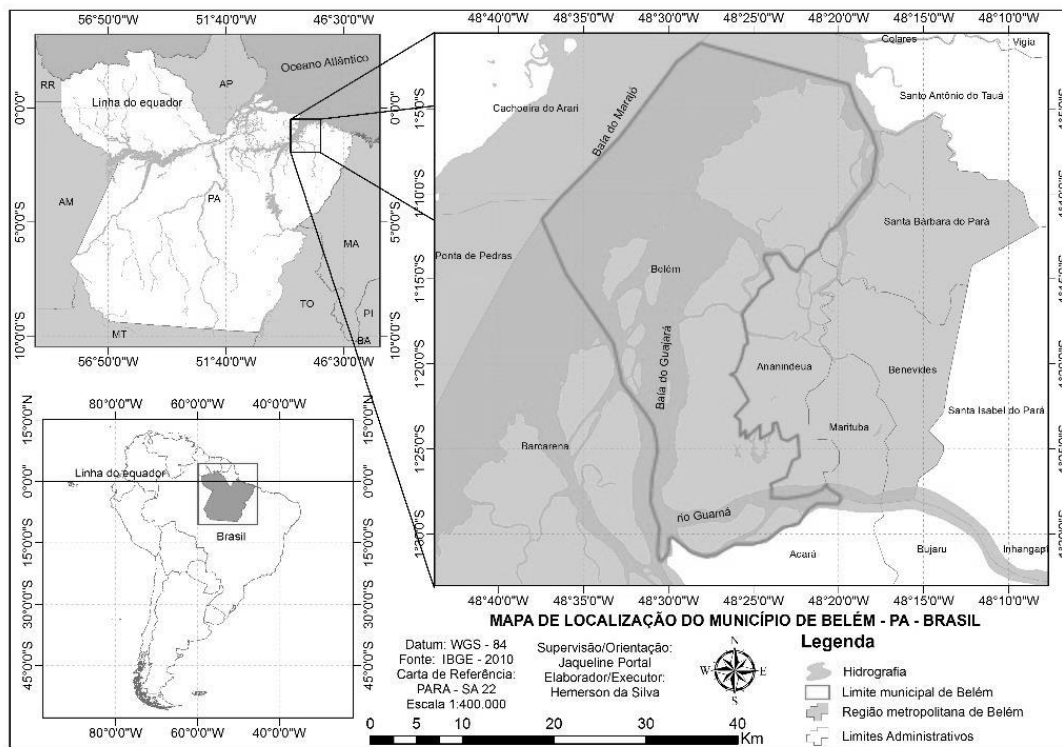
As altas temperaturas do município se justificam por sua localização um pouco abaixo da linha do Equador, na zona climática Af (segundo a classificação de Köppen), o clima é do tipo tropical úmido, de floresta equatorial, caracterizado por sua grande precipitação anual acumulada, que pode variar de 2300 mm a 3000 mm em determinadas áreas.

Em Belém, há dois períodos climáticos distintos: um mais chuvoso (de dezembro a maio) e outro menos chuvoso (de junho a novembro) (MOREIRA *et al.*, 2019).

A temperatura média de  $26,4^{\circ}$  e umidade relativa do ar de 84% favorecem a formação de nuvens convectivas (COSTA; BLANCO, 2018).

A topografia é pouco variável e plana na área urbana e há grandes áreas que estão abaixo do nível do mar e que sofrem influência das marés altas, ocasionando dificuldades no escoamento nas águas pluviais (MOREIRA *et al.*, 2019).

Figura 1- Mapa de localização de Belém, Pará, Brasil.



A área continental do município de Belém é composta por 13 bacias hidrográficas, e sua área insular é formada por 39 ilhas, que corresponde a 65,64% da sua área total. Todo o

sistema hidrográfico da região sofre a influência das marés do oceano Atlântico, e as oscilações dos níveis das águas, decorrentes das variações sazonais, elevam o nível d'água dos inúmeros canais que cortam a cidade, ocasionando inundações periódicas. Esta situação se agrava quando as marés altas coincidem com o período chuvoso da região (FENZL *et al.*, 2010).

#### 4.2.2 Procedimentos metodológicos

Os dados semanais de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura do ar (°C) foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET), da Estação Meteorológica de Belém (PA), referentes aos anos de 2016, 2017 e 2018.

Os dados de CHIKF foram disponibilizados pelo Departamento de Controle de Endemias da Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará (SESPA), através do banco de dados de notificações de CHIKF do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

Os dados climáticos e de CHIKF foram analisados com base em estatísticas descritivas, a partir das quais foram determinadas média, desvio padrão, coeficiente de variação, mediana, mínimo e máximo.

Foram realizados testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e para as variáveis que apresentaram  $p < 0.05$ , optou-se pela logaritimização como medida para normalizar e homogeneizar a distribuição das variáveis, definindo-se posteriormente pelo uso de testes paramétricos de correlação linear de Pearson ( $r$ ) ou testes não paramétricos de correlação de Spearman ( $\rho$ ) que são medidas de associação entre variáveis numéricas e variam de -1 a 1. Quanto mais próximo de -1 ou 1 a correlação é dita perfeita.

Para as variáveis que apresentaram significância estatística procedeu-se a aplicação da análise de regressão linear múltipla, cujo principio consiste em modelar uma variável dependente ( $y$ ), nesse estudo representadas pelas ocorrências de CHIKF, através da combinação linear de variáveis explicativas ( $x$ ) ou variáveis independentes, representadas pelas variáveis climáticas.

Entretanto, antes de aplicar o modelo de regressão foi preciso testar a significância das variáveis, através do teste de significância global ou teste F, que responde a seguinte pergunta: “o modelo é útil para prever a ocorrência de CHIKF, a partir das variáveis de precipitação e temperatura?”.

Escolhido o modelo de regressão, devem-se estimar os coeficientes da equação da reta,  $\beta_0$  e  $\beta_1$ . Isso pode ser feito a partir da aplicação do Método dos Mínimos Quadrados, sendo a estimativa dada pela equação 1 :

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i, \text{ (equação 1)}$$

Onde,

$y_i$  é variável explicada (dependente) que no nosso estudo é a CHIKF;

$\beta_0$  é a constante, que representa a intercepção da reta com o eixo vertical;

$\beta_1$  e  $\beta_2$  constantes que representam o declive (coeficiente angular) da reta e

$x_i$  é a variável explicativa (independente), que no estudo são as variáveis climáticas.

Esta pesquisa foi protocolada na Plataforma Brasil, avaliada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará (UFPA), conforme Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE, protocolo 91680318.6.0000.0018.

### 4.3 Resultados

Na tabela 1 são apresentados os dados semanais de temperatura do ar e precipitação pluviométrica e ocorrências de CHIKF, para os anos de 2016, 2017 e 2018, do município de Belém (PA). A tabela 2 apresenta estatísticas descritivas semestrais das variáveis climáticas de temperatura, precipitação e ocorrências de CHIKF. A Figura 2 ilustra as ocorrências semanais de CHIKF, temperatura do ar e precipitação pluviométrica para o período de 2016 a 2018, em Belém (PA).

No triênio, a temperatura apresentou comportamento sazonal com maiores índices registrados no segundo semestre. Os maiores índices de precipitação foram registrados no primeiro semestre de 2016 e 2017, em 2018 o maior índice de precipitação foi identificado no segundo semestre.

As maiores ocorrências de CHIKF no primeiro semestre, com exceção do ano de 2016, que identificou maiores ocorrências no segundo semestre, possivelmente relacionadas às subnotificações da doença que somente confirmou o primeiro caso autóctone em 2015.

De acordo com o banco de dados do SINAN/SESPA, o primeiro caso de CHIKF confirmado na capital do Estado ocorreu no ano de 2015 (1 caso). Neste mesmo ano também foi confirmada a ocorrência da doença no município de São Domingos do Araguaia (1 caso), totalizando a ocorrência de 2 casos confirmados no Estado do Pará.

No ano de 2016, foram confirmados 292 casos de CHIKF no município de Belém, a segunda maior ocorrência no Estado, ficando atrás somente do município de São Domingos do Araguaia que confirmou 376 casos da doença. Ao todo, no ano de 2016 foram confirmados 1546 casos de CHIKF no Pará.

Em 2017, o maior número de casos confirmados da doença foi no município de Xinguara com 1502 casos. O município de Parauapebas, por sua vez, confirmou 1466 casos da doença ficando no segundo lugar no *ranking* paraense. A capital Belém ficou em terceiro lugar com 972 casos confirmados de CHIKF. No Estado do Pará, como um todo, no ano de 2017 foram confirmados 7309 casos, com o registro de 7 óbitos pelo agravo da doença (5 óbitos no município de Xinguara, 1 óbito no município de Conceição do Araguaia e 1 óbito no município de Redenção).

Em 2018, Belém teve o maior número de registros da doença no Estado, com 3032 casos confirmados, o segundo maior registro tendo sido no município de Marituba com 1503 casos confirmados e em terceiro lugar ficou o município de Ananindeua que registrou 674 casos.

Em 2018, os três municípios com os maiores números de ocorrências de CHIKF integram a Região Metropolitana de Belém (RMB). O único óbito pelo agravo da doença em 2018 no Estado do Pará foi registrado no município de Belém.

De acordo com o banco de dados disponibilizados pelo SINAN/SESPA, em 2016, 2017 e 2018 foram confirmados respectivamente 292, 972 e 3032 casos de CHIKF no município de Belém. De 2016 a 2017 o número de ocorrências de CHIKF aumentou 233%, e de 2017 a 2018 houve um crescimento de 212% no número de casos da doença na capital paraense.

Em 2016, observa-se aumento nas ocorrências de CHIKF a partir da 37<sup>o</sup> semana (mês de setembro), com pico máximo na 45<sup>o</sup> semana (mês de novembro), a partir de onde as ocorrências diminuem gradativamente até o final da 52<sup>a</sup> semana epidemiológica. O baixo número de ocorrências identificados no primeiro semestre de 2016, provavelmente se deu em razão de subnotificações da doença, considerando que em Belém o primeiro caso de CHIKF foi confirmado no final do segundo semestre de 2015, o que deve ter contribuído para que muitos casos de CHIKF tenham sido notificados como dengue, que é uma arbovirose endêmica no município.

No decorrer de 2017, a notificação da doença tem seu pico máximo na 20<sup>o</sup> semana (mês de maio), que corresponde ao final do período chuvoso da região, passando a apresentar redução gradual.

Em 2018, observa-se o pico máximo das notificações da doença na 26<sup>o</sup> semana epidemiológica (mês de julho), correspondente ao período de estiagem, a partir de onde há redução contínua até a 43<sup>o</sup> semana epidemiológica (mês de outubro), mantendo praticamente um padrão contínuo até a 52<sup>a</sup> semana epidemiológica.

Tabela 1- Dados semanais de precipitação total, temperatura média e ocorrências de CHIKF, no período de 2016 a 2018, para Belém (PA).

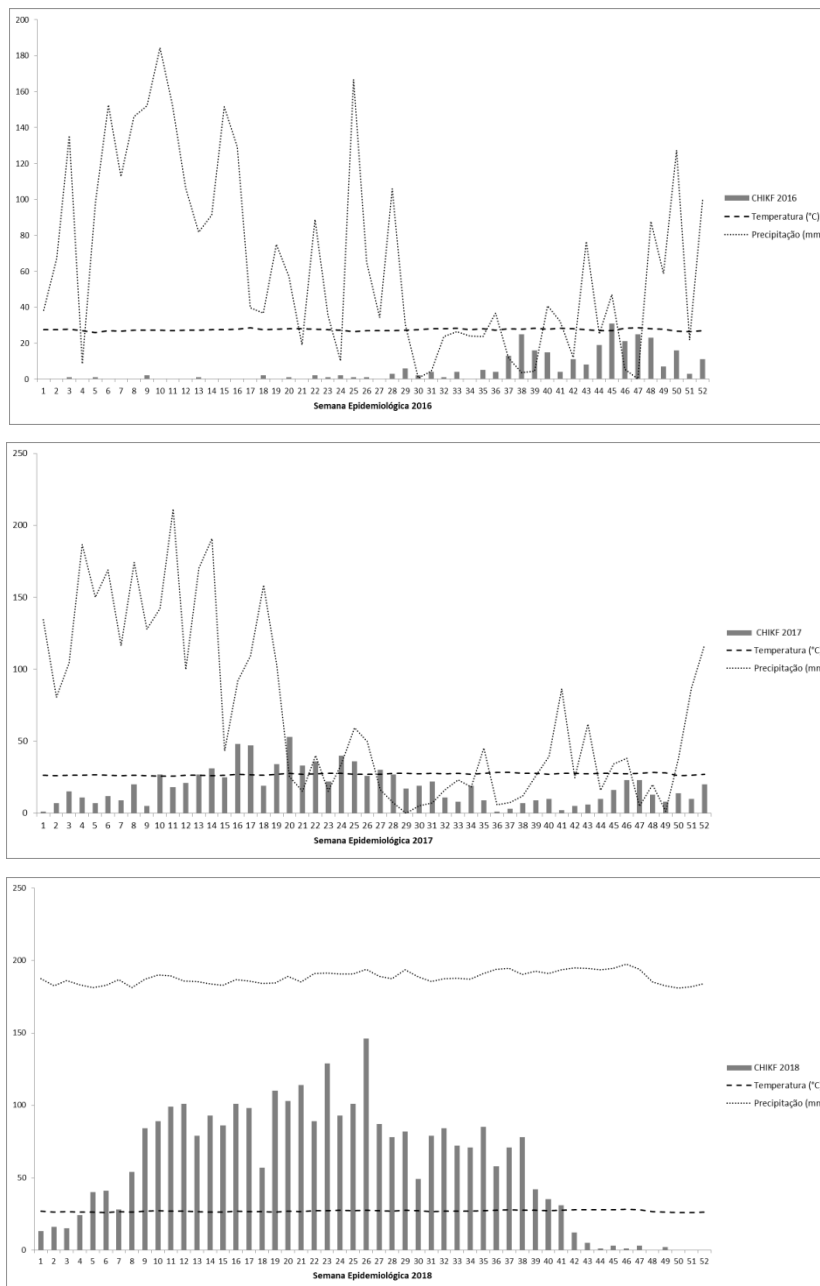
Semana	2016			2017			2018		
	CHIKF	T.ar (°C)	Precipitação (mm)	CHIKF	T.ar (°C)	Precipitação (mm)	CHIKF	T.ar (°C)	Precipitação (mm)
01	0	27,60	38,30	1	26,53	134,3	13	26,80	187,48
02	0	27,45	67,00	7	26,17	80,7	16	26,07	182,64
03	1	27,72	135,60	15	26,32	104,4	15	26,54	186,36
04	0	27,01	8,39	11	26,30	186,7	24	26,26	183,32
05	1	25,91	97,70	7	26,74	150,1	40	26,11	181,18
06	0	27,03	152,50	12	26,33	169,1	41	26,03	183,02
07	0	26,78	112,60	9	25,96	116,4	28	26,40	186,92
08	0	27,14	146,10	20	26,31	174,3	54	26,09	181,32
09	2	27,29	152,20	5	26,05	127,8	84	26,77	187,34
10	0	27,24	184,50	27	25,78	142,2	89	27,04	190
11	0	27,09	152,20	18	25,71	211,3	99	27,03	189,38
12	0	27,22	106,40	21	26,30	99,8	101	26,74	185,82
13	1	27,32	81,90	27	26,51	170,3	79	26,43	185,46
14	0	27,40	91,20	31	26,23	190,8	93	26,29	183,84
15	0	27,50	151,40	25	26,43	43,5	86	26,11	182,86
16	0	27,78	129,30	48	26,91	92	101	26,77	186,98
17	0	28,66	39,80	47	26,77	109,3	98	26,44	185,76
18	2	27,55	36,80	19	26,56	158,6	57	26,48	184,3
19	0	27,84	75,00	34	27,21	103,1	110	26,34	184,52
20	1	27,96	57,10	53	27,71	25,5	103	26,82	189,14
21	0	27,92	19,20	33	27,07	15,2	114	26,63	185,08
22	2	27,82	88,90	36	27,25	40,1	89	27,15	190,96
23	1	27,59	35,40	22	27,73	15,3	129	27,24	191,54
24	2	27,33	10,20	40	27,78	34,3	93	27,43	190,78
25	1	26,33	166,80	36	27,22	59,4	101	27,07	190,72
26	1	27,06	65,20	26	27,07	49,9	146	27,67	193,88
27	0	27,03	34,20	30	27,10	16,4	87	27,07	189,2
28	3	26,90	105,90	27	27,61	7,1	78	26,84	187,52
29	6	27,25	30,40	17	27,59	0	82	27,59	193,54
30	2	27,59	0,60	19	27,36	5,1	49	27,13	188,84
31	4	27,95	4,50	22	27,84	7,2	79	26,48	185,64
32	1	27,94	23,70	11	27,37	16,3	84	26,75	187,5
33	4	28,19	26,40	8	27,68	23	72	26,84	187,84
34	0	27,53	24,10	19	27,08	18,4	71	26,72	187,08
35	5	27,99	23,70	9	27,60	45,3	85	27,32	191,02
36	4	27,11	36,60	1	28,26	5,8	58	27,60	194,1
37	13	27,92	11,80	3	28,28	7,6	71	27,78	194,7
38	25	27,86	3,60	7	27,65	11,9	78	27,39	190,56
39	16	28,22	4,40	9	27,65	26,2	42	27,45	192,6
40	15	27,87	40,90	10	27,01	39,3	35	27,29	191,14
41	4	28,23	32,00	2	27,61	86,6	31	27,63	193,82
42	11	28,05	12,10	5	27,71	24,8	12	27,80	194,94
43	8	27,63	76,70	6	27,40	62	5	27,84	194,68
44	19	27,05	25,00	10	27,64	16,1	1	27,76	193,74
45	31	27,04	47,00	16	27,79	34,2	3	27,73	194,58
46	21	28,42	5,40	23	27,55	38	1	28,21	197,5
47	25	28,64	0,00	23	27,84	4,8	3	27,79	194,08
48	23	27,97	87,70	13	28,47	20	0	26,58	185,16
49	7	27,81	58,70	8	28,07	1,3	2	26,14	182,76
50	16	26,77	127,30	14	26,22	37,9	0	25,93	180,92
51	3	26,51	21,90	10	26,28	87	0	26,06	182,08
52	11	26,96	99,60	20	26,99	117,2	0	26,20	184,14



Tabela 2- Estatísticas descritivas semestrais para as ocorrências de CHIKF, temperatura do ar e precipitação pluviométrica para os anos de 2016, 2017 e 2018.

	CHIKF					Tar (°C)					Ppt (mm)					
	Média	DP	CV	Máx.	Mín.	Média	DP	CV	Máx.	Mín.	Média	DP	CV	Máx.	Mín.	
2016	1º	0,6	0,8	1,3	2,0	0,0	27,4	0,5	0,0	28,7	25,9	90,9	54,7	0,6	184,5	0,0
	2º	10,7	8,9	0,8	31,0	0,0	27,6	0,6	0,0	28,6	26,5	37,1	35,1	0,9	127,3	0,0
2017	1º	24,2	14,0	0,6	53,0	1,0	26,7	0,6	0,0	27,8	25,7	107,9	59,1	0,5	211,3	15,2
	2º	13,2	7,8	0,6	30,0	1,0	27,5	0,5	0,0	28,5	26,2	29,2	29,6	1,0	117,2	0,0
2018	1º	77,0	37,2	0,5	146,0	13,0	26,6	0,4	0,0	27,7	26,0	186,6	3,4	0,0	193,9	181,2
	2º	39,6	35,5	0,9	87,0	0,0	27,2	0,6	0,0	28,2	25,9	190,0	4,6	0,0	197,5	180,9

Figura 2- Ocorrências semanais de CHIKF, temperatura do ar e precipitação pluviométrica para o período de 2016 a 2018, em Belém (PA).



O gráfico de dispersão apresentado na figura 3a apresenta uma relação direta entre os registros de CHIKF e temperatura do ar, ou seja, os registros da CHIKF aumentaram com o aumento da temperatura. Por sua vez, a figura 3b apresenta uma relação inversa, ou seja, há diminuição nas ocorrências da doença no período menos chuvoso. Enquanto a tabela 3 apresenta o resultado dos testes paramétricos e não paramétricos das variáveis climáticas de temperatura, precipitação e as ocorrências de CHIKF.

O teste de normalidade para as ocorrências de CHIKF em 2016 apresentou  $p < 0,05$ . Definiu-se pela logaritimização da variável dependente para normalizar e homogeneizar sua distribuição o que possibilitou o uso da correlação linear de Pearson que identificou uma correlação positiva e fraca, entre as ocorrências de CHIKF e temperatura do ar ( $r = 0,337$ ;  $p < 0,05$ ) e uma correlação negativa e fraca, entre as ocorrências de CHIKF e precipitação pluviométrica ( $r = -0,345$ ;  $p < 0,05$ ). Confirmada existência de correlação, procedeu-se com a regressão linear múltipla, contudo antes de fazer uso do modelo foi feito o teste F de significância global que responde a seguinte pergunta: “o modelo é útil para prever as ocorrências de febre CHIKF a partir das variáveis de temperatura e precipitação?”. O valor do  $R^2$  ajustado (0,150) indica que as variáveis explicam aproximadamente 15% dos agravos da doença. A análise resultou em um modelo estatisticamente significativo [ $F(2,32) = 2,833$ ;  $p > 0,05$ ;  $R^2 = 0,150$ ], com temperatura do ar ( $\beta = 0,212$ ;  $t = 1,092$ ;  $p > 0,05$ ) e precipitação pluviométrica ( $\beta = 0,230$ ;  $t = -1,183$ ;  $p > 0,05$ ). Isso quer dizer que a temperatura do ar impactou positivamente sobre a CHIKF, ou seja, com o aumento da temperatura há aumento nas ocorrências de CHIKF. Enquanto a precipitação pluviométrica impactou negativamente, ou seja, as ocorrências de CHIKF diminuem no período menos chuvoso.

Em 2017, as ocorrências de CHIKF apresentaram distribuição normal ( $p > 0,05$ ), nesse sentido procedeu-se com a correlação de Pearson que não identificou associação entre ocorrências de CHIKF e temperatura do ar ( $r = -0,149$ ;  $p > 0,05$ ) e precipitação pluviométrica ( $r = 0,37$ ;  $p > 0,05$ ).

Em 2018, as ocorrências de CHIKF não apresentaram distribuição normal ( $p < 0,05$ ), desse modo optou-se pela logaritimização da variável, que ainda assim não apresentou padrão de distribuição normal, nesse sentido fez-se uso do teste não paramétrico de Spearman que não identificou correlação entre as ocorrências da doença e a temperatura do ar ( $\rho = 0,051$ ;  $p > 0,05$ ) e nem com a precipitação pluviométrica ( $\rho = -0,063$ ;  $p > 0,05$ ).

Figura 3- Dispersão para a precipitação temperatura e ocorrências de CHIKF, para Belém, no ano de 2016.

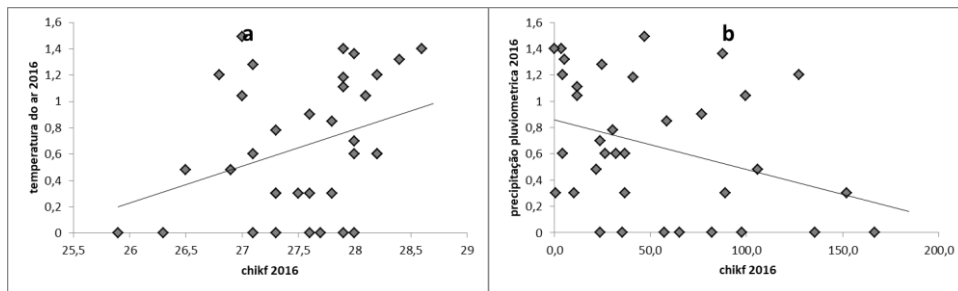


Tabela 3- Correlação de Pearson entre as ocorrências de CHIKF e as variáveis de temperatura do ar, precipitação pluviométrica, para Belém, de 2016 a 2018.

<b>MATIZ DE CORRELAÇÃO</b>			
<b>Variáveis</b>			
	Correlação	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)
2016	Pearson®	0,337*	-0,345*
	Significância	0,048	0,043
2017	Pearson®	0,058	0,025
	Significância	0,684	0,860
2018	Spearman®	0,051	0,063
	Significância	0,721	0,657
<b>Legenda</b>			
	Positiva	Negativa	
Fraca	0,01 a 0,39	- 0,01 a - 0,39	
Moderada	0,40 a 0,69	- 0,40 a - 0,69	
Forte	0,70 a 0,89	- 0,70 a - 0,89	
Perfeita	0,90 a 1,00	- 0,90 a - 1,00	

#### 4.4 Discussão

No triênio, a distribuição temporal da doença apresentou comportamento sazonal com maiores ocorrências de CHIKF no primeiro semestre de cada ano, que coincide com o período mais chuvoso da região.

Câmara e colaboradores (2009) investigaram os efeitos da temperatura e precipitação associados a epidemias de dengue no Rio de Janeiro (RJ), entre 1986 a 2003. Nesse período ocorreram cinco grandes epidemias onde as médias das temperaturas para os primeiros trimestres dos anos de epidemias foram comparadas (teste t) com as médias dos trimestres

correspondentes dos demais anos, as quais se mostraram significativamente mais altas que nos anos não epidêmicos, enquanto não foram encontradas associação entre os casos de dengue e a pluviosidade.

Viana e Ignott (2013) em estudo de revisão sistemática da literatura de artigos científicos publicados no período de 1991 a 2010, sobre a ocorrência da dengue no Brasil e a sua relação com variáveis meteorológicas concluíram que mesmo considerando as dificuldades no estabelecimento de um padrão sazonal “chave” da doença devido da diversidade de biomas e diferentes compartimentos climáticos nas distintas regiões geográficas brasileiras, identifica-se aumento na ocorrência do agravo da doença principalmente no primeiro semestre de cada ano, período de pluviosidade e temperatura mais elevadas na maior parte do país.

O estudo de Ferreira *et al.* (2018), em Araraquara (SP), entre 1991 e 2015, identificou comportamento sazonal com aumento do número de casos de dengue nos meses de março a maio, que foram atribuídas as chuvas de janeiro a março, ou seja, chuva em um mês provoca um aumento no número de casos nos dois meses subsequentes. Enquanto a relação entre a temperatura e a infestação larvária foi leve e pareceu não ter influência sobre a doença, uma vez que as altas temperaturas, tanto no verão quanto no inverno são adequadas para a proliferação do vetor.

A sazonalidade também foi identificada por Mahajan e Mahajan (2018), ao constatarem maiores casos de CHIKF no distrito de Amritsar, Punjab (Índia), ocorreram entre setembro e dezembro, com pico de transmissão da doença em novembro, atribuídos à estação quente e chuvosa nos meses de julho a setembro.

A regressão linear identificou associação correlação fraca e significativa entre as ocorrências de CHIKF e as variáveis de temperatura do ar e de precipitação pluviométrica, somente para o ano de 2016. Esses resultados são condizentes com as explicações de Depradine e Lovell (2004), de que o clássico procedimento de correlacionar casos de arboviroses transmitidas por mosquitos vetores com variáveis climáticas fornecem correlações fracas de maneira geral em razão do efeito *time lag* relacionado ao intervalo de tempo (defasagem) entre o fator biológico, a transmissão e o registro dos casos da doença no sistema de informação.

O papel dos fatores climáticos na dinâmica de transmissão das doenças arbovirais transmitidas por mosquito vetor tem sido bastante estudados sendo a temperatura reconhecidamente o fator abiótico que mais exerce influência direta e indireta sobre o vetor, o vírus e suas interações (RAMADONA *et al.*, 2016; OGDEN, 2017; BENITEZ *et al.*, 2019).

A elevação da temperatura reduz o tempo de desenvolvimento das larvas, o que contribui para o aumento da população de mosquitos adultos, acelera a taxa de metabolismo do mosquito acelerando a capacidade de digestão sanguínea o que faz com que o vetor se alimente com maior frequência aumentando conseqüentemente a intensidade da transmissão (GITHEKO *et al.*, 2000; RAMADONA *et al.*, 2016; BENITEZ *et al.*, 2019). Sobre o vírus o aumento da temperatura exerce influencia na replicação e maturação do vírus no vetor contribuindo com a diminuição do período de incubação extrínseca possibilitando, assim, maiores proporções de mosquitos infecciosos (CÂMARA *et al.*, 2009; CORRÊA *et al.*, 2016; BENITEZ *et al.*, 2019). Entretanto, destaca-se que os mosquitos do gênero *Aedes* funcionam dentro de uma faixa de temperatura ótima, além dos pontos mínimos e máximos críticos, para os quais sua atividade é impossível e o risco de morte aumenta, mesmo com variações tem sido demonstrado que esse vetor se desenvolve plenamente entre 15° C e 35° C (REINHOLD *et al.*, 2018).

Já efeito da precipitação pluviométrica se relaciona com as condições sociais e ambientais locais uma vez que a chuva aumenta a disponibilidade de habitat larval bem como permite que os ovos dos *Aedes* se transformem em mosquitos adultos aumentando a densidade populacional do vetor. Entretanto, essa relação nem sempre é linear uma vez que fortes chuvas podem destruir os criadouros existentes de mosquitos, afetar a maturação de ovos ou larvas de mosquito e conseqüentemente afetar desfavoravelmente a abundância do vetor (VIANA; IGNOTTI, 2013; LIMA *et al.*, 2016; RAMADONA *et al.*, 2016; LI *et al.*, 2017; LOWE *et al.*, 2018).

Com o objetivo de compreender os efeitos de defasagem entre variáveis climáticas e ocorrências de dengue Ribeiro *et al.* (2006), utilizando a correlação não paramétrica de Spearman, não observaram associação entre os valores de temperatura e pluviosidade e número de casos da doença quando as variáveis foram associadas para o mesmo mês de análise. Essa associação passou a ser observada quando os valores dos fatores abióticos de um determinado mês foram associados com o número de casos da doença do mês seguinte. Essa defasagem revelou associação significativa no segundo, terceiro e quarto mês de observação, ou seja, a chuva e a temperatura de um determinado mês contribuíram para explicar o número de casos de dengue de dois até quatro meses depois, a partir de onde as respectivas forças de associação se estabilizaram.

Ramadona *et al.* (2016) utilizaram series temporais de dados meteorológicos e de dengue para desenvolver um modelo de alerta precoce para surtos da doença na província de

Yogyakarta, na Indonésia. Após testes de normalidade e autocorrelação foram utilizados modelos de regressão não lineares que identificaram que a temperatura com defasagem de três meses e a precipitação com defasagem de dois a três meses foram melhores preditores para o modelo.

Li *et al.* (2017) propuseram um modelo de alerta precoce para surtos de dengue para a província de Guangdong (China), integrando dados de consulta na Internet, dados de vigilância epidemiológica e dados meteorológicos de temperatura e precipitação. Por meio de associações não lineares os resultados identificaram que a defasagem se correlacionava positivamente com a temperatura mínima semanal média em um intervalo de nove semanas, enquanto a precipitação influenciava na abundância de vetores nas semanas subsequentes.

Lowe *et al.* (2018) utilizando o conceito de defasagem elaboraram um modelo de previsão para surtos de dengue a partir de eventos climáticos extremos. Os resultados encontrados sugerem que as condições de seca influenciam positivamente nas ocorrências de dengue em prazos de até cinco meses, enquanto o excesso de chuvas aumentava o risco em prazos mais curtos entre um e dois meses.

#### **4.5 Conclusão**

A análise temporal constatou o aumento no número de casos da doença entre 2016 e 2018. No período analisado houve padrão sazonal com maiores ocorrências da CHIKF no primeiro semestre onde são registrados maiores índices de chuvas e temperaturas mais amenas e, redução no número de registros da doença no segundo semestre que coincide período de estiagem da região.

Em 2016, a temperatura do ar se correlacionou positivamente com a CHIKF, enquanto precipitação pluviométrica se correlacionou negativamente com a doença.

A regressão linear múltipla identificou uma correlação positiva e fraca entre a temperatura do ar e a CHIKF e uma correlação negativa e fraca entre a precipitação pluviométrica e a CHIKF em 2016, esses resultados reforçam a necessidade de considerar o efeito *time log* no estudo das arboviroses transmitidas por mosquito vetor.

Convém ainda destacar que as arboviroses como a febre Chikungunya apresentam causas multifatoriais como, por exemplo, relação com a infraestrutura urbana precária, com as condições socioeconômicas como a densidade populacional, a renda entre outras.

## Referências

- ALMEIDA, C.A.P.; SILVA, R.M. Modelagem espacial dos casos de dengue e variáveis socioambientais em João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n.05, p. 1455-1470, 2017.
- AZEVEDO, T.S. *et al.* Perfil epidemiológico da dengue no município de Rio Claro no período de 1996 a 2010. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde - HYGEIA**, v. 07, n. 1, p. 19 - 30, 2011.
- BASTOS, T.X.; PACHECO, N.A.; NECHET, D.; SÁ, T.D. A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31p.
- BENÍTEZ, Y.M.; CORTÉS, K.J.M.; MONTENEGRO, E.G.M.; GARCÍA, V.H.P.; DÍAZ, A.L.M. Influencia de la temperatura ambiental en el mosquito Aedes spp y la transmisión del virus del dengue. **Rev CES Med**, v. 33, n. 01, p. 42 – 50, 2019.
- CÂMARA, F.P. *et al.* Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 2, p. 137-140, 2009.
- CORRÊA, J.A.J.; COSTA, A.C.L.; PEREIRA, I.C.N. Associação entre a precipitação pluviométrica e a incidência de dengue em sete municípios do estado do Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n. 7, p. 2264-2276, 2016.
- COSTA, Z.G.A.; ROMANO, A.P.M.; ELKHOURY, A.N.M.; FLANNERY, B. Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil. **Rev. Pan-Amaz. Saude**, v. 2, n.1, p.11-26, 2011.
- COSTA, C.E.A.S.; BLANCO, C.J.C. Influência da variabilidade climática sobre a erosividade em Belém (PA). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 3, p. 509-520, 2018.
- COSTA, S.S.B. *et al.* Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and zika virus infections in Maranhão State, Brazil. **Rev Inst Med Trop Sao Paulo**, v. 60, p. 01-11, 2018. doi: 10.1590/S1678-9946201860062.
- DEPRADINE, C. A.; LOVELL, E.H. Climatological variables and the incidence of dengue fever in Barbados. **Int J Environ Health Res**, v. 14, p. 429-41, 2004.
- DONALISIO, M.R.; FREITAS, A.R. **Chikungunya in Brazil: an emerging challenge**. **Rev Bras Epidemiol**, v. 8, n. 1, p. 283-285, 2015.
- FENZL, N.; MENDES, R.L.R; FERNANDES, L.L. **A sustentabilidade do sistema de abastecimento de água: da captação ao consumo de água em Belém**. Belém, Brasil: NUMA/UFPA, 2010. 140 p.
- FERREIRA, A.C.; CHIARAVALLOTI NETO, F.C; MONDINI, A. Dengue em Araraquara, SP: epidemiologia, clima e infestação por Aedes aegypti. **Revista de Saúde Pública**, v.52, n.18, p. 1-10, 2018. <https://dx.doi.org/10.11606/s1518-8787.2018052000414>.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Dengue: vírus e vetor.** Disponível em: <http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/longatraje.html>. Acesso em: 20 de setembro de 2019.

FRANCO, V.S. *et al.* Prognóstico sazonal da precipitação pluviométrica para o verão e outono austral da Amazônia oriental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n.01, p. 057-070, 2019.

GITHEKO, A.K. *et al.* Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. **Bulletin of the World Health Organization**, v.78, n.9, p. 1136-1147, 2000.

GOULD, E.A. *et al.* First cases of autochthonous dengue fever and chikungunya fever in France: from bad dream to reality. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 16, n. 12, p. 1702-1704, 2010.

HALSTEAD, S.B. Reappearance of chikungunya, formerly called dengue, in the Americas. **Emerging Infectious Diseases**, v. 21, n. 4, 2015. DOI :10.3201/eid2104.141723.

HONÓRIO, N.A; CÂMARA, D.C.P.; CALVET, G.A.; BRASIL, P. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.31, n. 5, p. 906-908,2015.

HUMPHREY, J.M.; CLETON, N.B.; REUSKEN, C.B.E.M.; GLESBY, M.J.; KOOPMANS, M.P.G. Urban Chikungunya in the Middle East and North Africa: A systematic review. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n.6, 2017. e0005707. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005707>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/l>. Acessado em: 21 de março de 2017.

JANSEN, C.C.; WILLIAMS, C.R.; VAN DEN HURK, A.F. The Usual Suspects: Comparison of the Relative Roles of Potential Urban Chikungunya Virus Vectors in Australia. **PLOS ONE**, v.10, n.8, 2015. e0134975. doi:10.1371/journal.pone.0134975.

LI, Z. *et al.* Dengue baidu search index data can improve the prediction of local dengue epidemic: a case study in Guangzhou, China. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 11, n.3, 2017. e0005354. doi:10.1371/journal.pntd.0005354.

LOWE, R. *et al.* Nonlinear and delayed impacts of climate on dengue risk in Barbados: A modelling study. **PLOS Med**, v.15, n.7, 2018. e1002613. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002613>.

MACHINER, F.; RODRIGUES, D.J.; ANDRADE, E.A. Distribuição de dengue no norte de Mato Grosso, Brasil, 2001-2005. **Cad. Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v.17, n.3, p. 627 – 440,2009.

MAHAJAN, S.L.; MAHAJAN, K. Epidemiological Profile of Chikungunya Cases Reported in Year 2016 in District Amritsar, Punjab (India). **Arch Epidemiol**, AEPD-112, 2018. doi: 10.29011/2577-2252. 100012



- MOREIRA, F.S.A. *et al.* Variabilidade da precipitação na Cidade de Belém-PA e sua relação com a incidência de leptospirose. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.12, n.01, p. 71-80. 2019.
- NAVECA, F.G. *et al.* Genomic, epidemiological and digital surveillance of Chikungunya virus in the Brazilian Amazon. **PLOS Negl Trop Dis**, v.13, n.03, 2019. doi.org/10.1371/journal.pntd.0007065.
- OGDEN, N.H. Climate change and vector-borne diseases of public health significance. **FEMS Microbiology Letters**, v. 364, n.19, 2017. doi: 10.1093/femsle/fnx186.
- PANDEY, B.D. *et al.* Detection of Chikungunya Virus in Nepal. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v.93, n.04, p. 697–700, 2015.
- PATTERSON, J.; SAMMON, M.; GARG, M. Dengue, Zika and Chikungunya: Emerging Arboviruses in the New World. **West J Emerg Med**, v.17, n.06, p.671-679, 2016.
- RAMADONA, A.L. *et al.* Prediction of dengue outbreaks based on disease surveillance and meteorological data. **PLOS ONE**, v.11, n.03, 2016. doi:10.1371/journal.pone.0152688
- REINHOLD, J.M.; LAZZARI, C.R.; LAHONDÈRE, C. Effects of the environmental temperature on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes: A Review. **Insects**, v.09,n.158, 2018. doi:10.3390/insects9040158.
- RIBEIRO, A.F. *et al.* Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Rev Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 671-676, 2006.
- RODRIGUES, E.A.S.; COSTA, I.M.; LIMA, S.C. Epidemiologia da dengue, zika e chikungunya, entre 2014 a 2016, em Uberlândia (MG). **HYGEIA**, v. 14, n. 30, p. 62 – 81, 2018a.
- RODRIGUES, N.C.P. *et al.* Risk factors for arbovirus infections in a low-income community of Rio de Janeiro, Brazil, 2015-2016. **PLOS ONE**. 2018b, v.13, n. 06, 231-243, 2018b. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198357>.
- SAM, I.C. *et al.* Updates on chikungunya epidemiology, clinical disease, and diagnostics. **Vector Borne Zoonotic Dis**, v. 15, n. 4, p. 223-230, 2015.
- SILVA, T. C. C. *et al.* Aspectos epidemiológicos da Chikungunya no Estado do Espírito Santo, Brasil, 2014 a 2017. **Revista Guará**, v. 6, n. 10, p. 21-30, 2018a.
- SILVA, N.M. *et al.* Vigilância de chikungunya no Brasil: desafios no contexto da Saúde Pública. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 27, n. 3, e2017127, 2018b.
- TAURO, L.B. *et al.* A localized outbreak of Chikungunya virus in Salvador, Bahia, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 114, p. 124 – 132, 2019. doi: 10.1590/0074-02760180597
- VIANA, D.V.; IGNOTTI, E. **A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática.** *Rev Bras Epidemiol*, v16, n.2, p. 240-56, 2013.

WIMALASIRI-YAPA, B.M.C.R. *et al.* Chikungunya virus in Asia – Pacific: a systematic review. **Emerg Microbes Infect.** v. 08, n. 01, p. 70-79, 2019. doi: 10.1080 / 22221751.2018.1559708.

## **CAPITULO 5 CONCLUSÃO GERAL**

---

No estudo das doenças arbovirais deve ser levando em consideração o vetor, o vírus e o hospedeiro.

Na presente pesquisa a influência da sazonalidade regional foi confirmada com o aumento no número de casos da doença a partir do mês de março e diminuindo progressivamente a partir do mês de junho, com pico máximo no mês de maio.

A análise temporal identificou aumento no número de casos da doença entre os anos de 2016 a 2018.

A análise espacial identificou a expansão da doença no município ao longo do período analisado. Bem como foram identificados focos de elevada concentração e manutenção da doença em determinados bairros.

Os resultados desta pesquisa mostraram que a área urbana do município de Belém (PA), Amazônia brasileira, apresenta elementos significativos, naturais e antrópicos, para a inserção de focos de transmissão ativa de febre Chikungunya.

As arboviroses transmitidas por mosquito vetor apresentam causas multifatoriais, neste sentido recomenda-se continuidade em pesquisas epidemiológicas para a melhor compreensão da febre Chikungunya bem como demais doenças arbovirais no município de Belém.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO-PINTO, M.; PERES, F.; MOREIRA, J. C. Utilização do modelo FPPEEA (OMS) para a análise dos riscos relacionados ao uso de agrotóxicos em atividades agrícolas do estado do Rio de Janeiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.17, n. 6, p. 1543-1555, 2012.
- BASTOS, T.X.; PACHECO, N.A.; NECHET, D.; SÁ, T.D. A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31p.
- BELLEN, H. M. van. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.
- BITOUN, J. Os embates entre as questões ambientais e sociais no urbano. *In*: CARLOS, A. F. A; LEMOS, A. I.G. (org.). **Dilemas urbanos: novas abordagens sobre a cidade**. São Paulo: Contexto, 2003. cap.6, p. 299-307.
- 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.
- CARDOSO, A.C.; VENTURA NETO, R.S. A evolução urbana de Belém: trajetória de ambiguidades e conflitos sócio-ambientais. **Cadernos Metrópole**, v. 15, n.29, p. 55-75, 2013.
- CASTRO, E.M.R. **Urbanização, pluralidade e singularidades das cidades amazônicas**. *In*: CASTRO, E. (org.). *Cidades na floresta*. São Paulo: Annablume, 2008.
- CORVALÁN, C.; BRIGGS, D.; KJELLSTRÖM, T. The need for information: environmental health indicators. *In*: CORVALÁN, C.; BRIGGS, D.; ZIELHUIS, G. (org.). **Linkage methods for environment and health analysis – general guidelines**. Geneva: United Nations Environmental Programme, United States Environmental Protection Agency, Office of Global and Integrated Environmental Health of the World Health Organization., 2000.
- DONALISIO, M.R.; FREITAS A.R. Chikungunya in Brazil: an emerging challenge. **Rev Bras Epidemiol.** v. 18, n. 1, p. 283-285, 2015.
- FRANCO, V.S. *et al.* Prognóstico sazonal da precipitação pluviométrica para o verão e outono austral da Amazônia oriental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n.01, p. 057-070, 2019.
- FREITAS, C.M.; PORTO, M.F.S. **Saúde, ambiente e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora da Fiocruz, 2006, 124 p.
- GIATTI, L. L. *et al.* Estudo de distintos níveis holárquicos para uma região metropolitana por meio da aplicação de Indicadores de Sustentabilidade ambiental e de saúde. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 30, p. 79-88, 2013.
- GITHEKO, A.K. *et al.* Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. **Bulletin of the World Health Organization**, v.78, n.9, p. 1136-1147, 2000.
- HÁK, T.; MOLDAN, B.; DAHL, A. L. **Sustainability indicators: a scientific assessment**. Washington: Island Press, 2007. 401p.

HONÓRIO, N.A; CÂMARA, D.C.P.; CALVET, G.A.; BRASIL, P. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.31, n. 5, p. 906-908,2015.

HUMPHREY, J.M.; CLETON, N.B.; REUSKEN, C.B.E.M.; GLESBY, M.J.; KOOPMANS, M.P.G. Urban Chikungunya in the Middle East and North Africa: A systematic review. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n.6, 2017. e0005707. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005707>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Densidade demográfica**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/pesquisa>. Acessado em: 19 de julho de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Domicílios particulares permanentes**. 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br/tabela>. Acessado em: 22 de março de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Rendimento mensal domiciliar per capita**. 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/1>. Acessado em: 19 de julho de 2019.

JANSEN, C.C.; WILLIAMS, C.R.; VAN DEN HURK, A.F. The usual suspects: comparison of the relative roles of potential urban chikungunya virus vectors in Australia. **Plos One**, v.10, n.8, 2015. e0134975. doi:10.1371/journal.pone.0134975.

KLIGERMAN, D.C. *et al.* Sistemas de indicadores de saúde e ambiente em instituições de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.1, n. 1, p. 199-211, 2007.

KRYSTOSIK, A.R.; *et al.* Community context and sub-neighborhood scale detail to explain dengue, chikungunya and Zika patterns in Cali, Colombia. **PLOS ONE**, v. 12, n. 08, p.321-331, 2017.

LIMA, J.J.F.; VENTURA NETO, R.S.; LOPES, R.S.N. Empreendimentos da ‘Nova Belém’ na formação e consolidação da expansão urbana de Belém do Pará. *In*: NOBRE, E.A.C.; BASSANI, J. (org.). **Intervenções urbanas em áreas em transformação de cidades da América Latina**. São Paulo: FAUUSP. 2015. p. 163-188..

MAHAJAN, S.L.; MAHAJAN, K. Epidemiological profile of chikungunya cases reported in year 2016 in district Amritsar, Punjab (India). **Arch Epidemiol**: AEPD-112. 2018. doi: 10.29011/2577-2252. 100012.

MARTINS, M.F. Índice de sustentabilidade para a Amazônia (ISA): modelo de monitoramento da sustentabilidade a partir de indicadores e critérios de análise. *In*: VIEIRA, I.C.G; TOLEDO, P.M; SANTOS JÚNIOR, R. A. O (org.). **Ambiente e sociedade na Amazônia** - uma abordagem interdisciplinar. – 1 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2014. p. 221-250.

MOREIRA, F.S.A. *et al.* Variabilidade da precipitação na cidade de Belém-PA e sua relação com a incidência de leptospirose. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n.01, p. 71-80, 2019.

NAVECA, F.G. *et al.* Genomic, epidemiological and digital surveillance of Chikungunya virus in the Brazilian Amazon. **PLOS Negl Trop Dis**, v.13, n.03, 2019. doi.org/10.1371/journal.pntd.0007065.

PANDEY, B.D. *et al.* Detection of Chikungunya Virus in Nepal. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v.93, n.04, p. 697–700, 2015.

PATTERSON, J.; SAMMON, M.; GARG, M. Dengue, Zika and Chikungunya: Emerging Arboviruses in the New World. **West J Emerg Med**, v.17, n.06, p.671-679, 2016.

REINHOLD, J.M.; LAZZARI, C.R.; LAHONDÈRE, C. Effects of the environmental temperature on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes: a review. **Insects**, v.09, n.158, 2018. doi:10.3390/insects9040158.

SILVA, T. C. C. *et al.* Aspectos epidemiológicos da Chikungunya no Estado do Espírito Santo, Brasil, 2014 a 2017. **Revista Guará**., v. 6, n. 10, p. 21-30, 2018.

SOBRAL, A.; FREITAS, C.M. de. Modelo de organização de indicadores para operacionalização dos determinantes socioambientais da saúde. **Saúde e Sociedade**, v.19, n.1, p.35-47, 2010.

SPÓSITO, M.E.B. O embate entre as questões ambientais e sociais no urbano. *In*: CARLOS, A. F. A; LEMOS, A.I.G (org.). **Dilemas urbanos**: novas abordagens sobre as cidades. São Paulo: Contexto, 2003. cap.6, p. 295-298.

VIEIRA, I.C.G. Teoria ecológica e a interdisciplinaridade em estudos ambientais. *In*: VIEIRA, I.C.G.; TOLEDO, P.M.; SANTOS JÚNIOR, R. A. O (org.). **Ambiente e sociedade na Amazônia** - uma abordagem interdisciplinar. 1 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2014. p. 125-147.

WORLD HEALTH ORGANIZATION [WHO]. **Environmental health indicators for Europe** – a pilot indicator-based report: background document. Budapeste: [s.n.], 2004.

## APÊNDICE A

Este formulário é parte integrante da pesquisa desenvolvida pela discente Jaqueline Portal da Silva, doutoranda do curso de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA/UFPA-EMPRABA-MPEG). As informações obtidas através deste serão apenas para fins científicos. O entrevistado terá sua identidade preservada no momento da publicação da pesquisa.

<b>Bairro:</b>	<b>Data:</b>
<b>Endereço:</b>	<b>Número de identificação do questionário:</b>
<b>PERFIL SOCIO-ECONOMICO</b>	
<b>1. Sexo</b> <input type="checkbox"/> Masculino <span style="float: right;"><input type="checkbox"/> Feminino</span>	
<b>2. Faixa Etária</b> <input type="checkbox"/> 18 a 25 <input type="checkbox"/> 26 a 30 <input type="checkbox"/> 31 a 35 <input type="checkbox"/> 36 a 40 <input type="checkbox"/> Acima de 41	
<b>3. Escolaridade do entrevistado</b> <input type="checkbox"/> Alfabetização de adultos <input type="checkbox"/> Antigo científico <input type="checkbox"/> Graduação <input type="checkbox"/> Antigo primário <input type="checkbox"/> 1º grau <input type="checkbox"/> Pós – Graduação <input type="checkbox"/> Antigo ginásio <input type="checkbox"/> 2º grau <input type="checkbox"/> Sem escolaridade	
<b>4. Renda familiar mensal</b> <input type="checkbox"/> até 2 SM <input type="checkbox"/> 2 a 4 SM <input type="checkbox"/> 4 a 10 SM <input type="checkbox"/> 10 a 20 SM <input type="checkbox"/> Acima de 20 SM <input type="checkbox"/> não informado	
<b>5. Ocupação do entrevistado?</b> <input type="checkbox"/> Empregado CLT <input type="checkbox"/> Desempregado <input type="checkbox"/> Servidor Público <input type="checkbox"/> Autônomo <input type="checkbox"/> Aposentado <input type="checkbox"/> Outro	
<b>CONDIÇÕES DE OCUPAÇÃO E MORADIA</b>	
<b>6. Condição da ocupação?</b> <input type="checkbox"/> Própria <input type="checkbox"/> Em aquisição <input type="checkbox"/> Alugada <input type="checkbox"/> Cedida <input type="checkbox"/> Outro	
<b>7. Tempo de residência no bairro (anos):</b>	
<b>8. Material empregado nas paredes do domicílio</b> <input type="checkbox"/> Alvenaria <input type="checkbox"/> Madeira <input type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/> Outro	
<b>9. Tipo de cobertura do domicílio</b> <input type="checkbox"/> Barro <input type="checkbox"/> Amianto <input type="checkbox"/> Outro	
<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>	
<b>10. Qual a origem da água utilizada na residência?</b> <input type="checkbox"/> COSANPA <input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Misto <input type="checkbox"/> Outro	
<b>11. Existe hidrômetro na residência</b> <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
<b>12. Como você avalia a qualidade da água fornecida pela c concessionária?</b> <input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Péssima	
<b>13. Como você avalia a quantidade da água fornecida pela c concessionária?</b> <input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Péssima	
<b>14. Como você avalia a regularidade da água fornecida pela c concessionária?</b> <input type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Péssima	
<b>15. A água fornecida pela concessionária apresenta alguma das características organolépticas</b> <input type="checkbox"/> gosto <input type="checkbox"/> cheiro <input type="checkbox"/> cor <input type="checkbox"/> outro	
<b>16. É feito consumo de água mineral na residência?</b> <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
<b>17. Se sim quantos garrafões são consumidos por semana?</b>	

<b>ESGOTAMENTO SANITARIO</b>			
<b>18. Qual destino dos dejetos sanitários (vaso sanitário)?</b>			
<input type="checkbox"/> Rede esgoto	<input type="checkbox"/> T. Séptico	<input type="checkbox"/> Fossa	<input type="checkbox"/> Corpo d'água <input type="checkbox"/> Outro
<b>19. Qual destino das águas servidas do domicílio (água de chuveiro, pia, etc.)?</b>			
<input type="checkbox"/> Rede esgoto	<input type="checkbox"/> T. Séptico	<input type="checkbox"/> Fossa	<input type="checkbox"/> Corpo d'água <input type="checkbox"/> Outro
<b>20. Você sofre diretamente com problemas relacionados ao esgoto? Se sim qual?</b>			
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Qual?	
<b>RESIDUOS SÓLIDOS</b>			
<b>21. Qual o destino do lixo da residência?</b>			
<input type="checkbox"/> Coleta publica	<input type="checkbox"/> Enterrado	<input type="checkbox"/> Queimado	<input type="checkbox"/> Outro
<b>22. Se atendido por serviço público, qual a frequência o carro coletor passa em sua rua?</b>			
<input type="checkbox"/> Diária	<input type="checkbox"/> 3x na semana	<input type="checkbox"/> 2x na semana	<input type="checkbox"/> 1x na semana <input type="checkbox"/> outra
<b>23. Qual seu nível de satisfação em relação à coleta do resíduo domiciliar?</b>			
<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Ruim <input type="checkbox"/> Péssima
<b>24. Você tem problemas com pontos de acúmulo de lixo e/ou entulho em sua rua e/ou bairro?</b>			
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não		
<b>DRENAGEM</b>			
<b>25. A sua rua é pavimentada?</b>			
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não		
<b>26. Na sua rua existe infraestrutura de drenagem (canaletas, boca de lobo)?</b>			
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não		
<b>27. Você sofre com problemas relacionados a alagamentos e /ou enchentes na sua rua?</b>			
<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não		
<b>28. Em sua opinião qual o pior serviço de saneamento de sua rua?</b>			
<input type="checkbox"/> Abastecimento de água	<input type="checkbox"/> Esgoto Sanitário	<input type="checkbox"/> Coleta de lixo	<input type="checkbox"/> Drenagem



## APÊNDICE B

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Projeto: Dinâmicas socioambientais associadas às ocorrências de CHIKF no município de Belém do Pará

O projeto de pesquisa tem por objetivo principal analisar a influência das dinâmicas socioambientais na ocorrência de febre Chikungunya no município de Belém, capital do Estado do Pará, no período de 2016 a 2018.

Trata-se de um projeto de doutorado do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará – PPGCA desenvolvido sob supervisão da professora Dra. Márcia Aparecida Pimentel e desenvolvido pela discente Jaqueline Portal da Silva.

Para alcançar os objetivos propostos faz-se necessário a realização entrevista voluntária com moradores, realizada por meio da aplicação de formulário simplificado e de fácil compreensão, com perguntas previamente elaboradas. Além de registro fotográfico, se o entrevistado assim permitir, para o enriquecimento pesquisa proposta.

A participação nesse estudo é voluntária e se você decidir não participar ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo.

Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade será mantida em sigilo, sendo omitidas todas as informações que permitam identificá-lo (a).

Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, o entrevistado estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico.

Quaisquer dúvidas relativas à pesquisa poderão ser esclarecidas pelo (s) pesquisador (es) pelo Grupo de Estudos Paisagem e Planejamento Ambiental - GEPPAM: Márcia Aparecida Pimentel (Coordenadora do GEPPAM e Orientadora do Projeto de Pesquisa) e-mail: [mapimentel@ufpa.br](mailto:mapimentel@ufpa.br) / (11) 98208-2789; Jaqueline Portal da Silva (Discente do PPGCA e membro do GEPPAM) e-mail: [jaqueportal@ufpa.br](mailto:jaqueportal@ufpa.br) / (91) 98333-6706.

Certa de poder contar com sua valorosa contribuição, agradeço antecipadamente.

### CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro que li as informações acima prestadas sobre a pesquisa a ser desenvolvida e que me sinto totalmente esclarecido sobre a finalidade da pesquisa proposta. Declaro ainda ser de livre vontade minha participação neste estudo e de ter recebido uma cópia deste termo de consentimento.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do entrevistado

\_\_\_\_\_  
Assinatura do discente

\_\_\_\_\_  
Assinatura do orientador

**ANEXO A****AUTORIZAÇÃO**

Informamos que a SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE (SESMA) está ciente do Projeto de Pesquisa de doutorado, do programa de **Pós – Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará (UFPA)**, intitulado : **“SANEAMENTO, SAÚDE E O AMBIENTE URBANO AMAZÔNICO DO MUNICÍPIO DE BELÉM (PARÁ)”**, de autoria da doutoranda **Jaqueline Portal da Silva**, sob orientação da **Profa. Dra. Aline Maria Meiguins de Lima**, autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da **Universidade Federal do Pará (UFPA)**, sob o número de CAAE: **9168.0318.6.000.00018**

Portanto, comunicamos que a pesquisa está **AUTORIZADA** pelo Núcleo de Educação Permanente em Saúde (NEP-SESMA), do Município de Belém-PA, para a coleta de dados no **Departamento de Vigilância em Saúde (DEVS)**.

Belém, 12 de setembro de 2018.

*Rosângela Pires*  
DIRETORA DO DGRTS/SESMA  
MAT. 0447218-018

Núcleo de Educação Permanente  
NEP/DGRTS/SESMA

Av. Governador José Malcher n° 2821  
Bairro: São Brás Belém - PA  
CEP: 66090-100  
Tel: (91) 98413-1388