



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E**  
**MEIO AMBIENTE - PRODEMA**

**DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO**

**FATORES AMBIENTAIS E SOCIOENOCÔMICOS DA DISTRIBUIÇÃO DA**  
**CHIKUNGUNYA EM FORTALEZA – CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2020**

DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO

FATORES AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DA DISTRIBUIÇÃO DA  
CHIKUNGUNYA EM FORTALEZA – CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Proteção Ambiental e Gestão de Recursos Naturais.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- N194f Nascimento, Danilo Cirino Muniz do.  
Fatores ambientais e socioeconômicos da distribuição da chikungunya em Fortaleza -  
Ceará / Danilo Cirino Muniz do Nascimento. – 2020.  
92 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e  
Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente,  
Fortaleza, 2020.  
Orientação: Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.  
Coorientação: Profa. Dra. Maria Elisa Zanella.
1. Arboviroses. 2. Saúde Pública. 3. Indicadores Socioeconômicos. I. Título.

CDD 333.7

---

DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO

FATORES AMBIENTAIS E SOCIOENOCÔMICOS DA DISTRIBUIÇÃO DA  
CHIKUNGUNYA EM FORTALEZA – CEARÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Proteção Ambiental e Gestão de Recursos Naturais.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Maria Elisa Zanella (Coorientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Marta Celina Linhares Sales  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Fernando Daniel de Oliveira Mayorga  
Universidade Federal do Ceará (UFC Sobral)

A Deus, em primeiro lugar.

À Maria, Nossa Senhora.

*Totus tuus.*

## **AGRADECIMENTOS**

À CAPES, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, pela excelente orientação, pela infinita paciência e por ter me aceitado tantas vezes cursando a mesma cadeira de Estatística Aplicada.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Elisa Zanella, pela coorientação e pelas magníficas dicas, muito obrigado pelo auxílio.

Aos professores participantes da Banca examinadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Marta Celina Linhares Sales e Prof. Dr. Fernando Daniel de Oliveira Mayorga, pelo tempo e pelas valiosas colaborações e sugestões.

À minha família, que desde o início me apoiou e me ajudou a chegar até aqui.

Aos membros da Coordenadoria de Vigilância Epidemiológica, por terem me ajudado com a disponibilidade dos dados do SINAN, sem os quais este trabalho seria impossível.

À minha noiva e futura esposa, Mestre e futura doutora, Thalyta Gleyane, sem a qual eu nunca haveria chegado tão longe.

Aos meus amigos, que me apoiaram em momentos tão difíceis.

“As palavras só têm sentido se nos ajudam a ver o mundo melhor. Aprendemos palavras para melhorar os olhos.” (Rubem Alves)

## RESUMO

A Chikungunya é classificada como uma arbovirose, ou seja, uma doença transmitida por mosquitos (*Aedes Aegypti*) que atinge milhares de pessoas anualmente. Entre os 2014 e 2019 o Ceará foi o estado com a maior incidência de casos no Brasil. Em Fortaleza, estão concentrados a quase totalidade desses casos. O presente estudo assume a hipótese de que o crescente número de casos de Chikungunya em Fortaleza está associado a fatores ambientais e socioeconômicos, os quais se manifestam de formas diferentes nos bairros da cidade. Como objetivo geral busca identificar os fatores determinantes dos casos de Chikungunya nos bairros de Fortaleza. Para tanto utilizou dados secundários referentes a três níveis de unidade de observação: a cidade, os bairros e a população notificada com a Chikungunya em Fortaleza. As variáveis referentes à Fortaleza e seus bairros buscaram caracterizar esses espaços quanto a aspectos ambientais, socioeconômicos e climáticos e foram obtidas em fontes como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), Secretaria de Finanças (SEFIN), da Prefeitura de Fortaleza e Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR). As variáveis referentes à população infectada foram obtidas através da ficha de notificação do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). O período de análise foi 2016 a 2018. Como métodos de análise foram utilizados procedimentos de estatística univariada (tabelas de distribuição de frequência e gráficos), estatística bivariada (tabelas de contingência e coeficiente de correlação de Pearson) e estatística multivariada (análise fatorial, análise de agrupamento e análise de regressão múltipla). Os resultados mostraram que os adultos formam o grupo mais vulnerável à Chikungunya em Fortaleza. Os principais sinais clínicos da doença são presença de febre, artralgia intensa, cefaleia e mialgia. Sendo que febre é mais frequente nos homens e mialgia nas mulheres. Os casos de Chikungunya estão fracamente associados às características climáticas e sofrem influência significativa apenas da precipitação pluviométrica (defasada em um mês). Quanto aos fatores ambientais e socioeconômicos os principais determinantes do número de casos da doença foram a infraestrutura (existência de equipamentos de saúde e de educação e praças) e condições socioeconômicas (Índice de Desenvolvimento Humano, renda e



alfabetização). A análise espacial permitiu identificar a distribuição dos casos não se dá de forma homogênea entre os bairros de Fortaleza. Conclui-se que as estratégias de controle da Chikungunya em Fortaleza devem priorizar ações naquelas áreas mais vulneráveis, contudo essas ações devem ter como foco fatores que se mostraram significativamente impactantes como é caso da infraestrutura. Atenção especial deve ser dada aos locais de grande aglomeração da população como é o caso dos postos de saúde, das escolas e sobretudo a manutenção de praças, muitas delas potenciais focos de disseminação de insetos.

**Palavras-chave:** Arboviroses. Saúde pública. Indicadores socioeconômicos.

## ABSTRACT

Chikungunya is an arbovirus, that is, a disease transmitted by mosquitoes (*Aedes Aegypti*), that affects thousands of people annually. Between 2014 and 2019, Ceará was the state with the highest incidence of cases in Brazil. Nearly all those cases were concentrated in Fortaleza. The present study utilizes the hypothesis that the growing number of chikungunya cases in Fortaleza is associated with environmental and socioeconomic factors, which manifest themselves in different ways in the city's neighborhoods. As a general objective, it seeks to identify the determinants of cases of chikungunya in the neighborhoods of Fortaleza. For this purpose, the study used secondary data referring to three levels of observation unit: the city, the neighborhoods and the population diagnosed with Chikungunya in Fortaleza. The variables referring to Fortaleza and its neighborhoods sought to characterize these spaces in terms of environmental, socioeconomic and climatic aspects and were obtained from sources such as the Brazilian Institute of Geography and Statistics, Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Finance Secretariat (SEFIN), Fortaleza City Hall and Fortaleza Planning Institute (IPLANFOR). The variables referring to the infected population were obtained through the notification form of the Notifiable Diseases Information System (SINAN). The analysis period was from 2016 to 2018. As methods of analysis, univariate statistical procedures (frequency distribution tables and graphs), bivariate statistics (contingency tables and Pearson's correlation coefficient) and multivariate statistics (factor analysis, grouping analysis and multiple regression analysis) were used. The results showed that adults form the most vulnerable group to Chikungunya in Fortaleza. The main clinical symptoms are the presence of fever, severe arthralgia, headache and myalgia. Fever is more common in men, while myalgia is common in women. Chikungunya cases are only slightly associated with climatic characteristics, being significantly influenced solely by rainfall (lagged by one month). Regarding the environmental and socioeconomic factors, the main determinants of the number of cases of the disease were the infrastructure (existence of health and education equipment, as well as parks) and socioeconomic conditions (Human Development Index, income and literacy). Spatial analysis made it possible to identify that the distribution of cases does not occur homogeneously among Fortaleza neighborhoods.

Thus, it is concluded that Chikungunya control strategies in Fortaleza should prioritize actions in the most vulnerable areas. However, these actions should focus on factors that have shown to be significantly impactful, such as infrastructure. Special attention should be given to places where great population agglomerations occur, such as health centers, schools and, above all, parks, many of which lead to insect dissemination.

**Keywords:** Arboviruses. Public Health. Socioeconomic Indicators.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Representação dos três subsistemas .....	28
Figura 2 -	Mapa de Localização da cidade de Fortaleza .....	30
Figura 3 -	Mapa das Secretarias Executivas Regionais (SER) de Fortaleza	34
Quadro 1 -	Distribuição das variáveis selecionadas na pesquisa, por objetivo e unidade de observação .....	37
Quadro 2 -	Descrição e justificativa das variáveis climáticas, ambientais e socioeconômicas selecionadas no estudo .....	39
Figura 4 -	Comportamento do número de casos de Chikungunya na cidade de Fortaleza no período 2016 a 2018 .....	47
Figura 5 -	Mapa de espacialização dos casos de Chikungunya de Fortaleza em 2016 .....	48
Figura 6 -	Mapa de espacialização dos casos de Chikungunya de Fortaleza em 2017 .....	49
Figura 7 -	Mapa de espacialização dos casos de Chikungunya de Fortaleza em 2018 .....	50
Figura 8 -	Pirâmide de frequência de idade por sexo dos pacientes notificados com Chikungunya em Fortaleza, no período 2016 a 2018 .....	53
Figura 9 -	Coeficientes de correlação de Pearson entre a quantidade de casos de Chikungunya e os indicadores climáticos .....	57
Figura 10 -	Gráfico comparativo entre número de casos de Chikungunya e Velocidade Média do Vento entre 2016 e 2018 .....	59
Figura 11 -	Gráfico comparativo entre Precipitação Total e Velocidade Média do Vento entre 2016 e 2018 .....	59
Figura 12 -	Gráfico comparativo entre número de casos e precipitação total, entre 2016 e 2018 .....	61

Figura 13 - Mapa de Distribuição de Equipamentos de Saúde nos bairros de Fortaleza .....	64
Figura 14 - Mapa de Distribuição dos Domicílios com Coleta de Esgoto nos bairros de Fortaleza .....	73
Figura 15 - Mapa de cobertura da coleta de lixo nos bairros de Fortaleza	74
Figura 16 - Mapa de espacialização da densidade demográfica nos bairros de Fortaleza .....	75
Figura 17 - Mapa com o Índice de Moran para os bairros de Fortaleza, 2016	76
Figura 18 - Mapa com o Índice de Moran para os bairros de Fortaleza, 2017	77
Figura 19 - Mapa com o Índice de Moran para os bairros de Fortaleza, 2018	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Distribuição do número de notificações de casos de Chikungunya, por sexo – Anos 2016 a 2018 .....	51
Tabela 2 -	Distribuição do número de notificações de casos de Chikungunya, por idade – Anos 2016 a .....	52
Tabela 3 -	Frequência relativa de ocorrência de sinais clínicos nos pacientes com Chikungunya, por sexo. Casos notificados em Fortaleza, 2016 a 2018 .....	53
Tabela 4 -	Frequência relativa de ocorrência de sinais clínicos nos pacientes com Chikungunya, por grupos de idade. Casos notificados em Fortaleza, 2016 a 2018 .....	54
Tabela 5 -	Estatísticas descritivas dos indicadores climáticos na cidade de Fortaleza. Anos 2016 a 2018 .....	56
Tabela 6 -	Modelo de regressão para mensuração do impacto das variáveis climáticas no número de casos de Chikungunya na cidade de Fortaleza .....	60
Tabela 7 -	Coefficientes de Correlação de Pearson entre Número de casos de Chikungunya e variáveis ambientais e socioeconômicas dos bairros de Fortaleza .....	62
Tabela 8 -	Matriz de cargas fatoriais rotacionadas .....	65
Tabela 9 -	Coefficientes padronizados e não padronizados dos modelos de regressão estimados para verificar o impacto das características ambientais e socioeconômicas no número de casos de Chikungunya nos bairros de Fortaleza .....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACE	Agente de Controle de Endemias
ACP	Análise dos Componentes Principais
ACS	Agente Comunitário de Saúde
AEDE	Análise Exploratória de Dados Espaciais
BDMEP	Bando de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
CHIKV	Vírus Chikungunya
ENOS	<i>El Niño</i> – Oscilação Sul
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPLANFOR	Instituto de Planejamento de Fortaleza
LIRAA	Levantamento Rápido de Índice para <i>Aedes aegypti</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONI	<i>Oceanic Niño Index</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PLHIS	Plano Local de Habitação de Interesse Social
PNCD	Programa Nacional de Controle da Dengue
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SDE	Secretaria de Desenvolvimento Econômico
SE	Semana Epidemiológica
SEFIN	Secretaria de Finanças
SER	Secretaria Executiva Regional
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
TSM	Temperatura de Superfície do Mar
UAPS	Unidade de Atenção Primária à Saúde

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Arboviroses e sua evolução</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Fatores de risco das arboviroses</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Vulnerabilidade urbana</b> .....	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Localização e caracterização socioambiental de Fortaleza</b> .....	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Divisão administrativa de Fortaleza no contexto do controle de endemias</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>Origem dos dados e variáveis selecionadas</b> .....	<b>36</b>
<b>3.4</b>	<b>Métodos de análise</b> .....	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>Distribuição dos casos de chikungunya por sexo e idade das pessoas infectadas em Fortaleza</b> .....	<b>51</b>
<b>4.2</b>	<b>Análise da relação entre indicadores climáticos e o número de casos chikungunya em Fortaleza</b> .....	<b>55</b>
<b>4.3</b>	<b>Fatores socioambientais que influenciam o número de doentes por chikungunya na cidade de Fortaleza</b> .....	<b>61</b>
<b>4.4</b>	<b>Caracterização dos bairros de Fortaleza segundo seus principais fatores de vulnerabilidade à proliferação da chikungunya</b> .....	<b>72</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>79</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>81</b>
	<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO DO SINAN COM DADOS DA POPULAÇÃO ATINGIDA</b> .....	<b>88</b>
	<b>APÊNDICE B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA</b> .....	<b>90</b>
	<b>APÊNDICE C – MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICAS</b> .....	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE D – RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL</b> .....	<b>94</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos séculos, cinco arboviroses transmitidas por mosquitos vêm afetando humanos no mundo todo. Febre amarela, dengue, vírus do Nilo ocidental, Chikungunya e, mais recentemente, o vírus da Zika (GOULD et al, 2017).

Parte desse problema se deu pelo aumento populacional abrupto e sua concentração nas áreas urbanas. Segundo dados da OMS, desde o ano 2000, mais de 1 bilhão de pessoas saíram da zona rural e passaram a habitar áreas urbanas, resultando em 54% da população mundial vivendo nessas áreas. Infelizmente, esse processo de mudança não se deu com igualdade e houve o aumento no número de habitações, comunidades e até cidades inteiras com características de subdesenvolvimento, gerando mais pobreza, mais miséria e mais problemas de saúde (PAHO/WHO, 2017).

Em sua maioria, essas doenças têm como vetor os mosquitos, como é o caso da Chikungunya, a malária, o dengue e a Zika (PAHO, 2017). Os ambientes preferidos dos insetos transmissores dessas doenças são as áreas urbanas e adjacências, por encontrarem abrigo e alimento, condições favoráveis ao seu desenvolvimento.

“The three arboviral diseases (dengue, chikungunya, and Zika) can produce very similar clinical symptoms, mainly during the acute phase (the first days of the disease), hindering clinical diagnosis by health workers, creating problems for appropriate case management, and sometimes triggering fatal events” (Pág. V - PAHO/WHO, 2017).

As doenças cujos vetores são os mosquitos geralmente são similares em sua expressão clínica e tendem a aparecer de forma epidêmica. Elas costumam constituir síndromes que podem ser febris (por exemplo, dengue e Chikungunya) ou exantemáticas (Zika). Outros sintomas possíveis são dor de cabeça e dor no corpo, incluindo mialgia e manifestações nas articulações. Este último pode ser apenas artralgia, artrite ou ambos. Também pode haver edema nos membros (Chikungunya e Zika) e conjuntivite não purulenta (Zika). É importante ter em mente que qualquer infecção arboviral pode ser assintomática ou oligossintomática (60 a 80%). Além

disso, pode ocorrer junto com outras infecções, o que torna o diagnóstico diferencial ainda mais desafiador (PAHO/WHO, 2017).

Uma das doenças transmitidas por esses vetores é a Chikungunya, que se trata de uma doença viral transmitida por mosquito descrita pela primeira vez durante um surto no sul da Tanzânia em 1952. É um vírus de RNA que pertence ao gênero alfavírus da família Togaviridae. O nome "Chikungunya" deriva de uma palavra na língua Kimakonde, que significa "tornar-se contorcido", e descreve a aparência curvada de sofredores com dor nas articulações (artralgia).

“Desde 2004, o vírus Chikungunya causou massivas epidemias na Ásia e África, infectando mais de 2 milhões de pessoas e chegando a apresentar, em alguns lugares, 68% de incidência. Essa situação pode colocar pesadas cargas nos serviços de saúde” (PAHO, 2017 – em tradução livre).

No Brasil, a Chikungunya teve seus primeiros casos relatados em 2014. No ano de 2014 foram notificados 3.655 casos autóctones suspeitos de Chikungunya. Destes, 2.753 foram confirmados, sendo 140 por critério laboratorial e 2.613 por critério clínico-epidemiológico. Sendo ainda que outros 93 casos registrados são importados confirmados por laboratório. (BRASIL, 2015). A razão da diferença entre casos confirmados em laboratório e de forma clínico-epidemiológico se deu pelo fato de que, verificada a transmissão continuada da doença, o ministério notificou que esse último deveria ser o critério utilizado (BRASIL, 2015).

Em 2015, foram relatados 20.901 casos prováveis de Chikungunya, mas no ano seguinte, 2016, da Semana Epidemiológica<sup>1</sup>(SE) 1 a SE 52, foram registrados 277.882 casos, um aumento de 1.329%. Em 2017, da SE 1 à SE 52, foram registrados 185.605 casos prováveis de febre de Chikungunya, destes, 151.101 (81,4%) foram confirmados. (BRASIL, 2017) Em 2018, até a SE 49 (31/12/2017 a 10/12/2018), foram registrados 85.221 casos prováveis de febre de Chikungunya no país, com uma incidência de 40,9 casos/100 mil habitantes, destes, 65.480 (76,8%) casos foram confirmados (BRASIL, 2018).

---

<sup>1</sup> Foram utilizadas as "semanas epidemiológicas" para apresentar a distribuição temporal dos casos por se tratar de padronização internacional, que permite a comparabilidade dos dados. Por convenção internacional as semanas epidemiológicas são contadas de domingo a sábado. A primeira semana do ano é aquela que contém o maior número de dias de janeiro e a última a que contém o maior número de dias de dezembro.

Em 2019, foram registrados 132.205 casos prováveis de Chikungunya no país, apresentando uma taxa de incidência de 62,9 casos por 100 mil habitantes (BRASIL 1, 2020). Em 2019, segundo regiões geográficas, foi evidenciado que as regiões Sudeste e Nordeste, respectivamente, apresentam as maiores taxas de incidência (104,6 e 59,4 casos/100 mil habitantes). Neste mesmo ano, foram confirmados 92 óbitos por Chikungunya. É válido ressaltar que, durante o mesmo período de 2018, 72.810 casos prováveis, enquanto em 2019 houve 132.205, (BRASIL 1, 2020) resultando em um aumento de 81,57%.

No Ceará, os primeiros casos autóctones foram notificados em 2016, quando houve, segundo dados do SINAN, 18.253 casos confirmados. No período, a capital, Fortaleza, foi o município com o maior número de casos (17.778), totalizando 97,3% dos casos de todo o Estado. Já em 2017, no Ceará, houve 63.724 casos confirmados de Chikungunya, dos quais 96,8%, 61.727 casos, foram confirmados no município de Fortaleza. Em 2018, Fortaleza teve 575 dos 638 (o equivalente a 90,1%) casos cearenses e, em 2019, 274 casos dos 1.026 confirmados (26%). Em 2017 já havia sido classificada em primeiro lugar no rol de cidades, com população acima de 1 milhão, com mais casos de Chikungunya no Brasil, com incidência de 2.125,6 casos/100 mil habitantes (BRASIL, 2017).

É válido, ainda, ressaltar que, entre 2014 e 2019, o Ceará foi o estado com a maior taxa de incidência de Chikungunya no país, com 1.707 casos por 100 mil habitantes. Além disso, foi o estado com maior quantidade de óbitos absolutos da doença, totalizando 193 vítimas (BRASIL 2, 2020).

Nesse cenário, surgem questionamentos que nortearam o desenho da pesquisa aqui proposta: i) como se dá a distribuição espacial dos casos de Chikungunya em Fortaleza? ii) quais fatores explicam a incidência da doença na cidade? Qual a relação entre as condições socioeconômicas e ambientais dos bairros fortalezenses e o número de casos de Chikungunya?

Como hipótese adotada tem-se que o crescente número de casos de Chikungunya em Fortaleza está associado a fatores ambientais e socioeconômicos, os quais se manifestam de formas diferentes nos bairros da cidade. Acredita-se que quando as diferenças sociais, culturais, étnicas, políticas, econômicas, educacionais e de saúde começam a causar uma deterioração do nível de bem-estar da população,

e esta não tem recursos para vencer os obstáculos, há uma vulnerabilidade social (CUNHA, 2004; BARRIENTOS, 2006) que favorece a disseminação das arboviroses.

Considera-se como objetivo geral identificar os fatores determinantes dos casos de Chikungunya nos bairros de Fortaleza. Entendendo-os individualmente, é possível saber qual a melhor forma de atuar para minimizar os danos à saúde e ao bem-estar da população de modo mais efetivo. Os objetivos específicos são:

- i) Analisar a distribuição dos casos de Chikungunya por sexo e idade das pessoas infectadas;
- ii) Analisar de que forma os indicadores climáticos interferem no número de casos Chikungunya em Fortaleza;
- iii) analisar a relação entre o número de casos de Chikungunya e os fatores ambientais e socioeconômicos;
- iv) identificar e hierarquizar os fatores ambientais e socioeconômicos que influenciam o número de doentes por Chikungunya nos diferentes bairros de Fortaleza;
- v) caracterizar os bairros de Fortaleza segundo seus principais fatores de vulnerabilidade à proliferação da Chikungunya;

Ao final do trabalho, serão propostas mudanças na abordagem governamental para mitigar o número de casos e doentes que sofrem com esta doença. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Arboviroses e sua evolução**

Quando se fala em doenças transmitidas por mosquitos (arboviroses), deve-se ter o mundo por escopo, pois sua presença é verificada em todos os continentes (WHO, 2017).

O *Aedes Aegypti*, principal vetor da Chikungunya e outras arboviroses no Brasil, como dengue, Zika e febre amarela, está presente em mais de 150 países (WHO, 2017). As principais razões dessa presença incluem um maior fluxo de

indivíduos entre as regiões do globo, uma rede de tratamento de resíduos sólidos insuficiente, e um maior transporte de bens como plantas e reservatórios, tais como pneus velhos, que podem conter ovos dos mosquitos em latência (BANERJEE S., ADITYA G., SAHA G.K., 2015).

Estudos mostram que esse vetor é predominantemente tropical e subtropical, presente, na maior parte dos casos, entre as latitudes 35°N e 35°S, que correspondem à diferença entre isotermas de 10°C. Já houve relatos de presença do *Aedes Aegypti* em cidades na latitude 45°N, mas os mosquitos não sobreviveram ao inverno. A temperatura também limita a presença do vetor em altitudes acima de 1.000 metros (WHO, 2009).

Suas fases imaturas estão presentes, principalmente, em depósitos artificiais, que estão relacionados à presença humana, não somente fora dos domicílios, mas também de forma intradomiciliar (WHO, 2009), o que favorece a disseminação das arboviroses.

Essas doenças são caracterizadas pela presença de um grupo de vírus chamado arbovírus. Esses vírus são transmitidos na natureza mediante transmissão vetor/humano, por meio da picada do artrópode fêmea em sua fase hematófaga, e por transmissão vertical artrópode/artrópode, ou seja, ovos dos mosquitos infectados já contém os vírus (WHO, 2009).

Durante a alimentação do inseto, o vírus circulante na corrente sanguínea dos humanos infectados é ingerido pela fêmea. Esse vírus então infecta o artrópode e passa por um período de incubação que varia de doença para doença, no caso do CHIKV, se dá por volta de 10 dias, todavia, este período pode variar. Em geral, quanto maior for a temperatura do ambiente, mais curto é o período de incubação extrínseco (LOWE, R. *et al.*, 2017). Sendo esse o principal meio de contágio, não foi percebida ainda a transmissão direta entre humanos, porém já foi comprovada a transmissão da mãe para o bebê durante o parto.

A incidência do dengue e outras arboviroses aumentou significativamente nas últimas décadas (WHO, 2017). Entre 1990 e 2013, o aumento nas incidências padronizadas por idade do dengue fez com que essa doença estivesse entre as maiores entre as doenças tropicais negligenciadas, indo de encontro à tendência global de outras doenças transmissíveis (STANAWAY, J.D. *et al*, 2016). Entretanto, cerca de 70% dos casos leves de dengue não procuram atendimento médico (WHO,

2017), ou seja, embora a quantidade de doentes por dengue no mundo seja gigantesca, se comparado à outras doenças de caráter transmissível, os números totais ainda são desconhecidos.

Para exemplificar esses números, um estudo estimou a presença global do dengue a partir de dados previamente coletados (BRADY *et al.*, 2012) e os combinou com fatores de risco para a transmissão do dengue para estimar que acontecem 390 milhões de infecções por dengue ao ano (284-528 mi, 95%), dos quais 96 milhões (67-136 mi, 95%) são sintomáticos (BHATT *et al.*, 2013). Baseado nisso, Shepard *et al.* (2016) estimou que, por ano, o custo global do dengue chega aos US\$ 8,9 bilhões de dólares. Muito embora sejam estimativas, é possível ver que o custo do tratamento das arboviroses causa um impacto significativo na economia global, principalmente nos países endêmicos.

Tratando mais especificamente da Chikungunya, o CHIKV é um arbovírus do gênero Alphavírus, da família Togaviridae, que expandiu geograficamente e invadiu novos territórios. A primeira infecção por Chikungunya nas américas foi em 2013, quando a linhagem asiática foi introduzida no Caribe, mais especificamente na ilha de Saint Martin (LEPARC-GOFFART, *et al.*, 2014). Após esse fato, casos de transmissão autóctone foram notificados no resto do Caribe, América Central, América do Sul, Leste Africano e no estado da Flórida (Estados Unidos). No Brasil foram detectadas duas cepas, a linhagem asiática (*asian lineage*) e a linhagem do leste-centro africano (*ECSA lineage*) (WHO, 2017).

Com o crescimento acelerado de casos das arboviroses, vários países uniram-se para tentar controlar os vetores responsáveis (LIBORIO, *et al.*, 2004; LAZCANO, *et al.*, 2006). Todavia esse controle se deu, principalmente, pela utilização de produtos químicos por parte do governo, com baixa participação popular, o que foi considerado insustentável e insuficiente por Romani *et al.* (2007). Essa abordagem tenta controlar apenas uma das variáveis do problema.

## **2.2 Fatores de risco das arboviroses**

Bertalanffy (1995) diz que para ter a capacidade de intervir em uma realidade, é necessário entender a relação entre seus fenômenos e sua essência.

Baseando-se em sua Teoria Geral dos Sistemas, percebe-se que não se pode construir um conceito perfeito baseado apenas em uma variável isolada. Todo evento que acontece à nível de sistema é o resultado da interação entre diversos fatores, logo, descobrir e entender essas interações é essencial para explicar como os fenômenos ocorrem.

Portanto, para que seja possível captar a complexidade da distribuição da Chikungunya no município de Fortaleza, é vital compreender as diversas variáveis que influenciam essa distribuição.

### **2.2.1 Variáveis Climáticas**

Como primeiro ponto a ser ponderado, o clima influencia diretamente a biologia dos vetores e, por conseguinte, sua abundância e distribuição, logo, é de demasiada importância para entender as arboviroses (WHO, 2009).

Quando se referem à arbovirose, os artigos tendem a citar a precipitação (PONTES, R. J. *et al.*, 2000; RIBEIRO, A. F. *et al.*, 2006; STEWART IBARRA, A. M. *et al.*, 2013; HARLEY, D. *et al.*, 2017; LOWE, R. *et al.*, 2017) como fator relevante na presença do vetor/doentes, pois a chuva aumenta a disponibilidade de abrigo para as larvas do mosquito (BARRERA, R.; AMADOR, M.; CLARK, G. G., 2006b), dependendo das práticas de estocagem de água e infraestrutura de água encanada. Daqui surge a importância da qualidade na distribuição da água no município, para que não haja necessidade de estocar água em reservatórios secundários (CAPRARA, A. *et al.*, 2009).

Na relação dos casos da doença, índice de infestação predial e precipitação, Souza, Silva e Silva (2010), obtiveram correlação positiva quando estudaram os meses de maior pluviosidade em Goiânia. Já Barrera, Amador e Clark (2006), dizem que, nas áreas estudadas que apresentavam depósitos passíveis de infestação, a quantidade de *Aedes aegypti* aumentou no período de chuva e se tornou constante nos períodos de seca.

Sobre a influência do El Niño, Stewart Ibarra *et al* (2013; 2014), Eastin (2014), Harley (2017) e Lowe (2017), falam que as alterações nos ciclos hidrológicos e variações de temperatura influenciam na presença do vetor, em fase larval e adulta, contribuindo, assim, para uma maior possibilidade de transmissão da doença.

Os eventos de El Niño e La Niña ocorrem de forma cíclica entre 2 e 7 anos, e são, respectivamente, alterações positivas (temperaturas mais quentes) e negativas (temperaturas mais frias) na temperatura média do Oceano Pacífico. Dessa alternância, se dá o El Niño - Oscilação Sul (ENOS, ou El Niño – *Southern Oscillation* / *ENSO*, em inglês), que são alterações na temperatura de superfície do mar (TSM) no Oceano Pacífico equatorial (PHILANDER S. G., 1990). Essa diferença nas temperaturas influencia o padrão dos ventos à nível global, influenciando padrões de precipitação nas latitudes médias e, principalmente, nas regiões tropicais (OLIVEIRA, 2001; LYON, BARNSTON, 2005).

Essa influência se dá, no caso de Ibarra (2013), quando se verificou que há, estatisticamente, associação positiva entre casos de dengue, precipitação, temperatura mínima e o *Oceanic Niño Index* (ONI) durante eventos de El Niño na cidade de El Oro, no Equador.

Todavia, a influência do ENOS na transmissão das arboviroses ainda precisa ser mais debatido, pois essa influência se dá em níveis diferentes em locais diferentes. Em seu estudo no México, Colón-González (2011) encontrou forte associação entre a transmissão do dengue e o ENOS, mas não com a precipitação. Já Johansson, Cummings e Glass (2009) notaram que a variância do dengue no México, Tailândia e Porto Rico, pode estar associada não somente ao ENOS, mas também aos fatores não-climáticos.

A temperatura do ambiente afeta a fisiologia do *Aedes aegypti* (TUN-LIN, W., BURKOT, T. R., KAY, B. H., 2000; MOHAMMED, A., CHADEE, D. D., 2011), e aumenta a taxa da replicação viral (WATTS, D. M. *et al.*, 1986), aumentando o impacto do vetor (YASUNO, M., TONN, R. J., 1970) e da circulação do vírus no município, que são fatores obrigatórios para que haja transmissão da doença. (WATTS, D. M. *et al.*, 1986; CARRINGTON, L. B. *et al.*, 2013; COURET, J.; BENEDICT, M.Q., 2014; LOWE, R. *et al.*, 2017).

Tun-Lin, Burkot e Kay (2000) relataram que quanto maior a temperatura, mais rápido os ovos do *Aedes Aegypti* eclodem. Mohammed e Chadee (2011) acharam que, em temperaturas mais altas, mais fêmeas eclodem dos ovos. Em seu estudo, Watts *et al.* (1986) relata que o período de incubação extrínseca do *Aedes Aegypti* à 30°C foi de 12 dias, mas em 32°C e 35°C, esse período caiu para 7 dias. Yasuno e Tonn (1970) relataram que os mosquitos tendem a alimentar-se mais vezes



entre temperaturas de 26°C e 35°C, o que leva aos mosquitos fêmeas picarem mais os humanos.

Em um trabalho para entender a dispersão do *Aedes Aegypti*, Takahashi *et al.* (2005) escreve que as correntes de vento podem servir como fator de transporte dos mosquitos, resultando em uma movimentação significativa dos mosquitos.

### **2.2.2 Variáveis Socioeconômicas**

A influência climática nas arboviroses, como visto, é de grande importância. O ciclo de vida dos vetores, os reservatórios e os hospedeiros estão diretamente relacionados à dinâmica dos ecossistemas onde vivem e, conseqüentemente, às variáveis climáticas (BARCELLOS, C., 2009), porém Johansson, Cummings e Glass (2009) propuseram que fatores não-climáticos também tem influência sobre essas doenças.

Sobre isso, Stewart Ibarra (2013) escreve que a infraestrutura urbana, as condições de moradia e o saneamento influenciam na transmissão da Chikungunya pois a população fica vulnerável ao vetor quando este encontra abrigo em abundância. Abrigos estes que estão ligados à presença humana.

Já Mondini e Chiaravalloti encontraram que o fator socioeconômico só esteve diretamente ligado à transmissão do dengue durante um dos anos estudados, e o próprio autor diz que é possível que essa variável dependa da realidade de cada município (MONDINI, A.; CHIARAVALLOTTI NETO, F., 2007).

Carbajo *et al.* (2001) afirmam que, como o vetor tem hábitos domésticos, a alta densidade da população humana aumenta o risco de adquirir a doença.

Em Fortaleza, os bairros com maior densidade humana são os que tem menor poder aquisitivo (IBGE, 2010), sobre isso, quando se fala em fatores socioeconômicos, Danis-Lozano encontrou que famílias com menores rendas eram mais propensas a ter depósitos suscetíveis a reprodução das larvas do mosquito (DANIS-LOZANO, R.; RODRÍGUEZ, M. H.; HERNÁNDEZ-ÁVILA, M., 2002). Num estudo de 2009, Caprara *et al.* encontraram que áreas com residências “menos privilegiadas” tem mais áreas passíveis de darem suporte à reprodução do vetor. (CAPRARA, A. *et al.*, 2009)

Usualmente, menores valores de renda influenciam no nível de educação do indivíduo. Um estudo mexicano revelou que famílias que tinham como chefe pessoas com baixa escolaridade eram mais propensas a ter maior presença das larvas de *Aedes Aegypti* (DANIS-LOZANO, R.; RODRÍGUEZ, M. H.; HERNÁNDEZ-ÁVILA, M., 2002).

Horstick (2010) afirma que a falta de conhecimento sobre o mosquito é um dos fatores que dificulta o controle das doenças associadas a ele. Isso vai ao encontro ao que Cárceres-Manrique (2010) encontrou em seu estudo na Colômbia, em um bairro com alta incidência, o conhecimento e as práticas de controle dentro da residência eram insuficientes para controlar o vetor.

Já Barreto afirma que é possível que a diminuição da desigualdade social influencie positivamente nos índices de algumas doenças infecciosas (BARRETO, M. L. *et al.*, 2011).

### **2.2.3 Variáveis de Saneamento**

Essa vulnerabilidade é fator decisivo quando se fala em arboviroses, já que o vetor se adaptou às características urbanas, como alto adensamento populacional, saneamento insuficiente e degradação ambiental.

Em um trabalho nas regiões mais afetadas pela dengue em Cuba, Castro *et al.* perceberam que as áreas que tinham maior dificuldade para coleta de resíduos sólidos apresentavam microlixões, e estes tinham uma grande presença do vetor (CASTRO, M. *et al.*, 2008).

A prática de armazenamento de água ocorre, principalmente, quando há insuficiência ou intermitência no abastecimento de água de uma região. Tal fato, leva os moradores a utilizarem reservatórios para acumular água para utilização nas suas necessidades diárias. Esses reservatórios muitas vezes estão associados à presença da larva do vetor, dificultando seu controle. (DANIS-LOZANO, R.; RODRÍGUEZ, M. H.; HERNÁNDEZ-ÁVILA, M., 2002; CAPRARA, A. *et al.*, 2009)

## **2.3 Vulnerabilidade Urbana**

O conceito de vulnerabilidade passa por muitas perspectivas, mas os principais fatores que se podem compreender são dois: Sociedade e Natureza. Em 1994, Blaikie *et al.* a definiram como as “características de uma pessoa ou grupo em termos de sua capacidade de antecipar, lidar com, resistir e recuperar-se dos impactos de um desastre climático”. Confalonieri (2003) lembra ainda que a vulnerabilidade pode ser definida como o “produto da exposição física a um perigo natural e da capacidade humana para se preparar para e recuperar-se dos impactos negativos dos desastres”. É necessário, porém constatar que a vulnerabilidade urbana:

“a vulnerabilidade urbana envolve, assim como os riscos urbanos, uma gama de implicações sociais, econômicas, tecnológicas, culturais, ambientais e políticas que estão diretamente vinculadas à condição de pobreza de representativa parcela da sociedade moderna” (Pág. 142 - MENDONÇA, 2004).

É preciso salientar que muito embora as inovações tecnológicas sejam propostas para todos, nem todos conseguem ter acesso a elas. Uma grande parcela da população ainda, na cidade de Fortaleza, se resume a tentar subsistir, tendo o mínimo necessário para sobrevivência, vivendo em condições sub-humanas, que muitas vezes ficam visíveis sob o aspecto de casas de papelão e lona, e outras moradias com qualidade limitada, presentes nas periferias da cidade.

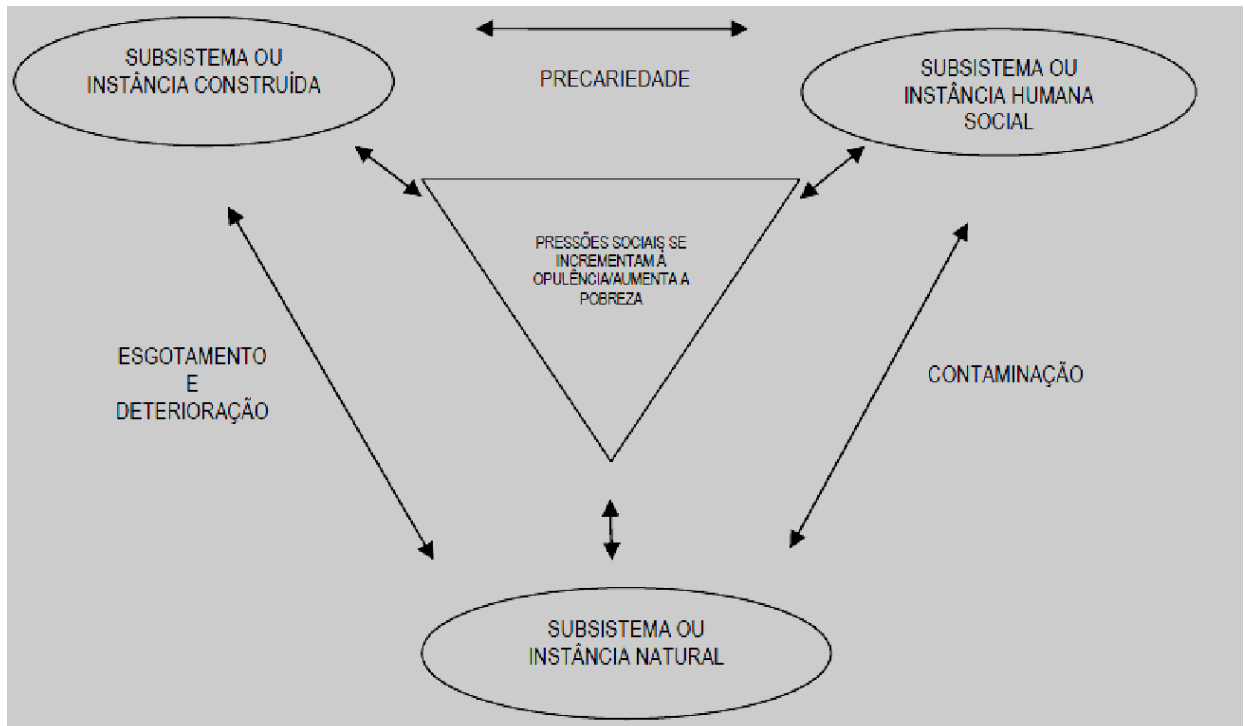
“Pode-se, todavia, adiantar, que a parcela da população que vive no tempo lento é muito mais vulnerável aos impactos e riscos dos fenômenos ligados ao tempo rápido da natureza, que aquela que compõe a classe alta da sociedade; ela, por sua vez e pelo seu poder econômico e tecnológico, vive a impressão de controlar o tempo e a natureza” (Pág. 140/141 – MENDONÇA, 2004).

Entre outros autores, é necessário citar o PNUD (1997) quando estipula três pilares para o entendimento do ambiente urbano: Subsistema Construído, Subsistema Social e Subsistema Natural. Segundo esse autor, o ambiente urbano é onde ocorre o encontro dessas três forças.

O Subsistema Construído é a base física, a infraestrutura construída pelo homem, os “equipamentos físicos utilizados para a produção e o consumo” (SMOLKA, 1993). Essa concepção vai ao encontro de Harvey (1982), que estima o ambiente construído como “estruturas físicas urbanas”, como casas, ruas, parques, fábricas, equipamentos educacionais e culturais, etc.

O Subsistema Social são os indivíduos de determinada sociedade, em seus níveis organizacionais e suas relações. Estes são influenciados e influenciam o terceiro pilar, que é o Subsistema Natural, composta pelos elementos da natureza.

Figura 1. Representação dos três subsistemas.



Fonte: PNUD (1997)

É nessa perspectiva que se dá a epidemia de Chikungunya na cidade de Fortaleza, na qual foram afetadas todas as classes da população, da menor à maior renda. Afetando moradores de todos os bairros da cidade, desde aqueles com o maior Índice de Desenvolvimento Humano àqueles com os menores.

Como pode ser visto no referencial teórico, a participação popular no combate às arboviroses é de essencial importância para o êxito das políticas públicas, desse modo, o engajamento social junto à aplicação dessas políticas são peças-chave no enfrentamento à Chikungunya.

Todavia, para que haja engajamento da população, é necessário ressaltar a importância da presença dos aspectos mais básicos na vida dessas pessoas, tais como educação, fonte de renda fixa e moradia digna. Essas são condições sem as quais não haverá engajamento na luta contra o vírus.

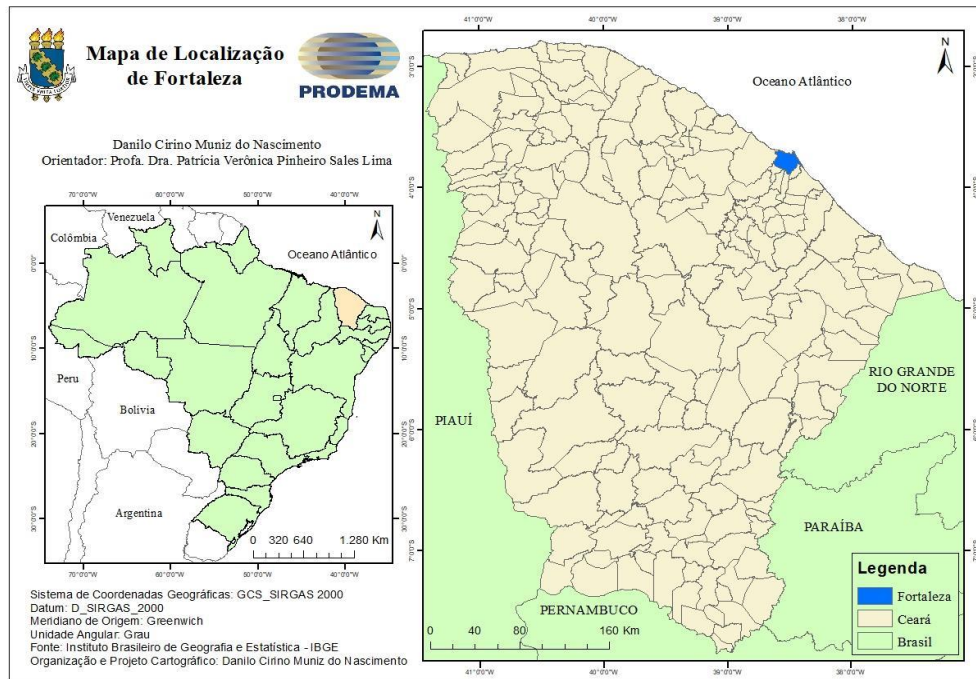
### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Localização e caracterização socioambiental de Fortaleza**

Fortaleza está localizada ao norte do estado do Ceará, 3°43'02" latitude sul e 38°32'35" longitude oeste, com uma área territorial de 314,9 km<sup>2</sup>. A cidade limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, a Leste com o município de Aquiraz, ao sul com o município de Pacatuba e a oeste, com os municípios de Caucaia e Maracanaú (IPECE, 2017).

Fortaleza está inserida num clima Tropical Quente Sub-úmido, apresenta temperaturas médias entre 26°C e 28°C, e possui média pluviométrica de 1.338 mm ao ano, tendo uma quadra chuvosa que tende a se concentrar entre janeiro e maio (IPECE, 2017). De acordo com estimativa divulgada pelo IBGE a população é de 2.686.612 pessoas (em 2020), sendo a densidade demográfica média estimada de 8.531,6 hab./km<sup>2</sup>, sendo o 5º município mais populoso do Brasil, e o mais populoso do Estado, equivalendo a 29,30% do total populacional do Ceará.

Figura 2. Mapa de localização da cidade de Fortaleza



Fonte: Elaboração própria.

Quanto à distribuição da população do município de Fortaleza, por faixa etária e por sexo, de acordo com a projeção para 2017, verifica-se que 1.229.974 (47,8%) são do sexo masculino e 1.397.508 (52,2%) são do sexo feminino. A estrutura etária da população é composta predominantemente por jovens e adultos, sendo que o maior agrupamento para ambos os sexos está na faixa etária de 20 a 24 anos (10,5% masculino e 10,1% feminino). Há de se considerar, no entanto, a tendência de envelhecimento da população, seguindo tendência semelhante no Brasil, consequência do aumento da expectativa de vida associado à redução da taxa de crescimento populacional. A Capital registrou entre 2015 e 2016 a menor taxa de crescimento populacional desde o último Censo Demográfico do IBGE em 2010 (FORTALEZA, 2017).

Em 2015, o salário médio mensal em Fortaleza era de 2.7 salários mínimos e a proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 34.0%. Baixos salários estão relacionados a empregos de baixa qualidade que necessitam de pouca escolaridade e qualificação. Em Fortaleza, 19,4% dos domicílios possuem rendimentos de até um salário mínimo por mês, muito abaixo da proporção nacional (27,5%) e estadual (41,9%) (IBGE, 2010). Os dez bairros mais ricos de Fortaleza têm renda pessoal de 26% da cidade. Os 44 bairros de menor renda da capital somam o

mesmo percentual obtido pelos bairros ricos. Dessa forma, apenas 7% da população se apropria de 26% da renda pessoal total da cidade (FORTALEZA, 2017).

Em relação à economia, o município possui hoje destacada expressão econômica regional. O PIB da capital em 2014 (último dado disponível) foi da ordem de R\$ 56,7 bilhões, representando 45% do PIB do Ceará, constituindo-se no maior PIB da região Nordeste e 11º do país. O valor do PIB per capita de Fortaleza equivaleu em 2014 a R\$ 22.057,00, superior à média do Estado (IPECE, 2017). O PIB per capita do município em 2016 era de R\$ 23.045,09, que o coloca em 1730º em todo o país e em 5º no estado. Apresenta 74% de domicílios com esgotamento sanitário adequado e 13.2% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2010).

O orçamento de Fortaleza, R\$ 7.559.346.503,00 de reais em 2018, é o quinto entre as cidades brasileiras e o primeiro entre as do Nordeste. No campo da Saúde foi destinado o valor de R\$ 2.079.851.970,00 de reais (FORTALEZA, 2017). Na Lei Orçamentária do exercício de 2018 ficou destinado nas ações de manutenção da vigilância em saúde - doenças transmissíveis por vetores o valor de R\$ 6.583.000,00 de reais (FORTALEZA, 2018). Segundo dados da prefeitura de Fortaleza, o total utilizado pela prefeitura, em 2018, para combate/tratamento de arboviroses foi de R\$ 9.470.744,76, que resulta em uma pesada carga para os cofres públicos (FORTALEZA, 2018).

A cobertura de abastecimento hídrico no município chega a 98% (IBGE, 2010), entretanto nas regiões onde predominam domicílios irregulares, as condições de precariedade dificultam a provisão adequada dos serviços públicos. No que se refere à cobertura urbana de esgotamento sanitário, apesar dos investimentos para ampliação efetuados pelo Programa SANEAR I, na primeira metade da década de 1990, Fortaleza ainda não conseguiu coletar o esgoto doméstico em sua totalidade, alcançando somente 57,85% das residências (IPECE, 2017). O esgoto não coletado é despejado em fossas sépticas e/ou fossas rudimentares, valas, rios, lagos ou mar, contribuindo para poluição dos corpos hídricos da cidade e proliferação de doenças.

Quanto à destinação do lixo, 98,7% dos domicílios dispõem de coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo que 100% do lixo produzido é coletado em apenas 28 bairros, dos 119. Apenas três bairros: Manuel Dias Branco, Pedras e Sabiaguaba possuem menos de 90% dos domicílios com coleta de lixo.

Fortaleza ocupa, atualmente, a 17ª colocação do *ranking* do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) das metrópoles do país, seu índice é de 0,753. Este índice situa o município na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDH entre 0,700 e 0,799) e se equipara a índices de países como Brasil (0,754), Azerbaijão (0,759) e México (0,762) (PNUD, 2017). Tal posição foi alavancada com a contribuição ampla dos índices de Longevidade, com índice de 0,814, seguido de Renda, com índice de 0,716, e de Educação, com índice de 0,672 (FORTALEZA, 2017).

Todavia o município não possui uniformidade em sua distribuição, tanto quanto a aspectos sociais, quanto aos econômicos. É possível perceber diversos ambientes à medida que se desloca na cidade. Como exemplo disso, o bairro Meireles, que possui um IDH de 0,953, que se compara ao IDH da Noruega (0,953), que é, até então, o maior do mundo, mas se encontra a 20 minutos do bairro Aeroporto, que possui um IDH de 0,176, que é menor do que o de Níger (0,354), o menor IDH dos países afiliados à ONU, classificado como baixo desenvolvimento humano.

Quanto à taxa de alfabetização das pessoas com 10 anos ou mais de idade os dados mostram que 93% desse contingente populacional em Fortaleza é alfabetizado (FORTALEZA, 2017), acima, portanto, da taxa nacional (91%) e estadual (82,8%), porém mais estudos são necessários para tratar sobre a qualidade dessa alfabetização.

### **3.2 Divisão administrativa de Fortaleza no contexto do controle de endemias**

Desde o fim da década de 1990, o município de Fortaleza adotou por meio da Lei Municipal nº 8.000 de 29 de janeiro de 1997, o modelo administrativo das Secretarias Regionais (SER) e reformulou a organização administrativa municipal com o objetivo de descentralizar a gestão. Assim, o município teve seu território dividido em 06 (seis) regiões administrativas e, posteriormente, a Secretaria Regional Centro foi agregada para cuidar especificamente do centro da cidade. Em cada Secretaria Regional funcionam as Coordenadorias de Saúde, Educação, Meio Ambiente, Assistência Social e Infraestrutura.

Em termos administrativos o Município está estruturado em 119 bairros, que estão distribuídos nessas SER.



**Secretaria Regional I** – população de 387.287 habitantes, com renda média de R\$ 587,70, distribuída em 15 bairros.

**Secretaria Regional II** – população de 386.754 habitantes, com renda média de R\$ 1.850,10, distribuída em 21 bairros.

**Secretaria Regional III** – população de 383.713 habitantes, com renda média de R\$ 658,00, distribuída em 16 bairros:

**Secretaria Regional IV** – população de 299.739 habitantes, com renda média de R\$ 845,20, distribuída em 20 bairros:

**Secretaria Regional V** – população de 576.301 habitantes, com renda média de R\$ 471,70, distribuída em 18 bairros:

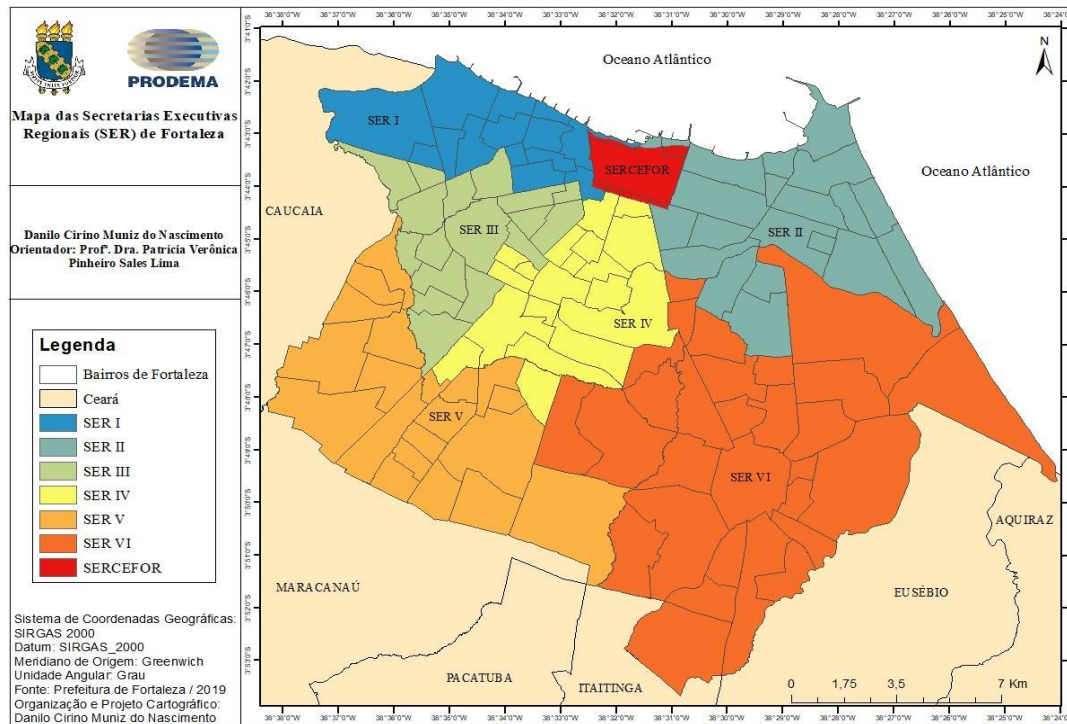
**Secretaria Regional VI** – população de 575.924 habitantes, renda média de R\$ 715,40, distribuída em 29 bairros:

**Secretaria Regional Centro** – com uma população de 28.538 habitantes, localizada no Centro da cidade. A população residente apresenta uma renda média de R\$ 1.062,93.

Quanto ao padrão de ocupação do solo urbano e a distribuição da população de Fortaleza em seu espaço territorial, existe grande variação por bairros (IBGE, 2010). Se o parâmetro observado for o número absoluto de moradores, apenas 10 bairros da cidade concentram mais de 20% da população.

Os bairros de Fortaleza não constituem áreas economicamente homogêneas e pode-se dizer que o município se assemelha a um “mosaico” de contrastes urbanos e desigualdades sociais; é possível perceber em alguns bairros de melhor IDH da cidade, bolsões de miséria onde a população está precariamente assentada.

Figura 3. Mapa das secretarias Executivas Regionais (SER) de Fortaleza



Fonte: Elaboração própria

As SER I, V e VI concentram os bairros mais populosos da cidade, a maior proporção da população infantil (0 a 14 anos) e a menor proporção da população economicamente ativa. A população idosa está concentrada em bairros das SER II, IV e parte da SER III.

Observa-se também que nenhum dos bairros mais densos encontra-se entre os que têm maior número de domicílios, o que leva ao fato de que nos bairros mais adensados também há um número maior de pessoas morando no mesmo domicílio.

Historicamente, os bairros da zona leste (mais especificamente parte da SER II) concentram a maioria da população de classe alta, beneficiada com uma maior e melhor quantidade e qualidade de serviços e infraestrutura urbana. A parte oeste da cidade e as periferias, no entanto, são ocupadas predominantemente por bairros com população de baixa renda, onde mais comumente se encontram aglomerados subnormais, assentados em loteamentos, em sua maior parte, clandestinos e irregulares e edificadas mediante regime de autoconstrução da moradia, fora dos padrões mínimos de conforto, e em zonas fragilmente urbanizadas em matéria de

equipamentos e serviços urbanos, caracterizando a expansão da periferia urbana e metropolitana.

O Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS), de 2012, utilizando um conceito mais amplo que o do IBGE, mapeou 856 assentamentos precários em Fortaleza, onde vivem 271.539 famílias, com mais de um milhão de pessoas, aglomerando mais de 40% da população da cidade, em um território que representa apenas 12% da área urbana da cidade (FORTALEZA, 2017).

Desse total, 74% são consideradas favelas, 15% mutirões, 6% conjuntos habitacionais, 3% cortiços e 2% loteamentos irregulares, distribuídos ao longo do território. As áreas mais precárias estão concentradas nas SER I, IV, V e VI, sendo mais escassas nas SER II e III, e, em sua maioria, situam-se em áreas insalubres e de risco, consideradas impróprias para a ocupação urbana, principalmente às margens dos rios e córregos e sujeitas às inundações periódicas. 42% da população habita em assentamentos precários, nos revelando uma das cidades mais desiguais do mundo.

Essa população, mais vulnerável, é a potencial vítima de doenças, sobretudo as decorrentes da falta de saneamento, como arboviroses e doenças diarreicas, e doenças advindas da falta de infraestrutura de saúde, como tuberculose e hanseníase. Essa constatação evidencia a necessidade de um enfoque prioritário das políticas públicas transversais complementares à política habitacional sobre essas áreas.

O Programa Municipal de Controle das Arboviroses segue as Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue impostas pelo Ministério da Saúde e o controle vetorial no Município prima pela garantia da execução das operações de campo, contemplando os processos de trabalho, organização de recursos humanos, materiais, equipamentos e insumos necessários para atender tanto as situações de rotina como os processos de emergência relacionados às arboviroses, visando à integralidade das ações, à prevenção e ao controle dos processos epidêmicos.

Quanto aos outros aspectos entomoepidemiológicos das Arboviroses o município de Fortaleza possui 902.824 imóveis cadastrados do PNCD (Programa Nacional de Controle da Dengue) e trabalha com base de dados do Ministério da Saúde. Entretanto, os dados produzidos pelo programa apontam um total de

1.243.723 imóveis. Cada imóvel deve receber seis inspeções anuais em intervalo de sessenta dias. O município possui ainda 1.446 pontos estratégicos, que são inspecionados quinzenalmente (FORTALEZA, 2018).

Na prática de rotina essas ações de controle e monitoramento de vetores são realizadas mediante a visita aos imóveis pelos Agentes de Controle de Endemias (ACE), de forma integrada com os Agentes Comunitários de Saúde (ACS) junto às 109 Unidades de Atenção Primária à Saúde (UAPS), obedecendo a lógica do processo de territorialização que foi implantado em Fortaleza em 2013. Esse monitoramento permite a detecção de alterações no padrão de comportamento da infestação e da doença para aplicação das diferentes fases do plano de contingência com base no diagrama de controle das arboviroses integrado com monitoramento do índice de focos diário.

A caracterização entomológica do Município é obtida por meio do Levantamento Rápido de Índice para *Aedes aegypti* (LIRAA) obedecendo os critérios definidos no manual “Levantamento Rápido de Índice para *Aedes aegypti* – LIRAA – para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil” Edição-2013 (FORTALEZA, 2018).

Segundo dados do último LIRAA, os recipientes em que predomina a aparição de focos do mosquito são os de consumo e uso doméstico do tipo A2 (tipo A2 – depósitos de água ao nível do solo), que são utilizados como decorrência da inconstância da distribuição de água no município. Outros depósitos domiciliares (tipo B – depósitos móveis; e C – depósitos fixos), e depósitos passíveis de remoção ou proteção (D1 – pneus; e D2 - lixo) tem importância no período de chuvas, por descarte inadequado ou devido à não observância dos meios de combate ao *Aedes Aegypti*.

### **3.3 Origem dos dados e variáveis selecionadas**

Este estudo utilizou dados secundários de diversas fontes para compilar o banco de variáveis que serviram de *proxy* dos fatores que influenciam a distribuição espacial da Chikungunya em Fortaleza.

Conforme implícito na descrição dos objetivos, a pesquisa utilizou três categorias diferentes de unidade de observação: a cidade de Fortaleza, os bairros e

a população atingida por Chikungunya em Fortaleza. As variáveis selecionadas referentes a cada uma dessas categorias se encontram listadas no Quadro 1.

Quadro 1. Distribuição das variáveis selecionadas na pesquisa, por objetivo e unidade de observação

Objetivo	Unidade de observação	Variáveis Selecionadas
Analisar de que forma os indicadores climáticos interferem no número de casos Chikungunya em Fortaleza	Fortaleza	Precipitação; presença de El Niño; temperatura média; média da velocidade do vento; média da velocidade de vento máxima; insolação total; temperatura máxima média; temperatura mínima média; umidade relativa média; número de casos de Chikungunya
Identificar e hierarquizar os fatores ambientais e socioeconômicos que influenciam o número de doentes por Chikungunya nos diferentes bairros de Fortaleza.	Bairros	Taxa de domicílios com cobertura do abastecimento de água; Taxa de domicílios com cobertura de rede de esgoto; Taxa de domicílios com coleta de lixo; IDH; número de habitantes; densidade habitacional; renda média (em reais); número de instrumentos urbanos; % de alfabetização, fator socioeconômico, fator infraestrutura, fator saneamento, fator densidade e número de casos de Chikungunya
Analisar a relação entre o número de casos de Chikungunya e os fatores ambientais e socioeconômicos.		
Caracterizar os bairros de Fortaleza segundo seus principais fatores de vulnerabilidade à proliferação da Chikungunya		
Analisar a distribuição dos casos de Chikungunya por sexo e idade das pessoas infectadas	População atingida por Chikungunya	sexo do doente; idade; sinais clínicos apresentados por pessoas notificadas com Chikungunya

Fonte: Elaboração própria

### 3.3.1 Variáveis climáticas

Todas as informações climáticas adotadas no estudo se referem a dados mensais observados no período de dezembro de 2015 e dezembro de 2018.

Os dados de precipitação foram obtidos da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), se tratam de informações captadas nos postos meteorológicos de Fortaleza e trazem números da precipitação mensal média (em mm) de Fortaleza.

Os dados sobre o El Niño foram captados do *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), o departamento americano que estuda as

condições atmosféricas e os oceanos. Os dados foram compilados, por mês, das temperaturas de superfície dos mares (TSM) do Oceano Pacífico, dividido em três faixas de coleta: 1) da longitude 80O à 130L; 2) da longitude 80O à 160L; e 3) da longitude 100O à 180O. Os dados são em graus Celsius (°C).

Os dados de temperatura (em °C), velocidade média e velocidade máxima média do vento (ambos em m/s), insolação total (em horas), umidade relativa média (em %) e as médias de temperatura, temperatura máxima e mínima (todas em °C) foram captados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), divididos por mês.

### **3.3.2 Variáveis socioambientais**

Os dados do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos bairros de Fortaleza foram captados na Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDE), baseado no Censo Demográfico 2010, realizado pelo IBGE.

O número de habitantes dos bairros foi obtido da Secretaria de Finanças (SEFIN), da Prefeitura de Fortaleza, com dados do levantamento realizado em 2015.

A densidade demográfica de cada bairro foi obtida por meio da divisão do número de habitantes pela área do bairro, área obtida através dos *shapefiles* da prefeitura, atualizada para o ano de 2019.

A renda média (em reais), a taxa da alfabetização da população, a taxa de abastecimento de água, a taxa de rede de esgotos e a taxa da coleta de lixo (todas em %) foram captadas do Censo 2010, realizado pelo IBGE. Essas duas últimas representam as variáveis ambientais do estudo.

O número de equipamentos de saúde, número de equipamentos de educação e número de praças, todos obtidos do Instituto de Planejamento de Fortaleza (IPLANFOR), com dados de 2018. Esse grupo de variáveis foi classificado como infraestrutura urbana.

As características dos doentes utilizadas foram: sexo, idade e sinais clínicos observados em pessoas com Chikungunya no momento da notificação. Esses dados foram obtidos através da ficha de notificação do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), conseguida após aprovação no comitê de ética e recebida através da Coordenadoria de Vigilância em Saúde de Fortaleza. O formulário

do qual foram extraídas essas informações está disponível no Apêndice A. O parecer consubstanciado de aceitação do projeto de pesquisa está disponível no Apêndice B.

No Quadro 2 consta a justificativa da escolha das variáveis climáticas, ambientais e socioeconômicas e sua fundamentação teórica no contexto do número de casos de Chikungunya.

Quadro 2. Descrição e justificativa das variáveis climáticas, ambientais e socioeconômicas selecionadas no estudo

Variável	Fundamentação teórica	Justificativa	Relação esperada com o número de casos	
CLIMÁTICAS	Precipitação (mm)	PONTES R. J. <i>et al.</i> , 2000. BARRERA, R.; AMADOR, M.; CLARK, G. G., 2006. RIBEIRO, A. F. <i>et al.</i> , 2006. SOUZA, S. S.; SILVA, I. G.; SILVA, H. G., 2010. STEWART IBARRA A. M. <i>et al.</i> , 2013. HARLEY, D. <i>et al.</i> , 2017. LOWE, R. <i>et al.</i> , 2017.	A chuva aumenta a disponibilidade de abrigo para as larvas do vetor, aumentando a quantidade de mosquitos.	+
	Presença do El Niño (°C)	PHILANDER, S. G., 1990. OLIVEIRA, G. S., 2001. LYON, B., BARNSTON, A. G, 2005. JOHANSSON, M. A., CUMMINGS, D. A. T., GLASS, G. E., 2009. COLÓN-GONZÁLEZ, F. J. <i>et al.</i> , 2011. STEWART IBARRA A. M. <i>et al.</i> , 2013-2014. STEWART IBARRA A. M.; LOWE, R., 2013. EASTIN M. D. <i>et al.</i> , 2014. HARLEY, D. <i>et al.</i> , 2017. LOWE, R. <i>et al.</i> , 2017.	O El Niño afeta a temperatura em escala global, influencia o padrão de ventos e a precipitação.	-
	Temperatura média, mínima e máxima (°C)	YASUNO, M., TONN, R. J., 1970. WATTS D.M. <i>et al.</i> , 1986. TUN-LIN, W., BURKOT, T. R., KAY, B. H., 2000. MOHAMMED, A., CHADEE, D. D., 2011. CARRINGTON L. B. <i>et al.</i> , 2013. COURET J.; BENEDICT M.Q., 2014. LOWE, R. <i>et al.</i> , 2017.	A temperatura do ambiente afeta a fisiologia do <i>Aedes aegypti</i> , de modo que, quanto maior a temperatura do ambiente, mais rápido o vetor se desenvolve.	+

	Insolação	BARRERA, R, R., MACHADO-ALLISON, C. E., BULLA, L. A., 1979.	A quantidade de horas exposta ao sol pode favorecer a proliferação do vetor, com o aumento da temperatura.	+
	Umidade	ALMEIDA, E. A. P. <i>et al</i> , 2010	A umidade pode favorecer a quantidade de ovos que eclodem em cada postura do vetor e, ainda, aumentar o tempo de vida dos mosquitos.	+
	Velocidade média do vento, média de velocidade máxima do vento (m/s)	TAKAHASHI, L. <i>et al</i> , 2005.	As correntes de vento podem deslocar os mosquitos para novas áreas.	+
SOCIOECONÓMICAS	IDH	BARRETO, M. L. <i>et al</i> ., 2011.	A diminuição da desigualdade social pode influenciar positivamente nos índices de algumas doenças.	-
	Renda média	DANIS-LOZANO, R.; RODRÍGUEZ, M. H.; HERNÁNDEZ-ÁVILA, M., 2002.	Famílias com menor poder aquisitivo tendem a ser mais propensas a ter depósitos passíveis de infestação.	-
	Densidade Demográfica	CARBAJO, A. E. <i>et al</i> ., 2001.	A alta densidade demográfica reflete uma grande quantidade de pessoas em pequeno espaço o que favorece o aumento do número de doentes, pois há maiores chances do vetor se infectar com o vírus da doença.	+
	Infraestrutura Urbana medida pelo: • Número de equipamentos de saúde; • Número de equipamentos de educação; • Número de praças públicas	STEWART IBARRA A. M. <i>et al</i> , 2014.	A infraestrutura urbana e as condições de moradia influenciam na transmissão da Chikungunya.	-
	Nível de educação da população, medida por Percentual da população alfabetizada acima de 10 anos	DANIS-LOZANO, R.; RODRÍGUEZ, M. H.; HERNÁNDEZ-ÁVILA, M., 2002.	O conhecimento sobre a doença e o vetor auxiliam no controle epidemiológico.	-
	Abastecimento e prática de	DANIS-LOZANO, R.; RODRÍGUEZ, M. H.;	O abastecimento contínuo e suficiente	-



	armazenamento de água medida por percentual de domicílios com abastecimento de água pela rede geral	HERNÁNDEZ-ÁVILA, M., 2002. CAPRARA, A. et al., 2009. STEWART IBARRA A. M. et al., 2013. STEWART IBARRA A. M.; MUNOZ A. G. et al., 2014.	diminui a necessidade de reservatórios de água, diminuindo locais de infestação.	
<b>SANEAMENTO</b>	Percentual de domicílios com coleta de esgoto;	CASTRO, M. et al., 2008.	Áreas com menor coleta de resíduos são mais propensas a sustentar reservatórios passíveis de infestação.	-
	Percentual de domicílios com coleta de lixo.			-

Fonte: elaboração própria

### 3.4 Métodos de análise

#### **3.4.1 Descrição das características socioeconômicas da população atingida por Chikungunya e identificação de grupos mais vulneráveis.**

Nessa etapa foram adotados procedimentos de estatística descritiva incluindo a elaboração de tabelas cruzadas que permitiram análises comparativas de grupos (segmentados por sexo e faixa etária) quanto à incidência de casos de Chikungunya, as quais foram realizadas por meio de procedimentos de testes de hipóteses não paramétricos (Binomial, Qui-quadrado, Kruskal Wallis, Mann-Whitney), conforme Ho (2013).

#### **3.4.2 Análise da relação entre indicadores climáticos e o número de casos Chikungunya em Fortaleza**

A análise da relação entre os indicadores climáticos (matriz X com os indicadores precipitação, velocidade média do vento, velocidade máxima média do vento, umidade relativa, insolação, presença do El Niño, temperatura máxima média, temperatura média) e a distribuição dos casos de Chikungunya em Fortaleza (Y) foi realizada em duas etapas: i) inicialmente foi verificada a existência de correlação linear significativa entre cada indicador x e a variável Y, por meio do coeficiente de correlação de Pearson e, em seguida, ii) estimada uma regressão linear para quantificação das relações significativas.

É importante saber se a influência dos indicadores climáticos (variáveis independentes) sobre a quantidade de casos de Chikungunya (variável dependente Y) é instantânea ou pode existir um lapso temporal para que haja uma resposta da variável dependente após sofrer estímulos das variáveis independentes (PINDICK, R. S., RUBINFELD, D. L., 1976). Com esse propósito foram estimadas relações com os indicadores climáticos no período t e nos períodos t -1 e t - 2, ou seja, foi verificada a relação do indicador no período de ocorrência, um mês e dois meses após, respectivamente. Os indicadores em que a defasagem foi assumida foram: precipitação, insolação, presença do El Niño e temperatura máxima média.

Assim, a estimação do modelo de regressão foi feita com base na equação:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{t-1} + \alpha_2 Z_{t-2} + \dots + \alpha_k Z_{t-k} + \alpha_m X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Onde,  $Y_t$  é a quantidade de casos de Chikungunya no mês t;  $Z_{t-k}$  são os indicadores que sofreram defasagens (que nesse estudo foram: Precipitação Total, Insolação Total, Temperatura Máxima Média e presença de El Niño);  $X_t$  são os demais indicadores climáticos no modelo;  $\alpha_0$  é o intercepto;  $\alpha_k$  é o efeito dos indicadores defasados sobre a quantidade de casos;  $\alpha_m$  é o efeito dos indicadores que não sofreram defasagens e  $\varepsilon_t$  corresponde ao erro aleatório no mês t.

Conforme já ressaltado, foram utilizados dados mensais da cidade de Fortaleza, período de dezembro de 2015 e dezembro de 2018.

### ***3.3.3 Identificação e hierarquização dos fatores ambientais e socioeconômicos que influenciam o número de doentes por Chikungunya nos diferentes bairros de Fortaleza***

Essa fase da pesquisa utilizou os bairros como unidade de observação e foi realizada em duas etapas. Inicialmente foram estimados coeficientes de correlação de Pearson entre o número de casos de Chikungunya e cada uma das variáveis socioeconômicas e ambientais descritas no quadro 2.

Em seguida, foi adotada a pressuposição de que as variáveis que se mostrarem significativamente relacionadas ao número de casos de Chikungunya podem determinar o seu comportamento. Essa pressuposição teve como base teórica

as justificativas descritas no Quadro 2. Nesse sentido optou-se pela estimação de um modelo de regressão múltipla. Contudo, a matriz de correlação das variáveis ambientais e socioeconômicas (Apêndice C) apontou a existência de muitas correlações significativas essas variáveis o que poderia levar à violação do pressuposto de ausência de multicolinearidade entre as variáveis independentes da regressão. Para resolver esse foi realizada uma análise fatorial.

A análise fatorial no estudo, além de gerar fatores ortogonais que garantem a ausência de multicolinearidade, permitiu que fossem identificadas variáveis latentes (constructos) resultantes de uma interrelação entre as variáveis ambientais e socioeconômicas. Essas variáveis latentes contêm informações de todas as variáveis originais e foram assumidas como fatores que apresentam maior importância na determinação do número de casos de Chikungunya, do que as variáveis isoladas. Essa interpretação é factível dado que as condições ambientais e socioeconômicas observadas nos bairros não são representadas por uma variável isoladamente e sim, pela interação entre elas.

O modelo estimado na análise fatorial foi realizado conforme detalhado em Lattin *et al.* (2011). Considerando que as variáveis ambientais e socioeconômicas se encontram relacionadas entre si, uma modificação em uma variável provocará mudanças nas demais, de modo que o somatório dessas pequenas ou grandes oscilações será a variação total. Dessa forma, pode-se inferir que a variação total em uma das variáveis pode ser explicada por um conjunto de fatores.

Logo temos que:

$$X_i = \alpha_{i1} F_1 + \alpha_{i2} F_2 + \dots + \alpha_{ij} F_j + \varepsilon_i \quad (i = 1, \dots, p) \quad (2)$$

Onde  $X_i$  são as variáveis ambientais e socioeconômicas,  $\alpha_i$  são as cargas fatoriais,  $F_m$  são os fatores comuns e  $\varepsilon_i$  são os erros, ou a parcela da variável  $X_i$  que não pode ser explicada por nenhum dos fatores. Ainda temos que  $i$  representa as variáveis e  $j$  representa as observações ou casos.

Os fatores  $F$  são estimados pela seguinte expressão:

$$F_j = \omega_{j1} X_1 + \omega_{j2} X_2 + \dots + \omega_{ji} X_i \quad (3)$$

em que  $F_j = \sum_{i=1}^p \omega_{ji} X_i$ ,

temos que  $\omega_{ij}$  são os coeficientes dos escores fatoriais.

Tendo em mãos as cargas fatoriais ( $\alpha_i$ ), sabemos o quanto do comportamento da variável é explicada pelo fator.

Para a extração dos fatores, foi utilizado o Método dos Componentes Principais (ACP). Esse método foi escolhido por demonstrar melhor a variância representada pelas variáveis originais e ter uma menor perda de informações (ou maior  $\epsilon$ ). A rotação foi realizada pelo método varimax.

O primeiro fator extraído é o que une variáveis que mais explicam o comportamento do banco de dados, ou seja, as condições ambientais e socioeconômicas dos bairros de Fortaleza. O segundo fator deve explicar a maior proporção da variância não explicada pelo primeiro fator, e assim, sucessivamente, tendo em mente que a variância total fixa é igual a 1, ou seja, 100% dos dados são explicados.

O número de fatores foi escolhido com base no Critério de Kaiser, ou critério da raiz latente, ou seja, foram escolhidos apenas os fatores cujo autovalor (eigenvalue) foi maior do que 1. Como cada variável tem média zero e variância igual a 1, significa que um fator com autovalor  $< 1$  é menos significativo que do que a variável original.

Após a extração dos fatores que explicam as condições ambientais e socioeconômicas dos bairros de Fortaleza, foram estimados quatro modelos de regressão linear múltipla. Em todos eles a variável dependente foi o número de casos de Chikungunya e as variáveis independentes foram os fatores extraídos na análise fatorial. Sendo que:

- i. Modelo 1: variável dependente foi o número total de casos de Chikungunya nos anos 2016 a 2018;
- ii. Modelo 2: variável dependente foi o número total de casos de Chikungunya no ano 2016;
- iii. Modelo 3: variável dependente foi o número total de casos de Chikungunya no ano 2017;
- iv. Modelo 4: variável dependente foi o número total de casos de Chikungunya no ano 2018.

Os coeficientes não padronizados e padronizados obtidos nos modelos de regressão estimados permitiram identificar o impacto de cada fator sobre o número de casos de Chikungunya na cidade de Fortaleza e hierarquizá-los, respectivamente.

### **3.3.4 Caracterização dos bairros de Fortaleza segundo seus principais fatores de vulnerabilidade à proliferação da Chikungunya**

Para a caracterização dos bairros de Fortaleza segundo seus principais fatores de vulnerabilidade, aplicou-se uma técnica advinda da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). Segundo Anselin (1999), AEDE é uma compilação de técnicas utilizadas para descrever espacialmente os objetos e, a partir de suas correlações espaciais, descobrir se há padrões ou aglomerações em clusters.

As bases de uma AEDE são as matrizes de pesos espaciais, comumente designadas como  $W$ . Essas matrizes são matrizes quadradas  $N$  por  $N$ , onde os pesos espaciais representam a força de interação entre dois pontos distribuídos no espaço, isso, se estiverem relacionadas por algum critério de vizinhança. Para caracterizar essa vizinhança, existem dois critérios mais comuns: o geográfico e o socioeconômico.

Neste estudo, foi utilizado o critério geográfico, pois esse apoia-se na proximidade física entre os pontos. Dessa forma, pode ser, também, descrita como uma distância física (ALMEIDA, 2012). Esse modelo está baseado na 1ª Lei de Tobler, que diz que lugares mais próximos tendem a se relacionar de maneira mais forte do que lugares mais distantes.

Com base nisso, foi utilizado o critério de  $k$  vizinhos mais próximos, e, através de um processo empírico indicado na literatura, foi definido  $k = 4$ , ou seja, foi considerada a relação entre os 4 vizinhos mais próximos.

Existem dois tipos básicos de estatísticas neste tipo de análise: medidas globais e medidas locais (ALMEIDA, 2012). O Índice de Moran Global testa a hipótese nula de dependência espacial fornecendo uma medida geral da associação espacial, assim, ele é capaz de detectar padrões de distribuição de eventos em *cluster*.

Essa correlação é medida por um valor que varia entre -1 e 1, de modo a se assemelhar à correlação de Pearson, todavia, valores que mais se aproximam de -1 indicam autocorrelação negativa, isso quer dizer que locais tendem a atrair

fortemente eventos contrários ao que acontece localmente. Valores próximos de 0 indicam não haver correlação, demonstrando aleatoriedade nos eventos ALMEIDA, 2012).

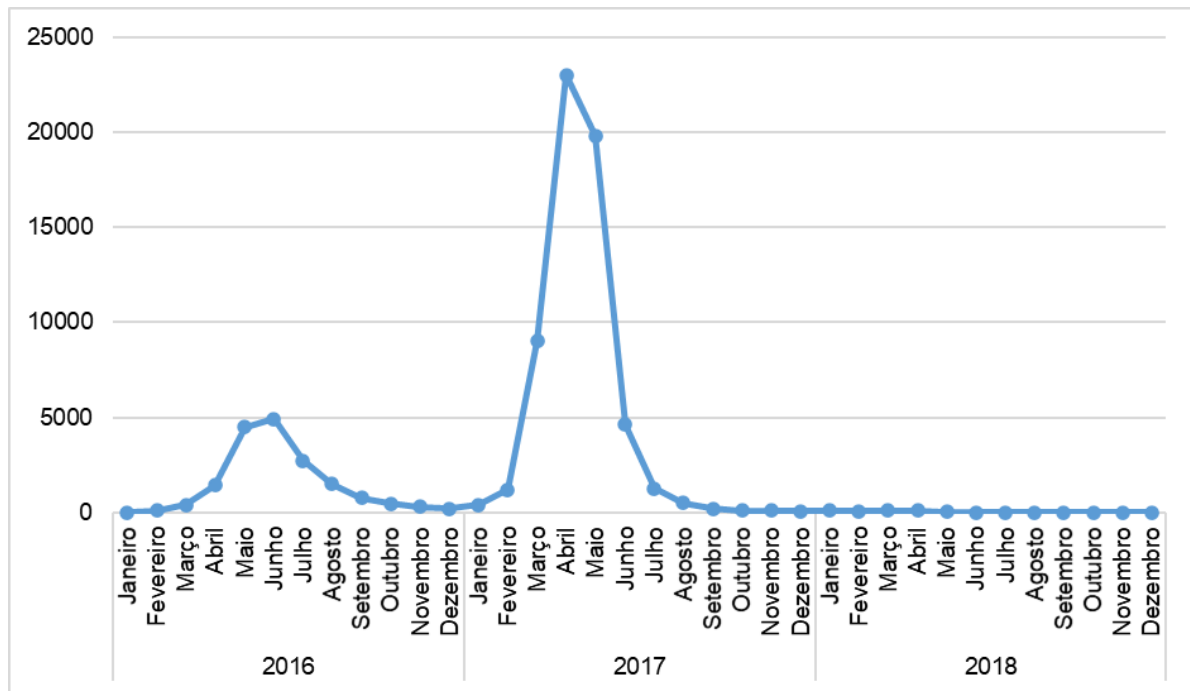
Inicialmente, aplicou-se o Índice de Moran Global para testar a hipótese de dependência espacial ao fornecer uma medida geral de associação para toda a área do estudo. Quando a presença de autocorrelação espacial global foi constatada, utilizou-se o Índice de Moran Local (Local Index Spatial Analysis - LISA) para verificar a presença de agregados espaciais e quantificar o grau de associação espacial em cada bairro de Fortaleza. Para estabelecer a validade estatística do Índice de Moran foi realizado o teste de pseudo-significância com 999 permutações. Os resultados do Índice de Moran Global foram dispostos em forma de mapas, para facilitar o entendimento.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Esse capítulo permitirá uma análise do comportamento da Chikungunya na cidade de Fortaleza. Inicialmente será apresentada a evolução dos casos no período 2016 a 2018. Em seguida verifica-se como os indicadores climáticos influenciam a ocorrência da doença. Dando continuidade, buscou-se ampliar a análise a uma escala mais micro e, nesse sentido, o capítulo traz também a identificação dos fatores ambientais e socioeconômicos que influenciam o número de doentes por Chikungunya nos diferentes bairros de Fortaleza e o perfil das pessoas que contraíram a doença.

Os primeiros casos de Chikungunya em Fortaleza aconteceram em dezembro de 2015, com 5 casos importados da doença, todavia, desde então, a doença se tornou responsável por milhares de casos no município, como pode ser observado na Figura 4.

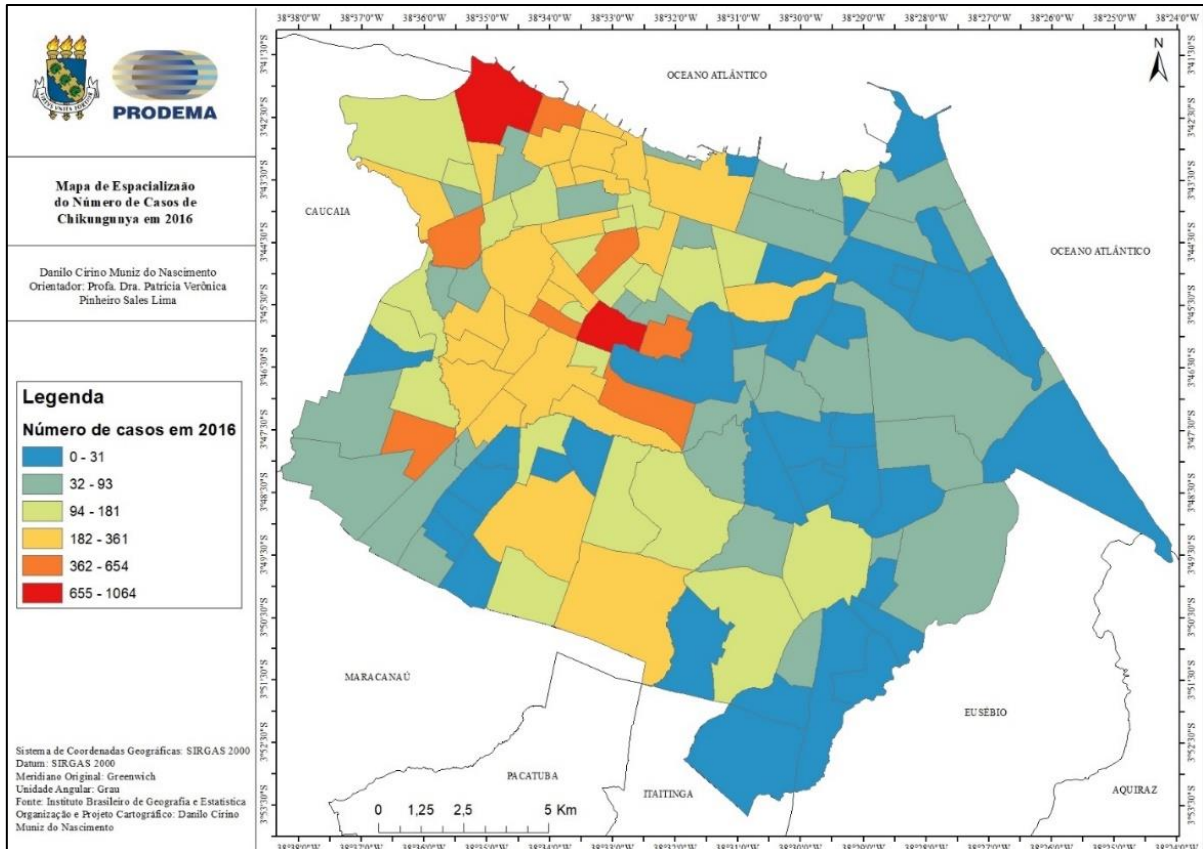
Figura 4. Comportamento do número de casos de Chikungunya na cidade de Fortaleza no período 2016 a 2018



Fonte: Elaboração própria.

Em 2016 aconteceu a primeira onda, com a elevação dos casos em março, atingindo seu ápice em junho, final da quadra chuvosa na região. É possível ver, na Figura 5, uma tendência de aglomeração dos casos no setor oeste de Fortaleza, nos bairros da Regional I e IV, mais especificamente, o maior número de casos se concentrou na Barra do Ceará e no Montese. Ambos são bairros majoritariamente residenciais, todavia o Montese também atua como polo local de comércio, recebendo moradores de outras partes da cidade em um fluxo passageiro.

Figura 5. Mapa de espacialização dos casos de Chikungunya de Fortaleza em 2016

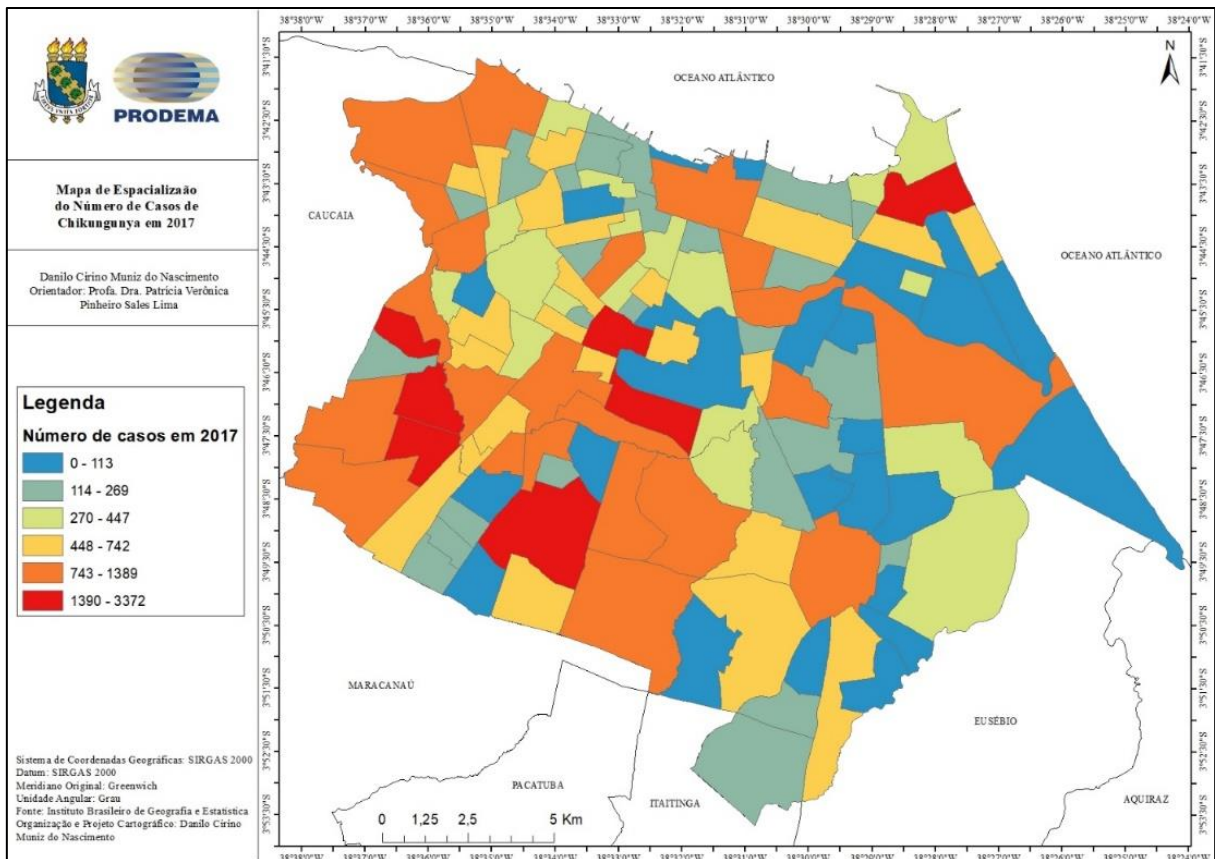


Fonte: Elaboração própria.

Em 2017 foi notificada a segunda onda do vírus, até então a maior já registrada dessa doença no nordeste brasileiro, que se estendeu de fevereiro a julho, e desde então vem se reduzindo em seus níveis de infecção. É possível ver intensificação do número de casos por toda cidade, mas com maior deslocamento para a região sudoeste da cidade, que se traduziu com números mais alarmantes na Regional V, principalmente nos bairros Mondubim, Bom Jardim, Granja Portugal e Conjunto Ceará I. A distribuição dos casos de 2017 pode ser vista na Figura 6.



Figura 6. Mapa de espacialização dos casos de Chikungunya de Fortaleza em 2017

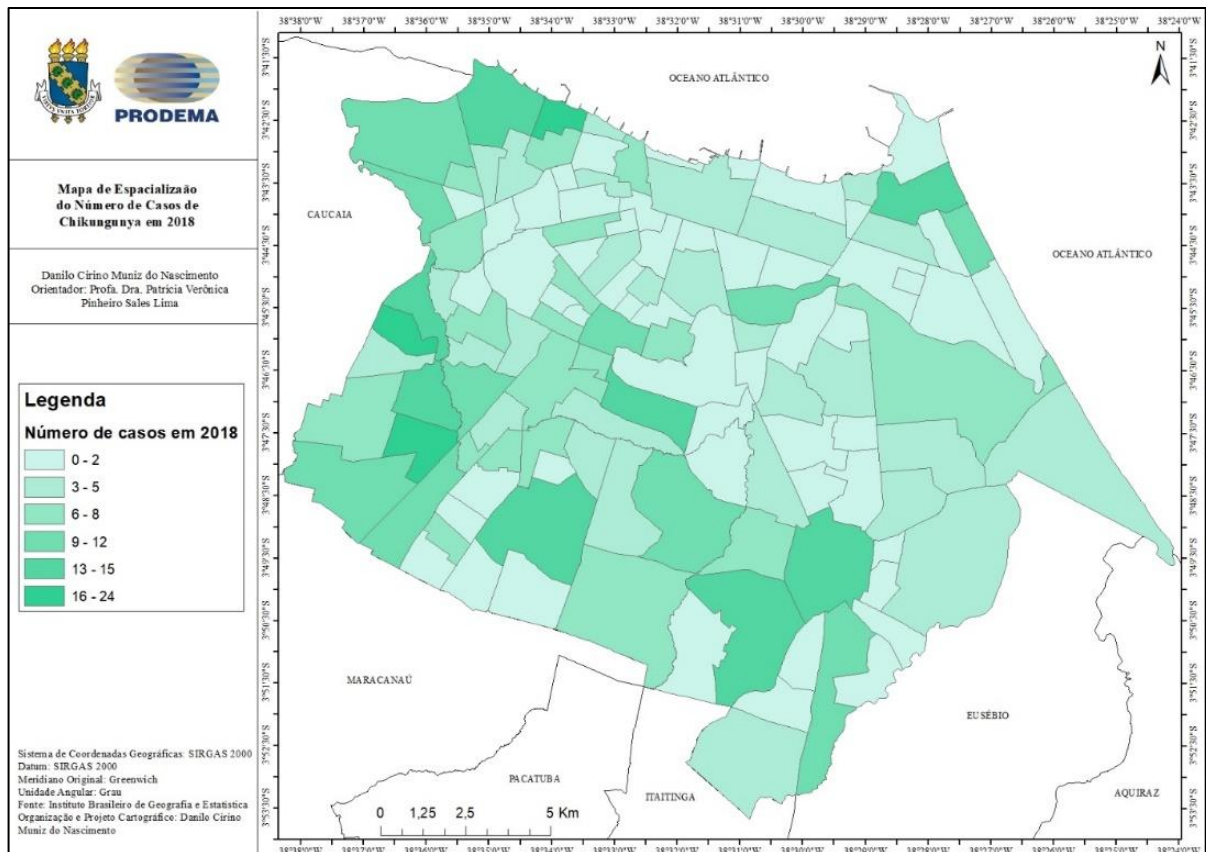


Fonte: Elaboração própria.

Além dos bairros supracitados, que são grandes polos residenciais na periferia da cidade, pode-se verificar que o Montese novamente se destacou como grande foco de casos de Chikungunya. Todavia, também na Regional IV, houve o surgimento de mais um bairro em destaque: a Serrinha. Neste último, tal como nos bairros em destaque da regional V, a presença de aglomerados subnormais é marcante, agregando uma população de baixo poder aquisitivo e, geralmente, menor nível educacional. Aliados aos bairros já citados, também no ano de 2017, o bairro Vicente Pinzón se destacou em número de casos. Como os outros, esse é um bairro residencial, composto por populações altamente carentes de recursos básicos e comumente desassistidas pelo poder público, o que pode ser visualizado na paisagem precária composta por moradias humildes em regime de autoconstrução.

No ano de 2018, os casos permaneceram mínimos, mostrando tendência de redução, que pode ser verificada nos anos subsequentes. A distribuição dos casos desse ano pode ser verificada na Figura 7.

Figura 7. Mapa de espacialização dos casos de Chikungunya de Fortaleza em 2018



Fonte: Elaboração própria.

Como explicação para essa redução, existe a possibilidade de diminuição na quantidade do vírus circulante e, ainda, decréscimo no número de pessoas suscetíveis à doença, já que, até o presente momento, não há indícios de reinfeção em pacientes do CHIKV, com possível imunização à doença. Esses são dois fatores cruciais na disseminação das arboviroses, juntamente com a presença do vetor, mas sabemos que este último permaneceu ativo devido aos casos de dengue e Zika daquele ano.

Aliados a esses fatores biológicos estão os fatores ambientais e socioeconômicos, pois somente a soma de todas essas variáveis podem explicar uma trama de tamanha complexidade. Estes fatores serão discutidos nas seções a seguir.

#### 4.1 DISTRIBUIÇÃO DOS CASOS DE CHIKUNGUNYA POR SEXO E IDADE DAS PESSOAS INFECTADAS EM FORTALEZA

Um dos meios para potencializar o sucesso de estratégias para o combate de epidemias é conhecer os grupos mais expostos à doença. Nessa seção busca-se identificar se há grupos mais vulneráveis à Chikungunya em Fortaleza, com base nas categorias das variáveis: sexo e idade.

Quanto ao sexo, dos 53.705 casos notificados entre 2016 a 2018 no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e referentes à cidade de Fortaleza, 20.520 (38,2%) são do sexo masculino e 33.185 (61,8%) são do sexo feminino. A diferença significativa do número de notificações entre os gêneros pode indicar que as mulheres procuram mais os serviços de saúde do que a população masculina, já que nenhum estudo indica preferência do vetor por distinção durante sua fase hematófaga. Essa tendência se confirma em cada ano analisado isoladamente, sendo que em 2018 o pequeno número de casos notificados não apontou evidências de diferença entre os sexos (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição do número de notificações de casos de Chikungunya, por sexo – Anos 2016 a 2018.

Ano	Frequências	Masculino	Feminino	Total	Valor de p Teste Binomial
2016	Frequência absoluta	5354	9107	14461	0,000
	Frequência relativa	37,0%	63,0%	100,0%	
2017	Frequência absoluta	15113	24007	39120	0,000
	Frequência relativa	38,6%	61,4%	100,0%	
2018	Frequência absoluta	53	71	124	0,127
	Frequência relativa	42,7%	57,3%	100,0%	
Total no período 2016 a 2018	Frequência absoluta	20520	33185	53705	0,000
	Frequência relativa	38,2%	61,8%	100,0%	

Fonte: Elaboração própria.

No que diz respeito à idade mais frequente dos infectados, a maioria dos doentes se encontra na população economicamente ativa, entre os 18 e 65 anos de idade, classificados nessa pesquisa como adultos (Tabela 2).

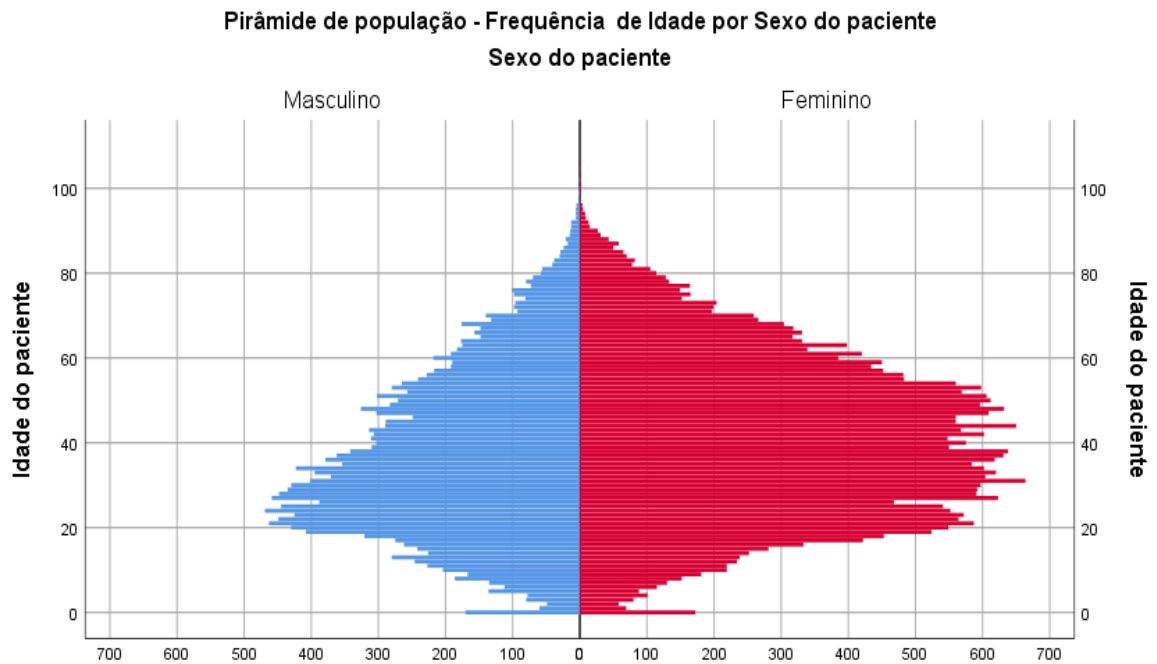
Tabela 2. Distribuição do número de notificações de casos de Chikungunya, por idade – Anos 2016 a 2018.

Ano	Frequências	Jovens	Adultos	Idosos	Total	Valor de p Teste Qui- quadrado
<b>2016</b>	Frequência absoluta	1919	9957	2551	14427	0,000
	Frequência relativa	13,3%	69,0%	17,7%	100,0%	
<b>2017</b>	Frequência absoluta	7219	25487	6422	39128	0,000
	Frequência relativa	18,4%	65,1%	16,4%	100,0%	
<b>2018</b>	Frequência absoluta	30	84	10	124	0,000
	Frequência relativa	24,2%	67,7%	8,1%	100,0%	
<b>Total no período 2016 a 2018</b>	Frequência absoluta	9168	35528	8983	53679	0,000
	Frequência relativa	17,1%	66,2%	16,7%	100,0%	

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 8 permite uma visualização mais minuciosa dos casos notificados, por idade e por sexo. A distribuição dos casos entre as faixas etárias se assemelha entre homens e mulheres, sendo a região central (pessoas entre 20 e 60 anos) mais densa que as extremidades do gráfico. Esse grupo, portanto, pode ser considerado como o mais vulnerável à doença.

Figura 8. Pirâmide de frequência de idade por Sexo dos pacientes notificados com Chikungunya em Fortaleza, no período 2016 a 2018.



Fonte: Elaboração própria

A quase totalidade das pessoas notificadas com Chikungunya em Fortaleza apresentam as condições clínicas da doença na forma aguda, independente do sexo ou da idade (Tabelas 3 e 4). As principais alterações nas condições de saúde dos pacientes com Chikungunya foram identificadas como sendo: presença de febre, presença de artralgia intensa, presença de cefaleia e presença de mialgia. Uma comparação entre homens e mulheres (Tabela 3) mostra que para a maioria das alterações analisadas não existe diferença significativa entre homens e mulheres. Contudo, há evidências estatísticas de que homens costumam manifestar um quadro febril com uma frequência maior que as mulheres, enquanto as mulheres tendem a ter mialgia em maior número de casos que os homens.

Tabela 3. Frequência relativa de ocorrência de sinais clínicos nos pacientes com Chikungunya, por sexo. Casos notificados em Fortaleza, 2016 a 2018.

Sinais Clínicos	Homen s	Mulhere s	Valor de p Teste U-Mann- Whitney
Apresentação clínica do caso de Chikungunya - Aguda	99,7	99,4	1,000
<b>Presença de Artralgia intensa</b>	81,0	81,0	1,000

Presença de artrite	15,6%	19,4%	0,000
Presença de doenças autoimunes	0,3	0,4	1,000
<b>Presença de Cefaleia</b>	<b>72,9</b>	<b>73,0</b>	<b>1,000</b>
Presença de Conjuntivite	4,9	4,5	0,952
Presença de Diabetes	2,3	2,4	0,081
Presença de Dor nas costas	25,9	29,8	0,000
Presença de Dor retro orbital	10,5	11,0	0,841
Presença de Exantema	23,1	28,7	0,000
<b>Presença de Febre</b>	<b>90,9</b>	<b>88,4</b>	<b>0,000</b>
Presença de Doenças hematológicas	0,3	0,4	1,000
Presença de Hepatopatias	0,4	0,4	1,000
Presença de Hipertensão arterial	4,8	7,8	0,000
Presença de Prova do Laço	1,2	1,5	1,000
Presença de Leucopenia	1,5	1,5	1,000
<b>Presença de Mialgia</b>	<b>61,4</b>	<b>62,9</b>	<b>0,008</b>
Presença de Náusea	23,0	29,1	0,000
Presença de Petéquias	4,3	5,6	0,033
Presença de Vômito	14,4	16,6	0,000
Presença de Doença renal crônica	0,3	0,3	1,000
Presença de Doença ácido-péptica	0,4	0,5	1,000

Fonte: Elaboração própria

Uma análise da manifestação de alterações na saúde, por grupo de idade, aponta que o grupo de adultos apresenta uma maior manifestação de sintomas. Esse comportamento é observado especialmente na maior frequência de artralgia, cefaleia, dor nas costas e mialgia. A ocorrência de vômito é mais frequente entre os jovens, bem como a presença de febre e exantemas (Tabela 4).

Tabela 4. Frequência relativa de ocorrência de sinais clínicos nos pacientes com Chikungunya, por grupos de idade. Casos notificados em Fortaleza, 2016 a 2018.

Sinais clínicos	Jovens	Adultos	Idosos	Valor de P Teste Kruskal Wallis
Apresentação clínica do caso de Chikungunya - Aguda	99,6	99,5	99,2	0,000
<b>Presença de Artralgia intensa</b>	<b>77,4</b>	<b>82,8</b>	<b>77,6</b>	<b>0,000</b>
Presença de artrite	15,1	18,6	18,2	0,000
Presença de doenças autoimunes	0,3	0,4	0,4	0,345
<b>Presença de Cefaleia</b>	<b>73,3</b>	<b>75,9</b>	<b>61,0</b>	<b>0,000</b>
Presença de Conjuntivite	4,5	5,0	3,4	0,000
Presença de Diabetes	0,6	2,3	8,6	0,000

Presença de Dor nas costas	22,5	30,5	25,6	0,000
Presença de Dor retro orbital	10,7	11,9	6,6	0,000
Presença de Exantema	30,8	27,2	19,6	0,000
Presença de Febre	92,9	90,2	82,1	0,000
Presença de Doenças hematológicas	0,4	0,3	0,3	0,695
Presença de Hepatopatias	0,3	0,3	0,6	0,001
Presença de Hipertensão arterial	0,6	5,3	17,9	0,000
Presença de Prova do Laço	1,3	1,5	0,8	0,000
Presença de Leucopenia	1,7	1,4	1,6	0,168
Presença de Mialgia	58,7	64,1	59,3	0,000
Presença de Náusea	25,9	27,9	23,3	0,000
Presença de Petéquias	5,8	5,2	3,9	0,000
Presença de Vômito	21,3	14,8	13,8	0,000
Presença de Doença renal crônica	0,2	0,3	0,6	0,000
Presença de Doença ácido-péptica	0,5	0,4	0,5	0,446

Fonte: Elaboração própria

As alterações nas condições de saúde dos pacientes notificados com Chikungunya são frequentes. Contudo, a taxa de letalidade da doença é baixa. Do total de notificações apenas 0,2% (120) evoluíram para óbito, pelo agravamento da doença ou por outras causas.

#### **4.2 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE INDICADORES CLIMÁTICOS E O NÚMERO DE CASOS CHIKUNGUNYA EM FORTALEZA**

As mudanças climáticas têm recebido atenção especial nas discussões em âmbito global, sendo responsabilizadas pelo aumento da vulnerabilidade da população a uma série de problemas sociais, econômicos e ambientais. O clima pode afetar a saúde à medida em que altera a qualidade da água, influencia na quantidade de alimentos produzidos e interfere na distribuição de vetores / patógenos e na dinâmica de transmissão de doenças (EBI, SEMENZA; 2008; HAINES *et al.*, 2006; TONG e EBI, 2019).

No caso específico da Chikungunya estudos recentes mostram que o controle da doença não pode ignorar os fatores climáticos inerentes a uma dada região (KAKARLA, S. G. *et al.*, 2019; TOZAN, Y. *et al.*, 2020; HOSSAIN e AKTER, 2019, 2019; RYAN, S. J. *et al.*, 2019).

As condições climáticas médias de Fortaleza colocam a cidade em uma condição de vulnerabilidade quanto à disseminação da doença. Isso pode ser verificado a partir da análise das estatísticas descritivas dos indicadores climáticos (Tabela 5).

Tabela 5. Estatísticas descritivas dos indicadores climáticos na cidade de Fortaleza. Anos 2016 a 2018.

Indicador	2016		2017		2018	
	Média	Coefficiente de Variação	Média	Coefficiente de Variação	Média	Coefficiente de Variação
Quantidade de Casos	1739,1	100,8	5032,7	161,1	47,8	90,2
Precipitação Total (mm)	87,4	157,8	122,4	128,6	128,8	82,5
Insolação Total (horas)	264,2	15,0	234,5	24,6	229,4	19,6
Temperatura Máxima Média (°C)	31,9	1,4	31,5	1,6	31,4	1,8
130E a 80W	-0,6	-48,3	0,0	3635,2	0,7	44,5
160E a 80W	-0,6	-42,9	-0,1	-536,8	0,7	60,2
180W a 100W	-0,7	-39,7	-0,2	-224,2	0,8	63,6
Velocidade média	2,9	21,6	2,6	27,9	2,6	25,9
Velocidade máxima média do vento	6,2	16,7	5,3	17,4	5,2	7,1
Umidade relativa média	76,2	5,2	77,6	6,8	77,2	5,3

Fonte: elaboração própria

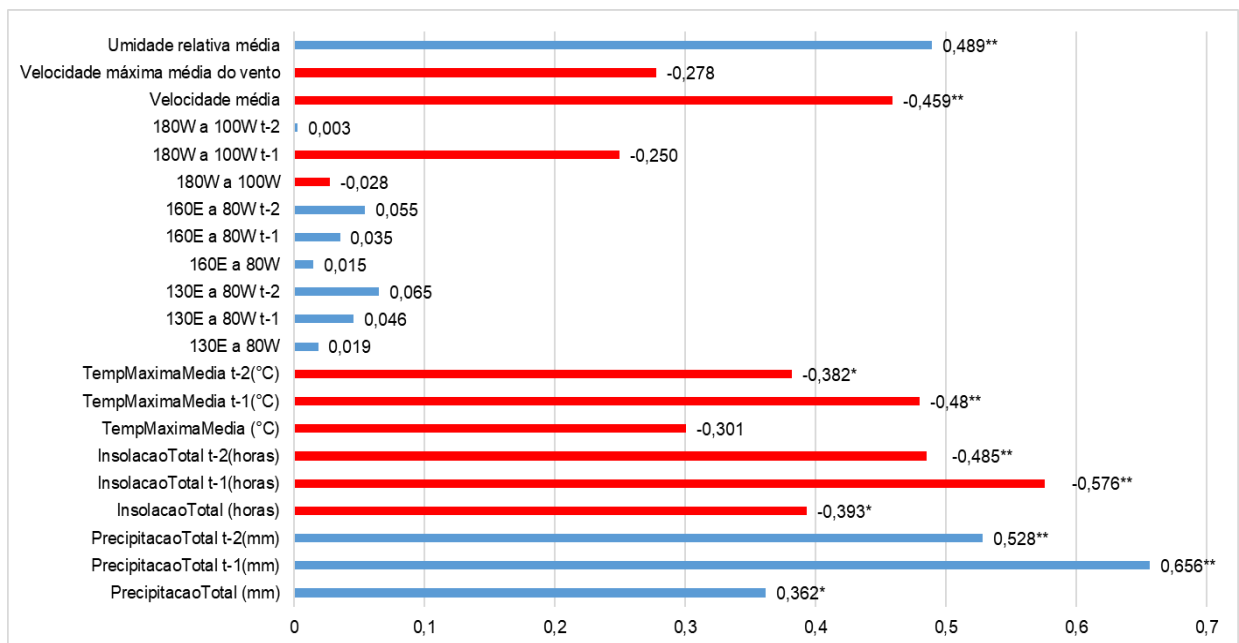
Conforme se observa, o clima de Fortaleza apresenta valores médios ideais para o desenvolvimento do mosquito e de suas larvas, tanto quanto alimentado por um regime pluviométrico sazonal e alta humidade durante o ano todo (YASUNO e TONN, 1970; WATTS *et al.*, 1986; TUN-LIN e BURKOT, 2000; MOHAMMED e CHADEE, 2011; CARRINGTON *et al.*, 2013; COURET e BENEDICT, 2014 e LOWE *et al.*, 2017). Possivelmente a não significância das variáveis ambientais pode ser explicada pela baixa amplitude de valores ao longo do ano, sendo a pluviosidade, por ser sazonal, a única que varia significativamente e, por isso, acompanha o ciclo de desenvolvimento da doença.



Quanto à elevação ou redução da temperatura de superfície do oceano pacífico, não se verificou influência direta significativa na quantidade de casos de Chikungunya no município. Estudos mais aprofundados são necessários para entender essa dinâmica.

Em Fortaleza observa-se que os casos de Chikungunya também podem ser associados às condições climáticas, seja de forma positiva seja de forma negativa. Na Figura 9 constam os coeficientes de correlação entre o número de casos de Chikungunya e diferentes indicadores climáticos. As barras vermelhas alertam para uma relação inversa entre a ocorrência da doença e o indicador. As barras azuis indicam relação positiva.

Figura 9. Coeficientes de correlação de Pearson entre a quantidade de casos de Chikungunya e os indicadores climáticos.



Nota: \*\* correlação significativa ao nível de 0,01, \* correlação significativa ao nível de 0,05

Fonte: elaboração própria

Como pode ser observado na Figura 9, há correlação significativa entre diversas variáveis e o número de casos de Chikungunya em Fortaleza.

Ao observar a umidade relativa média e a temperatura do ambiente, é possível ver que há uma relação média com o número de casos, isso é explicado pela relação entre essa variável e as necessidades biológicas para a eclosão das larvas

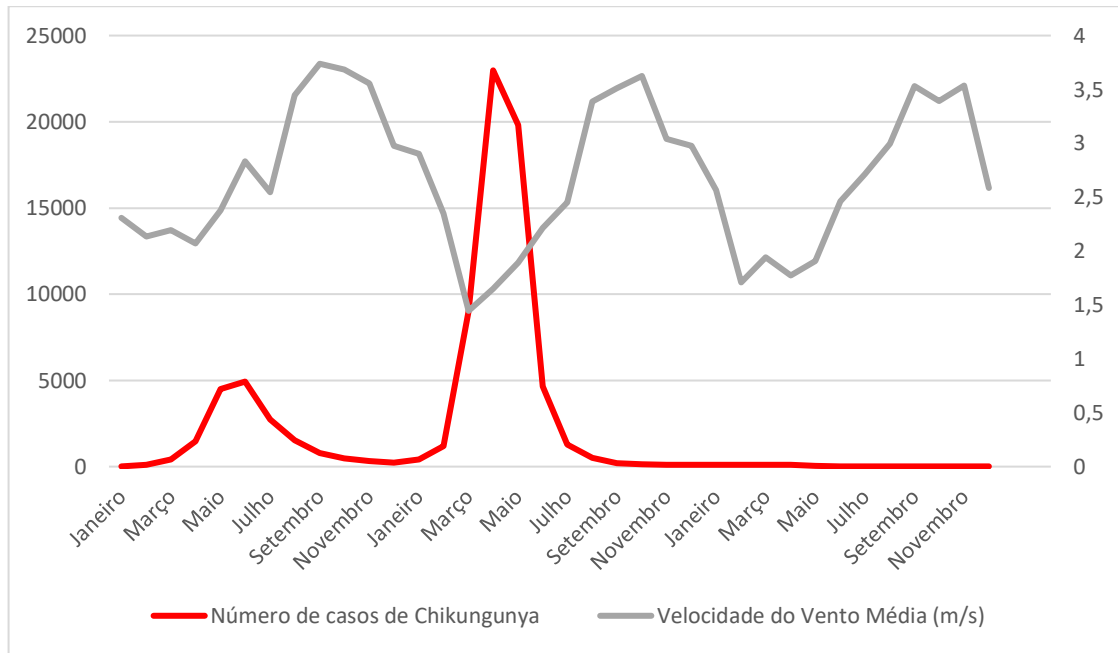
do mosquito. Como visto em laboratório, ambientes com umidade entre 70% e 80% são ideais para a eclosão das larvas. Stewart Ibarra *et al.* (2013; 2014), Eastin (2014), Harley (2017) e Lowe (2017) falam que as alterações nos ciclos hidrológicos e variações de temperatura influenciam na presença do vetor, em fase larval e adulta, contribuindo, assim, para uma maior possibilidade de transmissão da doença.

Todavia, quando se olha para o coeficiente, é possível ver que a correlação apresentada no estudo é inversa, ou seja, o aumento de uma variável está correlacionado com a diminuição da outra. Ao observar somente a temperatura, é possível ver que as variáveis defasadas têm correlação mais intensa e são significativas, se comparadas à variável não-defasada, isso pode ser explicado pela influência dela sobre o desenvolvimento do vetor, não necessariamente sobre o mosquito, sua fase já adulta.

Esse estudo vai ao encontro dos demais, pois há um limiar de temperatura favorável ao desenvolvimento do mosquito, após certa temperatura, há um decréscimo na eclosão de fêmeas (MOHAMMED, A.; CHADEE, D. D., 2011), que são os mosquitos responsáveis pela transmissão da doença, já que somente as fêmeas possuem fase hematófaga. Todavia, mais estudos são necessários para entender essa relação para a cidade de Fortaleza.

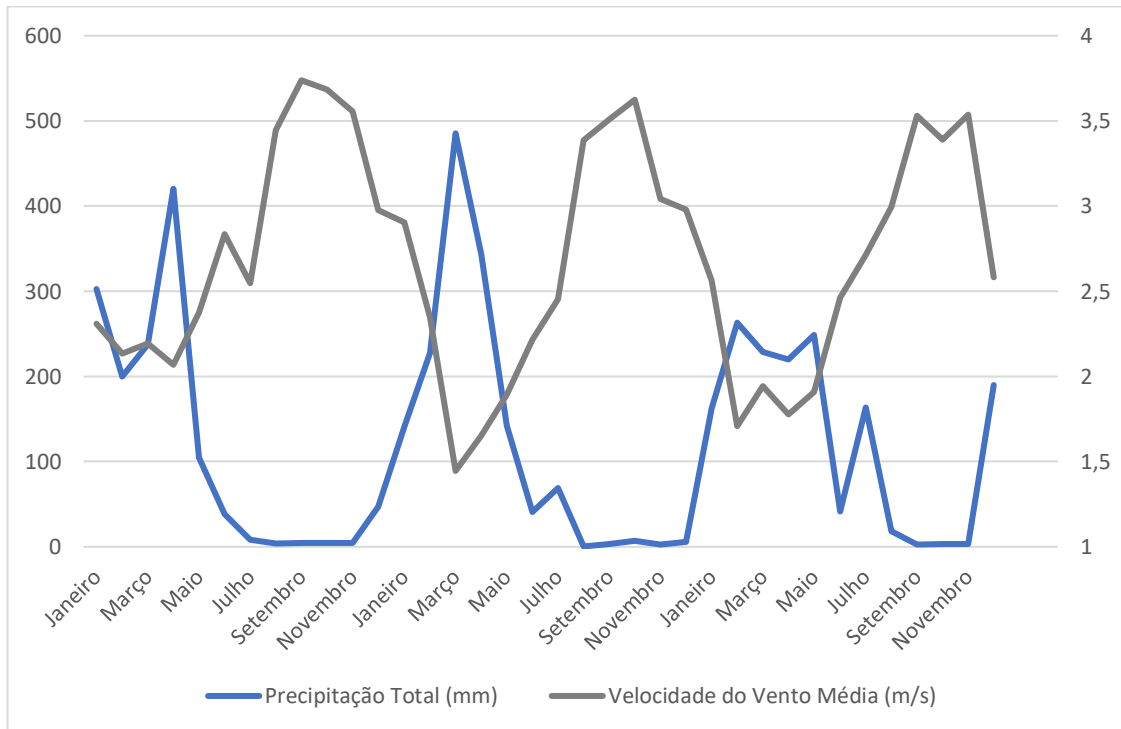
A velocidade máxima do vento não se mostrou significativa em sua correlação com o número de casos, mas a velocidade média se mostrou inversamente proporcional à variável estudada. Isso indica que, talvez, a variável seja fator de proteção quando se fala em Chikungunya. Existe, também, a possibilidade de o vento influenciar sobre o período chuvoso, já que os maiores índices de vento na capital cearense se mostram justamente na quadra seca, fora do regime de chuvas. Pode haver, talvez, um fator de confundimento entre essa variável e o número de casos. A relação entre a velocidade média do vento e o número de casos pode ser vista na Figura 10. A Figura 11 mostra a relação entre a pluviosidade e o vento na cidade de Fortaleza.

Figura 10. Gráfico comparativo entre número de casos de Chikungunya e Velocidade Média do Vento entre 2016 e 2018.



Fonte: elaboração própria

Figura 11. Gráfico comparativo entre Precipitação Total e Velocidade Média do Vento entre 2016 e 2018



Fonte: elaboração própria

Ao avaliar a Figura 11, é possível visualizar, principalmente para a quadra chuvosa do ano de 2017, que há correlação entre a precipitação e o número de casos de Chikungunya. Essa correlação foi mais profundamente estudada por meio de uma regressão cujo resultado se encontra na Tabela 6.

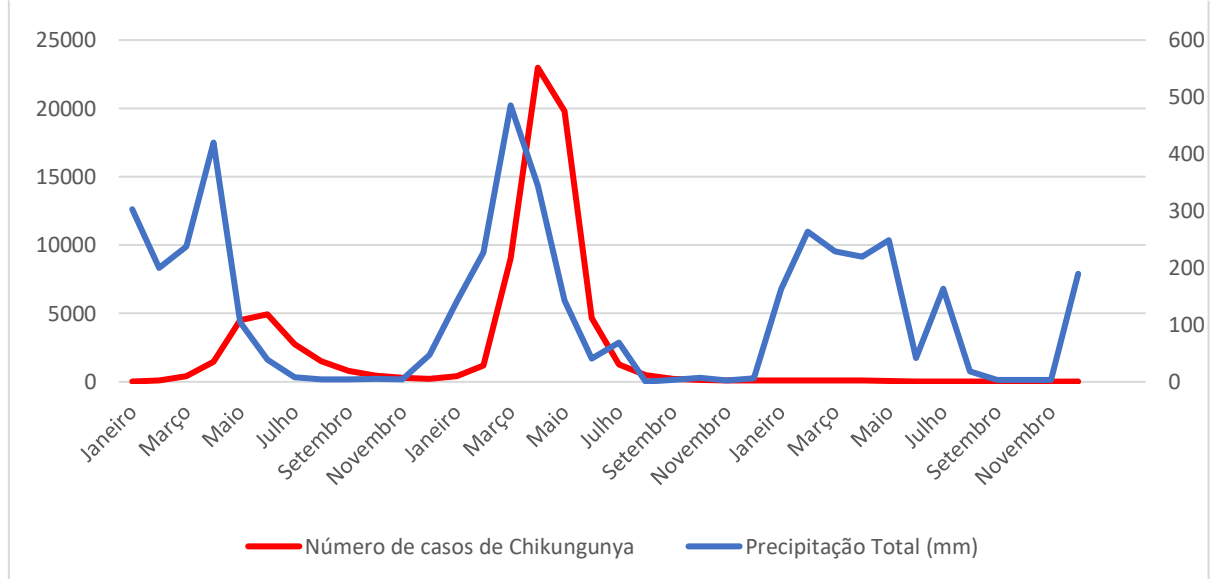
Apesar da associação entre os indicadores e os casos de Chikungunya, não é possível afirmar que exista uma causalidade. Essa ausência de causalidade foi constada por meio da estimação de um modelo de regressão pelo método stepwise. O modelo stepwise foi iniciado com a inclusão de todas as variáveis apresentadas na Tabela 5, sendo o número de casos de Chikungunya a variável dependente e os indicadores climáticos as variáveis explicativas. Como pode ser observado as relações apresentadas na Figura 9 não implicaram que os indicadores promovem impactos significativos nos casos da doença, com exceção da precipitação com um mês de defasagem. Isso significa que meses mais chuvosos tendem a refletir um aumento de casos de Chikungunya no mês seguinte. Isso quer dizer que o número de casos de Chikungunya, para o município de Fortaleza, é influenciado pelo índice de precipitação total do mês anterior. Deve-se então esperar que, um mês após eventos de elevada precipitação, haja aumento no número de casos de Chikungunya na cidade. Da mesma forma, com a diminuição na pluviosidade, deve-se esperar um decréscimo no número de casos.

Tabela 6. Modelo de regressão para mensuração do impacto das variáveis climáticas no número de casos de Chikungunya na cidade de Fortaleza.

Modelo	Coeficiente	Erro padrão	t	Valor de P
Constante	-666,14	915,97	-0,727	0,472
Precipitação Total (t-1)	25,91	5,27	4,916	0,000

Fonte: Elaboração própria

Figura 12. Gráfico comparativo entre número de casos e precipitação total, entre 2016 e 2018.



Ao avaliar a figura 12, é fácil ver a relação entre a pluviosidade e a distribuição de casos de Chikungunya na cidade de Fortaleza.

Com esse resultado é possível ao poder público se preparar para aumentos e diminuições no número de casos de Chikungunya com até um mês de antecedência, ou, ainda, executar ações que interfiram no aumento do número de casos no mês seguinte, como, por exemplo, após eventos de maior chuva, intensificar as ações dos Agentes de Endemias no combate aos focos do *Aedes aegypti*, diminuindo a transmissão por eliminação de possíveis criadouros do mosquito.

#### 4.3 FATORES SOCIOAMBIENTAIS QUE INFLUENCIAM O NÚMERO DE DOENTES POR CHIKUNGUNYA NA CIDADE DE FORTALEZA

O entendimento dos fatores explicativos do número de caso de Chikungunya é um requisito para o sucesso das estratégias de controle da doença. De acordo com a literatura existe um grupo de fatores comuns que podem explicar uma maior incidência de casos. Contudo, esses fatores podem variar de uma região para outra, ou seja, o que explica os casos da doença em uma cidade populosa pode ser diferente do os explica em cidades pequenas, ou ainda, é provável que a compreensão da evolução da doença em cidades costeiras não ocorra da mesma maneira que em cidades do interior.

Uma análise direcionada para os bairros de Fortaleza, envolvendo uma seleção de variáveis apontadas na literatura como explicativas do número de casos de Chikungunya, mostrou que na cidade há uma relação significativa entre a quantidade de pessoas acometidas pela doença e Índice de Desenvolvimento Humano, número de equipamentos de saúde, número de equipamentos de educação, número de praças públicas, densidade demográfica e renda média do bairro (Tabela 7).

Tabela 7. Coeficientes de Correlação de Pearson entre Número de casos de Chikungunya e variáveis ambientais e socioeconômicas dos bairros de Fortaleza

Variáveis	Coeficiente de Correlação de Pearson
Índice de Desenvolvimento Humano	-0,199*
Percentual de domicílios com coleta de esgoto	-0,107
Percentual de domicílios com abastecimento de água pela rede geral	0,053
Percentual de domicílios com coleta de lixo	0,163
Percentual da população alfabetizada acima de 10 anos	-0,084
Número de equipamentos de saúde	0,396**
Número de equipamentos de educação	0,543**
Número de praças públicas	0,185*
Densidade Demográfica	0,256**
Renda Média do Bairro	-0,290**

Nota: \* p-value < 0,05 e \*\* p-value < 0,01.

Fonte: Elaboração própria

Nessa relação bivariada, é notório perceber que as variáveis “Percentual de domicílios com coleta de esgoto”, “Percentual de domicílios com abastecimento de água pela rede geral” e “Percentual da população alfabetizada acima de 10 anos” não se mostraram significativos quando analisados individualmente e comparadas ao número de casos de Chikungunya nos bairros de Fortaleza.

Com relação às outras variáveis, percebe-se relação que condiz com a literatura atual. O IDH, que é resultado da associação de vários fatores, mostrou-se inversamente proporcional à variável “número de casos”, ou seja, quanto maior o IDH, menores os números de casos. Tal fato também se verificou na variável “Renda Média do Bairro”, em que a maior renda indica menor número de casos.

A relação negativa do IDH e da Renda já era esperada pelo fato de que essas variáveis, usualmente, remontam a melhores condições de vida, melhor

ambiente no que tange à moradia e trabalho e, por conseguinte, menor probabilidade de se expor ao vetor. Era esperado, também, que o coeficiente fosse baixo, pois, na literatura, a renda não costuma estar significativamente associada aos doentes.

É possível que essa significância seja resultado de uma falsa correlação criada pela subnotificação de casos oriunda dos hospitais e clínicas particulares. Vale lembrar que, embora a notificação de arboviroses seja compulsória, ou seja, obrigatória, as principais fontes das notificações do SINAN são os equipamentos públicos de saúde. Essa subnotificação cria vazios que deveriam apresentar mais doentes do que os dados apontam.

Quanto à variável “Percentual de domicílios com abastecimento de água pela rede geral”, percebe-se que o abastecimento pela rede geral de água não tem relação significativa na quantidade de casos. Todavia é necessário lembrar que essa variável não capta a necessidade ou a cultura de armazenamento de água em reservatórios intradomiciliares, ou seja, o fato de a residência ser abastecida pela rede geral não impede o armazenamento em depósitos que possam vir a ser criadouros das larvas do *Aedes aegypti*, visto que os reservatórios caseiros apresentam maior índice de infestação nos LIRAA realizados periodicamente pela prefeitura de Fortaleza.

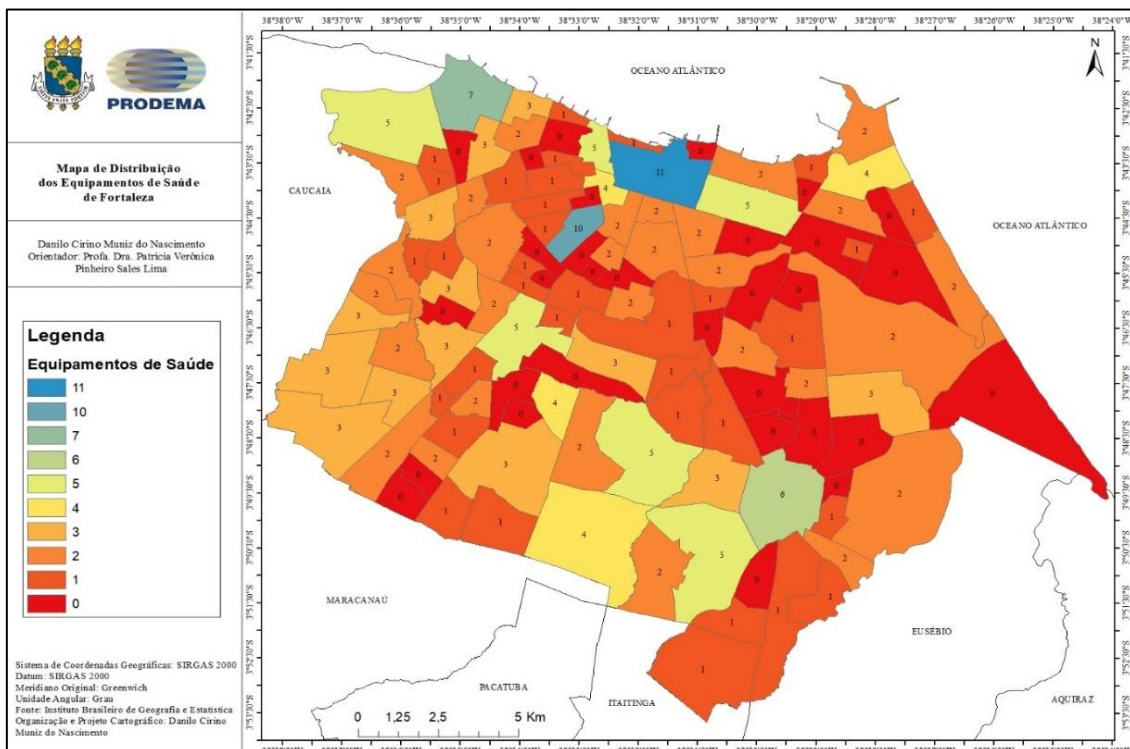
Na tabela 7 também é possível ver que o percentual de domicílios com coleta de lixo se faz significativo, mas com um coeficiente de 0,16. É justo afirmar que o impacto dessa variável é baixo, se levada em conta individualmente. Todavia se faz necessário afirmar que essa variável não capta a quantidade de depósitos irregulares de resíduos ou locais de descarte inadequado, que podem conter objetos que sirvam de criadouro para o vetor.

A variável “Percentual da população alfabetizada acima de 10 anos” não se mostrou significativa individualmente, mas é possível que isso ocorra devido à quão ampla foi a epidemia de Chikungunya no município. É necessário afirmar que uma fragilidade dessa variável é que não é possível captar a qualidade da alfabetização, somente o número de pessoas com essa característica.

A relação direta da variável “Número de equipamentos de saúde” e o número de casos pode ser explicada pelo fato de que uma maior quantidade de equipamentos de saúde possivelmente fornece um maior número de atendimentos, por conseguinte, mais moradores da região próxima a esses equipamentos são

diagnosticados com a doença. É importante notar a distribuição espacial destes equipamentos, que se fazem mais presentes nas regiões de periferia, onde mais casos foram reportados. Nas regiões de maior renda da cidade, estão presentes os hospitais e clínicas particulares, tendo então, a mesma fragilidade da variável “Renda Média do Bairro”. Essa distribuição pode ser vista na Figura 12.

Figura 13. Mapa de Distribuição de Equipamentos de Saúde nos bairros de Fortaleza



Fonte: Elaboração própria

A variável “Número de equipamentos de educação” mostrou-se significativa e com um coeficiente de correlação também significativo. Tal fato pode ser explicado se pensarmos nessas escolas como local físico e passível de ser criadouro das larvas do vetor, não somente como local de ensino e de combate à arbovirose. A possibilidade de infestação nesses ambientes pode ser verificada em um estudo realizado em Mato Grosso (OLIVEIRA e MUSIS, 2014). Todavia é necessário lembrar, também, que as escolas são um excelente espaço para conscientizar a sociedade civil da importância do combate ao vetor (MONTES *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2017, SILVA *et al.*, 2013).

Quando observada individualmente, a variável “Número de Praças Públicas” se encontra fracamente correlacionada com os casos de Chikungunya, embora ainda possua impacto significativo. O fato de estar relacionada de forma



proporcional com os casos (beta positivo), indica que quanto maior o número de praças públicas, maior o número de doentes, para dados da cidade de Fortaleza. Isso pode ser explicado quando não há projetos de limpeza das praças, que as tornam possível local de acúmulo de lixo e, assim, passível de ser criadouro das larvas do *Aedes aegypti*. Esse fato pode ser visto em Batista (2010), que verificou a presença de larvas do vetor em bromélias, plantas que usualmente são utilizadas como ornamentais, e, ainda, quando há praças abandonadas (CHIARAVALLOTI NETO, F. *et al.*, 2003).

A última variável analisada foi densidade demográfica. Nota-se que, quanto maior a densidade demográfica, maior a tendência de haver casos de Chikungunya. Isso reitera a literatura atual, como dita em Carbajo *et al.* (2001).

A interrelação entre as variáveis ambientais e socioeconômicas pode criar condições não perceptíveis capazes de potencializar o número de casos de Chikungunya nos bairros de Fortaleza. Tais condições não observáveis diretamente podem ser vistas como variáveis latentes ou constructos. Com o objetivo de identificar possíveis variáveis latentes foi estimada uma análise fatorial<sup>2</sup> partindo das dez variáveis discutidas na Tabela 7. Com base na matriz de cargas fatoriais rotacionadas apresentadas na Tabela 8 foram identificadas quatro variáveis latentes ou fatores que resumem as características ambientais e socioeconômicas dos bairros de Fortaleza, as quais podem potencializar a ocorrência da doença: Fator Socioeconômico, Fator Infraestrutura, Fator Saneamento e Fator Densidade.

Tabela 8. Matriz de cargas fatoriais rotacionadas

Variáveis	Fator Socioeconômico	Fator Infraestrutura	Fator Saneamento	Fator Densidade
Índice de Desenvolvimento Humano	<b>0,969</b>			
Renda Média do Bairro	<b>0,886</b>			
Percentual da população alfabetizada acima de 10 anos	<b>0,881</b>			
Número de equipamentos de saúde		<b>0,873</b>		
Número de praças públicas		<b>0,826</b>		

<sup>2</sup> O modelo de análise fatorial estimado apresentou KMO = 0,6 com teste de Bartlett com *p-value* de 0,000. A variância total explicada foi de 80,2%. Isso significa que, ao todo, 80,2% do comportamento original dos dados estão contidos nos quatro fatores. O mínimo aceitável pela literatura internacional de variância explicada é de 60% (HAIR *et al.*, 2005). (Ver resultados da adequação do modelo no APÊNDICE D)

Número de equipamentos de educação	-0,485	<b>0,710</b>		
Percentual de domicílios com abastecimento de água pela rede geral			<b>0,925</b>	
Percentual de domicílios com coleta de lixo			<b>0,820</b>	0,344
Densidade Demográfica				<b>,901</b>
Percentual de domicílios com coleta de esgoto	0,529			<b>0,652</b>

Nota: Células vazias correspondem a cargas fatoriais muito baixas (< 0,300)

Fonte: Elaboração própria

Embora não seja possível estabelecer uma relação de causalidade a partir da análise fatorial, a partir dos seus resultados é possível estabelecer um raciocínio hipotético voltado para o entendimento da forma como essa configuração de fatores pode afetar o número de casos de Chikungunya. Assim, os fatores socioeconômicos, podem ser vistos como catalisadores da expansão da doença. Da mesma forma, o fator infraestrutura, que descreve o acesso a equipamentos públicos de educação e saúde, influencia na distribuição do número de doentes. Logo, quanto melhor equipada a população, com acesso fácil à educação e saúde de qualidade, menor será o impacto de uma nova epidemia de Chikungunya ou outra epidemia de caráter similar.

O terceiro fator implica que acesso à água encanada dentro das moradias pode provocar um impacto significativo no comportamento do número de casos de Chikungunya. O mesmo pode ser dito para a coleta de lixo. Em fortaleza como um todo, embora o impacto direto seja tímido, ainda há significativa importância.

O último fator é a densidade populacional aliada aos domicílios que possuem coleta de esgoto. Essas variáveis possibilitam o desenvolvimento de outras doenças, logo é preciso investimento na melhoria destas, para que as residências tenham a mínima capacidade de dar dignidade aos moradores, e proteger o ambiente e os rios, que usualmente são o final das redes de esgoto clandestinas.

Para verificar se essas conjecturas procedem, ou seja, se as características ambientais e socioeconômicas dos bairros de Fortaleza influenciam o número de casos de Chikungunya optou-se pela estimação de modelos de regressão linear múltipla. Foram estimadas quatro equações tendo os fatores ambientais e

socioeconômicos como variáveis explicativas e o número de casos de Chikungunya como variável dependente. A primeira com o total de casos de Chikungunya, por bairro, no período 2016 a 2018, e, em seguida, uma regressão para cada ano individualmente, a fim de verificar se há diferença no grau de importância dos fatores em anos com características epidemiológicas tão distintas: em 2016, sendo a primeira onda de Chikungunya; em 2017, sendo a segunda onda e o ano de crise epidemiológica; e o ano de 2018, que foi o começo da estabilização dos casos. As regressões se mostraram robustas aos pressupostos de normalidade, ausência de autocorrelação dos resíduos, heterocedasticidade e multicolinearidade.

Os coeficientes estimados em cada modelo podem ser comparados a partir da observação da Tabela 9. Na tabela constam os coeficientes não padronizados, os quais expressam o impacto do fator sobre os casos de Chikungunya, e os coeficientes padronizados que permitem hierarquizar os fatores segundo a sua capacidade de influenciar os casos da doença.

Tabela 9. Coeficientes padronizados e não padronizados dos modelos de regressão estimados para verificar o impacto das características ambientais e socioeconômicas no número de casos de Chikungunya nos bairros de Fortaleza.

Variáveis explicativas	Modelo 1 (2016 a 1018)		Modelo 2 (2016)		Modelo 3 (2017)		Modelo 4 (2018)	
	Coeficientes não padronizados	Coeficientes padronizados	Coeficientes não padronizados	Coeficientes padronizados	Coeficientes não padronizados	Coeficientes padronizados	Coeficientes não padronizados	Coeficientes padronizados
<b>Constant</b>	667,92**	-	149,04**	-	514,00**	-	4,88**	-
<b>Fator Socioeconômico</b>	-152,42**	-0,251	-15,206	-0,087	-135,27**	-0,274	-1,95**	-0,391
<b>Fator Infraestrutura</b>	250,97**	0,414	55,23**	0,316	193,25**	0,391	2,50**	0,502
<b>Fator Saneamento</b>	52,99	0,087	2,245	0,013	50,70	0,103	0,05	0,010
<b>Fator Densidade</b>	104,08*	0,172	63,38**	0,362	40,29	0,082	0,41	0,082
<b>R<sup>2</sup> Ajustado</b>	0,245		0,212		0,218		0,390	
<b>Valor de p – ANOVA da regressão</b>	0,000		0,000		0,000		0,000	

Nota: \* p-value < 0,05 e \*\* p-value < 0,01.

Fonte: Elaboração própria

O Fator Socioeconômico se mostrou inversamente proporcional ao número de casos, indicando que quanto melhores as condições socioeconômicas da população, menor será a quantidade de doentes por Chikungunya (ressalta-se que em 2016, não foi verificado impacto significativo). É possível perceber que o Fator Socioeconômico, segundo as variáveis estudadas, se mostra como fator de proteção para a Chikungunya, ou seja, quanto melhor o somatório das condições do indivíduo, sejam elas renda, educação ou condições de moradia – que se resumem, aqui, ao IDH do bairro –, menores as chances do indivíduo de contrair Chikungunya. O único momento em que isso não se verifica é durante o ano de instalação da doença. É possível que isso aconteça devido à mudança de hábitos da população, explicada pelas taxas de alfabetização, ou pela possibilidade de maior investimento no cuidado à saúde, que se dá pela maior renda.

Isso vai ao encontro da literatura internacional, como no caso de Oviedo-Pastrana (2017) que encontrou, em um estudo com quase mil famílias, que as condições socioeconômicas se mostraram fator de proteção à instalação e dispersão do vírus. Esse fato também se mostra plausível quando comparado ao achado no Panamá, que indica que baixo nível socioeconômico, com baixa educação, baixa renda, demonstraram maior queixa de picadas de mosquito e menor média de conhecimento de vetores (WHITEMAN, A. *et al.*, 2018).

O segundo fator (Infraestrutura) mostrou-se significativo a 1%, e diretamente proporcional ao número de casos de Chikungunya nos bairros de Fortaleza, nos quatro modelos estimados. Ao se avaliar o número de equipamentos de educação, é possível inferir que estes sejam passíveis de infestação pelo vetor, resultando em maiores taxas de doentes nos ambientes próximos a esses lugares. Ao se avaliar equipamentos de saúde, é possível que a presença desse posto, ou hospital, atraia um maior número de indivíduos sintomáticos para receber cuidados, de modo que o número seja maior pela facilidade de acesso ao serviço de saúde. A infraestrutura urbana influencia na distribuição da quantidade de casos, seja por captar maior quantidade de doentes da região (Equipamentos de Saúde), seja por ser um local passível de infestação pelo vetor (Equipamentos de Educação e Praças Públicas). Dito isto, se faz necessário maior atenção aos projetos de saneamento e limpeza dos ambientes públicos, que podem interferir positivamente na diminuição do número de casos dessa doença.

O Fator Saneamento se mostrou não-significativo nos quatro modelos, ou seja, a associação de domicílios com abastecimento de água pela rede geral e o percentual de domicílios com coleta de lixo não indica possível influência na distribuição dos casos. Isso se deu, muito provavelmente, devido às fragilidades das variáveis que o compõem. Como observado durante a análise fatorial, é possível que o impacto das variáveis aqui denominadas de “fator saneamento” sejam maiores, se outras variáveis também compusessem o corpo desse fator.

Por sua vez, o Fator Densidade se verificou significativo e diretamente proporcional ao número de casos nos modelos 1 e 2. É provável que esse fato tenha acontecido pois, nos dois outros anos, não houve disparidade significativa de casos entre bairros muito densos e pouco densos. Dessa forma, ainda é possível avaliar que a densidade populacional é importante durante o ano de introdução da doença, por favorecer a transmissão em bairros mais densos. A partir dos modelos referidos tem-se que quanto maior a densidade populacional, maior a quantidade de casos de Chikungunya. Este fato se dá pela maior possibilidade de contato entre pessoas doentes e não-doentes, fazendo com que o vetor tenha maior capacidade de transmitir a doença dos indivíduos doentes para a população saudável.

De modo mais específico, no modelo referente ao ano de 2016 somente dois fatores foram significativos na análise da regressão. O fator socioeconômico e o fator saneamento não se mostraram significativos, o que quer dizer que a variação desses fatores não influenciou na distribuição inicial do vetor. Dessa forma, é possível extrair que o fator socioeconômico e o fator saneamento não tiveram impacto quanto à infecção, neste ano. Novamente, o fator infraestrutura foi relevante, possivelmente pelas mesmas causas apresentadas na regressão geral. Principalmente devido ao fato de não terem existido grandes crises de dengue no ano anterior, por conseguinte, havia menor vigilância nesses pontos, por parte da do governo e da população.

O cenário geral de 2017, quanto às arboviroses, foi diferente dos outros anos. Foi o segundo ano da presença da Chikungunya e o ano mais crítico. Ao todo, foram confirmados mais de sessenta mil casos no município, e esses números se dividiram por toda a cidade foi apresentado na Figura 6.

Na regressão com os dados desse ano (Modelo 3), diferentemente do ano de 2016, apontou que os fatores significativos foram o Fator Socioeconômico e o Fator Infraestrutura. Uma possível explicação para o comportamento do Fator Socioeconômico é que as condições de vida e moradia nas regiões de maior *status* socioeconômico são melhores do que em outros pontos da cidade. É possível também que o somatório das três variáveis que se sobressaem no Fator, ou seja, um construto, seja responsável pelo fato da doença estar menos presente nessas áreas, de modo que, em um ano de crise, o fator socioeconômico seja um fator de proteção para a Chikungunya.

Ao mesmo tempo, o Fator Infraestrutura se mantém significativo, de modo que se presume uma ligação entre os equipamentos de saúde, educação e o número de praças públicas com a quantidade de casos neste ano. O Fator Saneamento, novamente, se fez não-significativo, junto com o Fator Densidade. Este último pode ser explicado pela distribuição generalizada da doença na cidade, com casos em bairros muito densos e pouco densos.

O último ano avaliado individualmente foi o ano de 2018 (modelo 4). No geral, foi o ano que iniciou a estabilização dos casos da doença e apresentou poucos casos ao longo dos 12 meses. Essa diminuição pode ser explicada pelo aumento nas campanhas de combate ao vetor e, também, pelo fato de parte da população já estar imunizada à doença, pois já havia sido infectada. Nesse modelo é possível observar que o fator socioeconômico e o fator infraestrutura se fazem novamente significativos. Da mesma forma, os fatores saneamento e densidade se fazem não-significativos.

O Fator Socioeconômico se prova, mais uma vez, fator de proteção para a Chikungunya. O Fator Infraestrutura ainda permite as mesmas inferências dos anos anteriores. O Fator Saneamento não consegue ser um bom identificador da quantidade de casos e o Fator Densidade não tem significância na distribuição dos casos.

Quanto à hierarquização dos fatores analisados, a análise dos coeficientes padronizados mostra que o fator de maior peso na quantidade de casos de Chikungunya em Fortaleza é a infraestrutura, seguida do fator socioeconômico. Porém, em 2016 a quantidade de casos foi influenciada principalmente pelo fator densidade.

Considerando-se os baixos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$  ajustado), os autores deste estudo sugerem a utilização de outras variáveis a se somarem a essas para estudar os fatores que influenciam a quantidade de casos de Chikungunya em Fortaleza. Contudo, Como resultado dessa análise de regressão, é necessário frisar a importância das políticas públicas de caráter social, que dão à população melhores condições de vida e possibilidade de ascensão social, para que esse indivíduo possa melhorar suas condições de moradia, sua renda e, por conseguinte, melhorar o IDH de seu bairro, sendo, assim, mais apto a enfrentar esse vetor e se fazer menos exposto, conseqüentemente, às doenças por ele transmitidas.

Ao mesmo passo, é necessário que os agentes de saúde verifiquem essa maior concentração de casos adjacentes aos equipamentos de saúde e educação, a fim de constatar se os mesmos são foco de infestação do vetor ou se já outras causas para essa concentração.

Com esses dados, reitera-se a importância do planejamento e execução de políticas públicas que melhorem as condições sociais da população, a fim de que a sociedade civil, tão importante no combate às arboviroses, tenha condições de ter moradia digna e, com isso, adicionado ao cuidado já implementado pelos agentes de endemias, seja possível mitigar, no futuro, casos de doenças de caráter semelhante ou novas ondas de Chikungunya, causadas pelo mesmo vírus ou mutações deste.

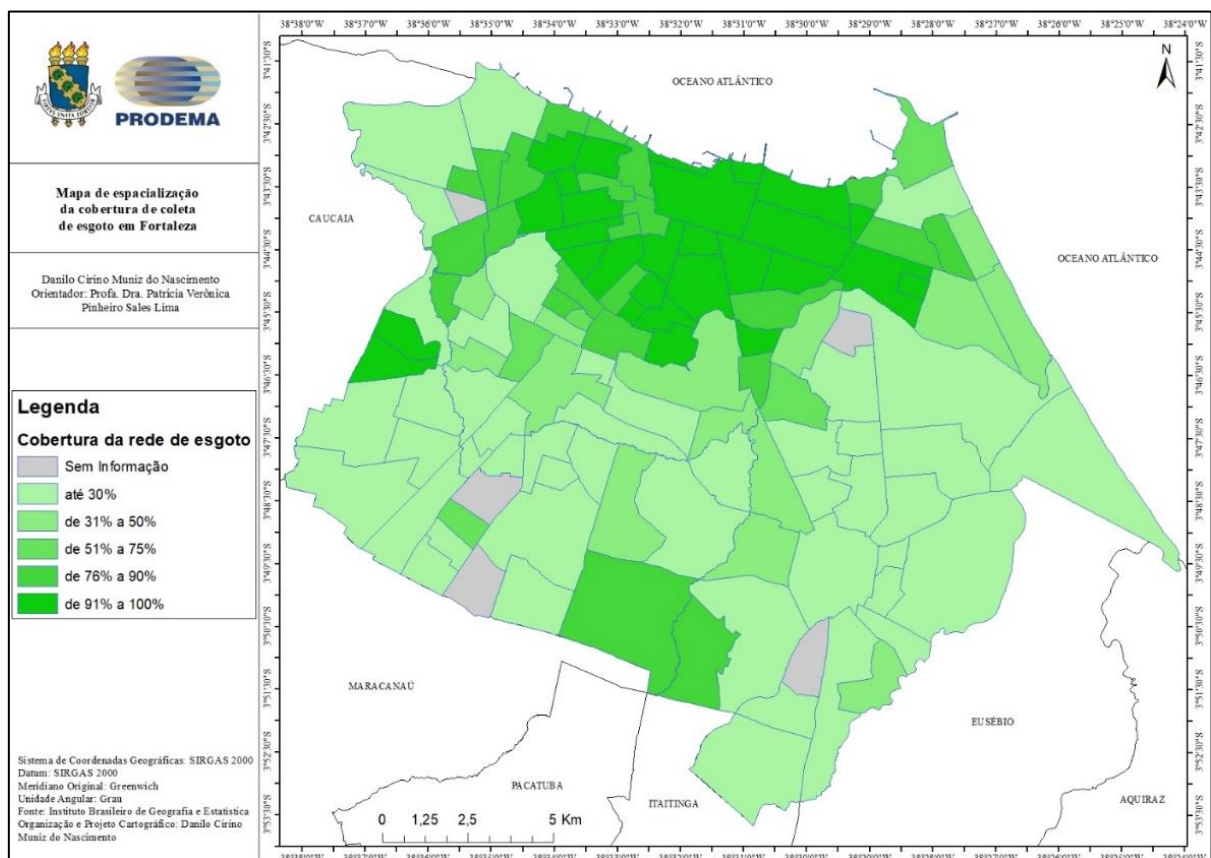
#### **4.4. CARACTERIZAÇÃO DOS BAIROS DE FORTALEZA SEGUNDO SEUS PRINCIPAIS FATORES DE VULNERABILIDADE À PROLIFERAÇÃO DA CHIKUNGUNYA**

Considerando-se a importância da infraestrutura e fatores socioeconômicos como determinantes dos casos de Chikungunya em Fortaleza e reconhecendo as desigualdades existentes entre os bairros da cidade torna-se relevante uma análise especializada da distribuição da doença. Dessa forma, nessa seção será abordada a importância de se conhecer as áreas mais vulneráveis e seus principais fatores de risco. Inicialmente a análise compreenderá os fatores ambientais e socioeconômicos, mesmo aqueles que não apresentaram causalidade significativa com o número de casos de Chikungunya.



O percentual de domicílios com coleta de esgoto é, em média de 52,99%, o que indica que quase metade das residências da cidade não possuem saneamento básico completo. Essa média abarca o bairro Cidade 2000 (99,89% de domicílios ligados à rede de esgoto) e o bairro Pedras, em que apenas 0,54% dos domicílios estão ligados à rede de esgoto. Esse fator torna o controle ambiental muito mais complicado nesses bairros com baixa adesão à rede pública, pois as residências precisam se utilizar de fossas sépticas ou, até mesmo, de redes clandestinas, que não têm tratamento algum e são despejados nos corpos hídricos da cidade. Essa distribuição da cobertura da rede de esgoto pode ser melhor visualizada na Figura 13.

Figura 14. Mapa de Distribuição dos Domicílios com Coleta de Esgoto nos bairros de Fortaleza



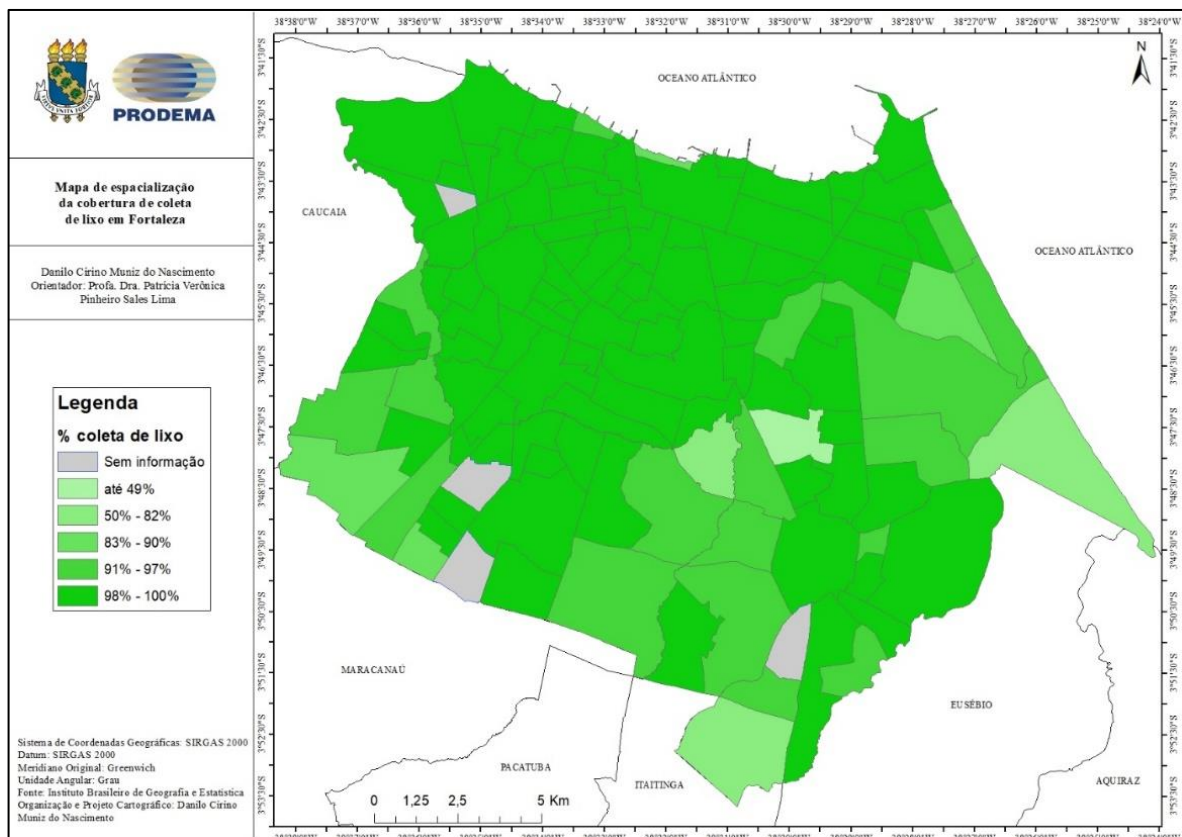
Fonte: elaboração própria.

Sobre o abastecimento de água pela rede geral, tem-se que em média, 92% dos domicílios têm seu direito assegurado. Todavia, esse número não revela a qualidade do abastecimento, pois ocorre um rodízio que indica em qual horário o bairro será abastecido. Quando fora desse período, não há pressão suficiente na tubulação,

o que impossibilita o armazenamento de água em caixas d'água ou cisternas. Esse fato gerou, na população, uma cultura de armazenamento irregular de água em reservatórios intradomiciliares, sejam eles à altura do solo ou elevados. São esses mesmos reservatórios que, se insuficiente proteção, costumam se transformar em criadouros do vetor.

Os resíduos sólidos dos domicílios são coletados em 97%, em média, das casas. Contudo, alguns bairros têm coleta insuficiente, como por exemplo, o bairro Cidade dos Funcionários, que apresenta coleta em somente 49% das residências. Esse fato gera acúmulo de resíduos sólidos ou, ainda, o descarte ilegal de resíduos em calçadas ou terrenos baldios. Esses locais tornam-se, então, passíveis de acumulação de água, geralmente pluviais, gerando novos criadouros do vetor. Essa cobertura de coleta pode ser vista na Figura 14.

Figura 15. Mapa de cobertura da coleta de lixo nos bairros de Fortaleza



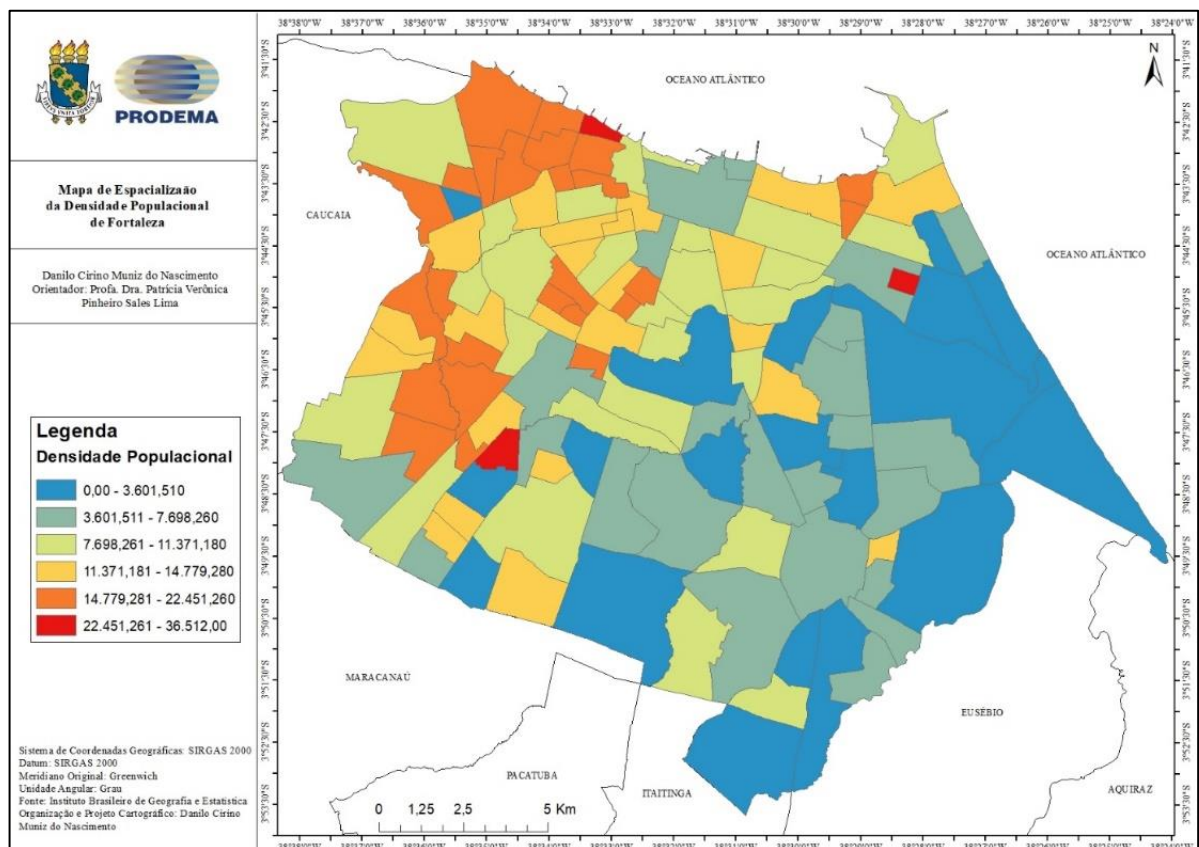
Fonte: elaboração própria.

Quanto ao percentual da população alfabetizada acima dos 10 anos, encontrou-se uma média de 93%, com o mínimo sendo de 87%, entretanto, como já ressaltado, é importante se questionar sobre a qualidade dessa alfabetização.

Nos equipamentos de saúde, verificou-se média de 1,78 unidades por bairro. Entretanto, somente os equipamentos públicos foram contemplados por essa contagem, não levando em consideração os equipamentos particulares. O mesmo fato ocorre nos equipamentos de educação, em que a média foi de 6,14 unidades por bairro.

Quanto à densidade demográfica, encontrou-se uma média de 10.925 habitantes por quilômetro quadrado (hab./km<sup>2</sup>), mas que esconde a heterogeneidade dessa distribuição no município, em que são encontrados bairros como Pedras (189,55 hab./km<sup>2</sup>) e Cidade 2000 (36.512 hab./km<sup>2</sup>). Essa distribuição pode ser verificada na Figura 15.

Figura 16. Mapa de espacialização da densidade demográfica nos bairros de Fortaleza



Fonte: Elaboração própria.

A renda média dos bairros se situa na quantia de R\$ 769,43, valor que é menor que o salário mínimo vigente na data deste estudo. Isso é mais um demonstrativo do abismo que separa certas regiões da cidade, como por exemplo o

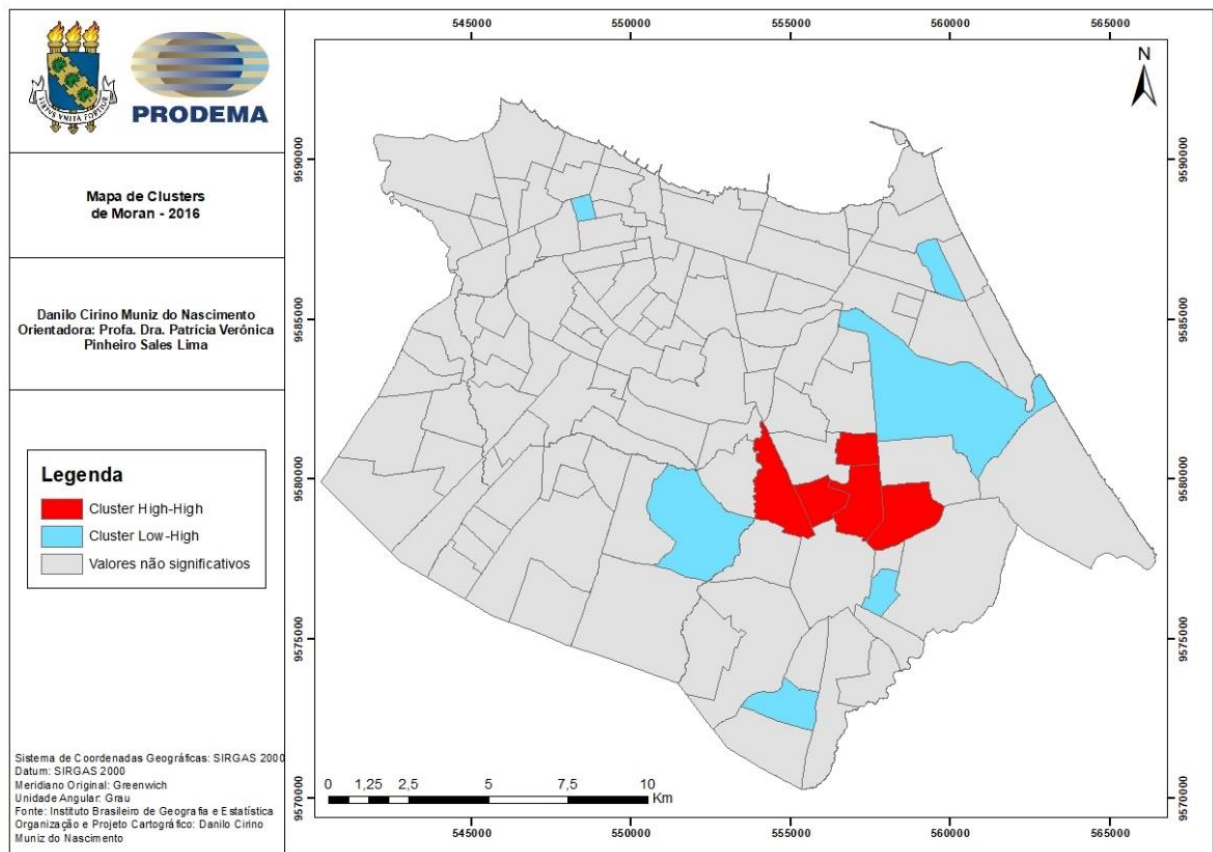
Conjunto Palmeiras, que tem uma renda média de R\$ 197,05, que é uma renda quase vinte vezes menor que a renda média do bairro Meireles (R\$ 3.372,86).

Todas essas informações, interligadas caracterizam os bairros da cidade. Mesmo assim, é possível identificar grupos entre eles que justificam a análise espacial apresentada a seguir.

Ao analisar a distribuição dos casos de Chikungunya nos três anos, foi possível ver o diferente comportamento dos bairros como fator de manutenção da epidemia.

Ao se avaliar o ano de 2016, é possível ver que há um aglomerado de bairros *high-high* na regional VI. Isso quer dizer que os bairros Cajazeiras, Parque Iracema, Parque Manibura, Cambeba e José de Alencar têm altos índices de infestação e, além disso, se correlacionam de forma a elevar o índice de infecção entre eles. Essa disposição pode ser vista na figura 16.

Figura 17. Mapa com o Índice de Moran para os bairros de Fortaleza, 2016

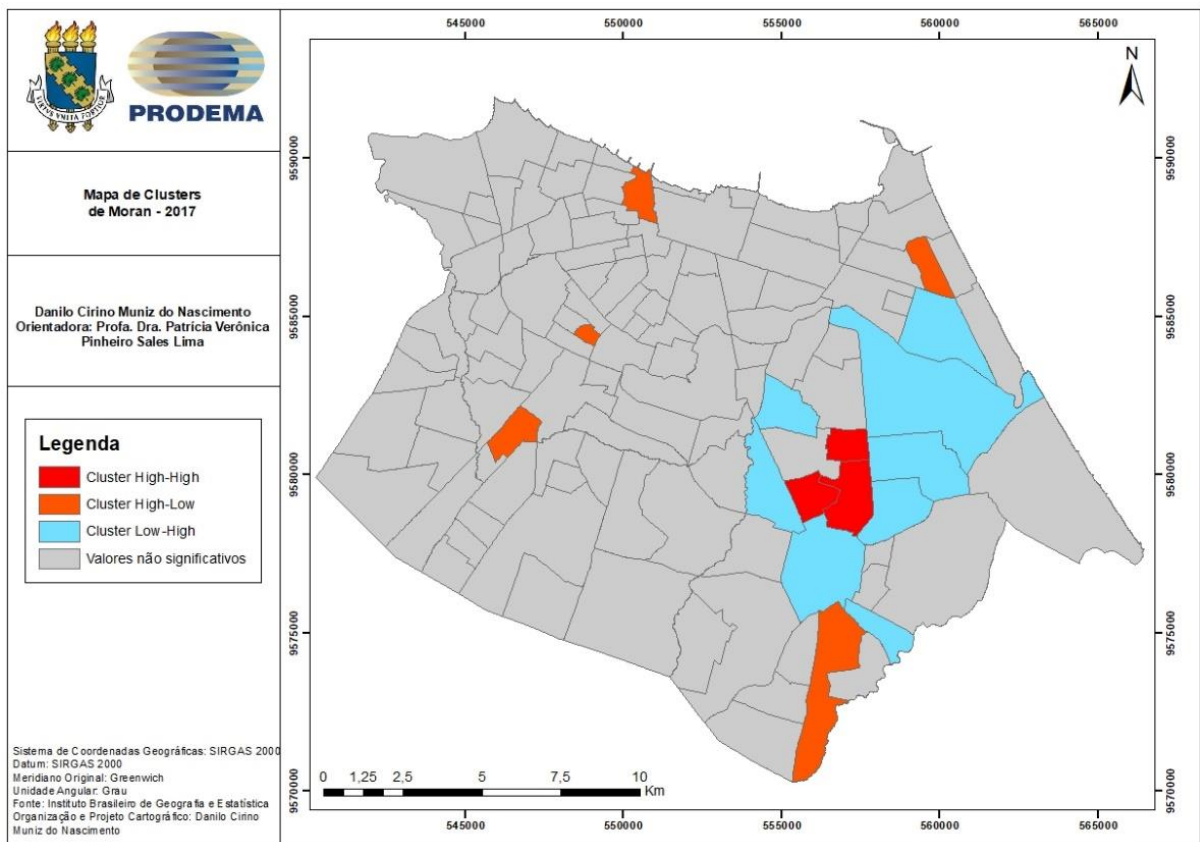


Fonte: Elaboração própria.

Além disso, é possível ver também que outros seis bairros têm valores negativos em suas estatísticas I de Moran, o que os caracteriza, nesse caso, como *low-high*, ou seja, eles apresentam baixo número de doentes, todavia, eles relacionam um número elevado de casos em seus vizinhos.

Quando analisado o ano de 2017, é possível ver certa manutenção na área de *high-high*, mantendo basicamente os mesmos bairros, com exceção dos bairros que se apresentavam em suas extremidades, Cajazeiras e José de Alencar. Isso reforça a necessidade de melhoria nas políticas públicas e na manutenção de baixos índices nesses bairros, dada a importância deles na manutenção das elevadas taxas de infecção na área. Essa situação pode ser vista na Figura 17.

Figura 18. Mapa com o Índice de Moran para os bairros de Fortaleza, 2017



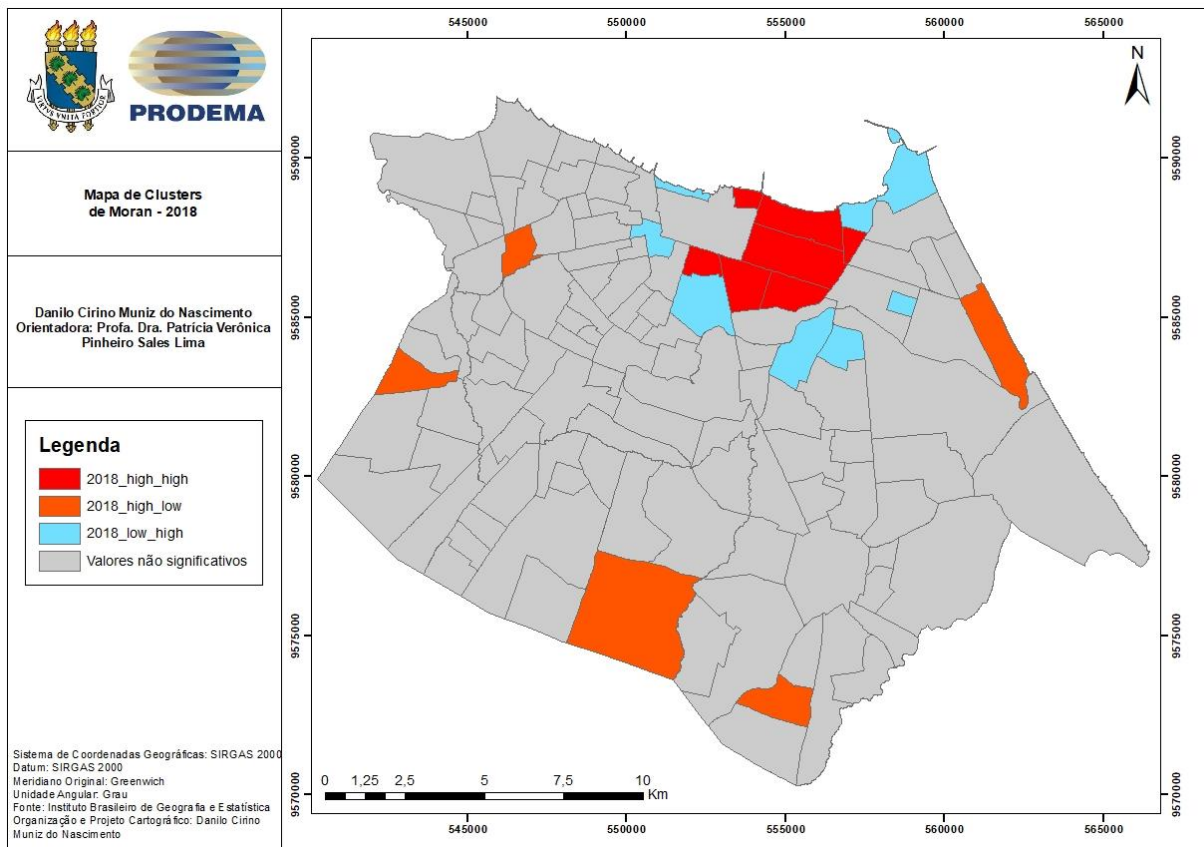
Fonte: Elaboração própria.

É válido ressaltar que além das correlações positivas, há também correlações negativas, representados pelos bairros que foram classificados como

*Low-High* e *High-Low*. Embora a regional VI seja a mais extensa, ela não é uma das mais densas, isso pode favorecer no combate à epidemia.

No ano de 2018, ano atípico avaliado e início da queda dos índices de infecção, o mapa de Moran revelou uma oscilação da área de atenção da Regional VI para o núcleo da Regional II (Figura 18). A Regional II é a região de Fortaleza que apresenta os melhores IDH e é a região que mais concentra renda na cidade. No ano de queda, os bairros Praia de Iracema, Meireles, Aldeota, Varjota, Dionísio Torres, Joaquim Távora e José Bonifácio – Este último pertencente à SER IV – apresentaram índices *High-High* quanto aos casos de Chikungunya no município de Fortaleza. Esse mapa mostra que, de fato, a renda não é fator de proteção para a Chikungunya, de modo que toda a população está suscetível à doença, com exceção daqueles que já a contraíram.

Figura 19. Mapa com o Índice de Moran para os bairros de Fortaleza, 2018



Fonte: Elaboração própria.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os casos de Chikungunya em Fortaleza apresentaram uma grande expansão entre 2016 e 2017, com queda em 2018. O grupo mais afetado pela doença nesse período foi o de adultos. Considerando-se os casos notificados as principais alterações na saúde dos infectados foram: presença de febre, artralgia intensa, cefaleia e mialgia, nessa ordem. Esses sintomas se manifestam independente do sexo. Contudo, no caso das mulheres, a presença de mialgia é estatisticamente mais frequente e no caso dos homens a presença de febre. Os adultos também sofrem alterações diferenciadas na saúde quando comparados com crianças, jovens e idosos.

O estudo mostrou que o único fator climático que afeta significativamente o número de casos de Chikungunya em Fortaleza é a precipitação pluviométrica defasada em um mês, ou seja, meses mais chuvosas tendem a aumentar o número médio de casos no mês seguinte.

As condições climáticas não alteram significativamente a ocorrência da doença, contudo a análise das características ambientais e socioeconômicas da cidade mostrou que a infraestrutura e fatores socioeconômicos explicam o número de casos, sendo a existência de praças, equipamentos de saúde e educação os principais determinantes dessa variável.

A análise espacial mostrou que, durante a epidemia, três bairros da Regional VI se mantiveram como núcleos de infecção por Chikungunya, realçando o índice de casos em seus vizinhos e requerem maior atenção por parte das políticas públicas. No ano de queda, a área crítica oscilou para o centro da SER II, mantendo um núcleo de infecção na parte mais rica da cidade. Nas demais áreas do município não houve relação significativa de padrões espaciais.

Quanto a limitações do estudo, é necessário realçar que, embora haja obrigatoriedade de notificação, a Chikungunya é uma doença negligenciada e isso se verifica nos vazios de informação causados ao redor dos grandes hospitais particulares da cidade, que pode influenciar estatisticamente nos resultados dos estudos epidemiológicos na cidade.

Outro ponto válido de ressaltar é a fragilidade de algumas variáveis quanto à qualidade da mesma. Embora os valores existam, a qualidade do abastecimento de água e da educação dos moradores, principalmente nas áreas da periferia da cidade,

são questionáveis. Além disso, por se tratar o estudo de análise utilizando uma escala pequena como o bairro, ainda assim, é um estudo realizado por médias das variáveis, o que diminui um pouco a sensibilidade das ferramentas estatísticas aplicadas.

Como sugestão para o enfrentamento da doença, é necessário indicar a atenção às políticas públicas que foquem na infraestrutura da cidade, melhorando a qualidade das instalações de saúde e educação, para diminuir ainda mais os índices de infecção por CHIKV no município.

Outro ponto de melhoria é a intensificação das políticas públicas nos bairros realçados durante épocas de epidemia, para que a qualidade de vida e saúde da população possam ser garantidas.

É válido afirmar a necessidade de novos estudos contemplando outras variáveis e que contemplem, também, os últimos anos com a presença da doença, para analisar o comportamento das variáveis em anos de baixa, na tentativa de mitigar, ou mesmo, erradicar a doença em solo fortalezense.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. **Econometria Espacial Aplicada**. 3ª ed. São Paulo: Alínea, 2012.
- BANERJEE, S.; ADITYA, G.; SAHA, G. K. Household wastes as larval habitats of dengue vectors: comparison between urban and rural areas of Kolkata, India. **PLOS ONE**. 2015.
- BARCELLOS, C. *et al.* Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia Serviços Saúde**. 2009.
- BARRERA, R.; AMADOR, M.; CLARK, G. G. Ecological factors influencing *Aedes aegypti* productivity in artificial containers in Salinas, Puerto Rico. **Journal of Medical Entomology**. V. 43, n. 3, p.484-492, 2006a.
- BARRERA, R.; AMADOR, M.; CLARK, G. G. Use of the pupal survey technique for measuring *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) productivity in Puerto Rico. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. 2006b.
- BARRETO, M. L. *et al.* Successes and failures in the control of infectious diseases in Brazil: social and environmental context, policies, interventions, and research needs. **Lancet**. V. 377, p. 1877-1889, 2011.
- BARRIENTOS, A. **Does Vulnerability Create Poverty Traps?**. Institute of Development Studies (IDS), Brighton: University of Sussex, Reino Unido, 2006.
- BATISTA, J. M. Relevância de bromélias como reservatório de larvas de *Aedes aegypti* no município de Paraty-RJ. **Revista Controle Biológico**. Vol.2. janeiro. 2010.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria General de los Sistemas**. 10ª ed. México: FCE, 1995.
- BHATT, S., *et al.* **The global distribution and burden of dengue**. Nature. 2013.
- BLAIKIE, P. **At Risk: Natural Hazards, People Vulnerability and Disasters**. Routledge. Ed .1. Janeiro. 1994.
- BRADY, O.J. *et al.* Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence-based consensus. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. 2012.
- BRASIL. **Monitoramento dos casos de dengue e febre de Chikungunya até a Semana Epidemiológica 4, 2015**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico 5. Vol. 46, fevereiro, 2015.
- BRASIL. **Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 50, 2017**. Secretaria de Vigilância

em Saúde, Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico 45. Vol. 48, dezembro, 2017.

BRASIL. **Monitoramento dos casos de dengue, febre de Chikungunya e doença aguda pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 49 de 2018**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico 59. Vol. 49, dezembro, 2018.

BRASIL. **Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, Chikungunya e Zika) até a Semana Epidemiológica 30 de 2019 e Levantamento Rápido de Índices para Aedes aegypti (LIRAA)**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Informe 30, agosto, 2019.

CÁCERES-MANRIQUE, F. M. *et al.* Conocimientos, actitudes y prácticas sobre dengue em dos barrios de Bucaramanga, Colombia. **Revista de salud pública**. V. 11, n. 1, p. 27-38, 2009.

CAPRARA, A. *et al.* Irregular water supply, household usage and dengue: a bio-social study in the Brazilian Northeast. **Cadernos de Saúde Pública**. V. 25, p. 125-136, 2009.

CARBAJO, A. E. *et al.* Dengue transmission risk maps of Argentina. **Tropical Medicine and International Health**. V. 6, n. 3, p. 170-183, 2001.

CARRINGTON, L. B. *et al.* Fluctuations at a low mean temperature accelerate dengue virus transmission by *Aedes aegypti*. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. 2013.

CASTRO, M. *et al.* Contextualización de uma estratégia comunitária integrada para la prevención del dengue. **Revista Cubana de Medicina Tropical**. V. 60, n. 1, p. 83-91, 2008.

CHIARAVALLLOTI NETO, F. *et al.* Controle do vetor do dengue e participação da comunidade em Catanduva, São Paulo, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 6, p. 1739-1749, Dec. 2003

COLÓN-GONZÁLEZ, F. J. *et al.* Climate variability and dengue fever in warm and humid Mexico. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. 2011.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20. 2003.

COURET, J.; BENEDICT, M.Q. A meta-analysis of the factors influencing development rate variation in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **BMC Ecology**. 2014.

CUNHA, J. M. P. Um sentido para a vulnerabilidade sociodemográfica nas metrópoles paulistas. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, Campinas. V. 21, N. 2. Dezembro, 2004.

DANIS-LOZANO, R.; RODRÍGUEZ, M. H.; HERNÁNDEZ-ÁVILA, M. Gender-related Family head schooling and *Aedes aegypti* larval breeding risk in Southern Mexico. **Salud Pública de México**. V. 44, n. 3, 2002.

EASTIN, M. D. *et al.* Intra and interseasonal autoregressive prediction of dengue outbreaks using local weather and regional climate for a tropical environment in Colombia. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. 2014.

EBI, K. L.; SEMENZA, J. C. Community-based adaptation to the health impacts of climate change. **American journal of preventive medicine**, v. 35, n. 5, p. 501-507, 2008.

FORTALEZA. **Plano plurianual 2018-2021**. Prefeitura de Fortaleza. 2017.

FORTALEZA. **Plano de contingência para enfrentamento e controle de epidemias por arboviroses**. Secretaria Municipal de Saúde / Coordenaria de Vigilância a Saúde. Fevereiro, 2018.

GOULD *et al.* Emerging arboviruses: Why today? **One Health**. França. 2017.

HAINES, A. *et al.* Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. **Public health**, v. 120, n. 7, p. 585-596, 2006.

HAIR, J. R. *et al.* **Análise Multivariada de Dados**. Porto Alegre, Bookman, 5ª ed. 2005.

HARLEY, D. *et al.* Climate services for health: cooperation for climate informed dengue surveillance. **Lancet Planet Health**. 2017.

HARVEY, D. O trabalho, o capital e o conflito de classes em torno do ambiente construído nas sociedades capitalistas avançadas. IN: **Revista Espaço e Debates**, n° 06, São Paulo. 1982.

HO, R. **Handbook of univariate and multivariate data analysis with IBM SPSS**. CRC press, 2013.

HORSTICK, O. *et al.* Dengue vector-control services: How do they work? A systematic literature review and country case studies. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**. V. 104, n. 6, p. 379-386, 2010.

HOSSAIN, M. S.; AKTER, S. Analyzing the Repercussions of Climate Change on the Outbreak of Chikungunya in Bangladesh. **Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering**, v. 9, n. 1, p. 15-31, 2019.

IBGE. **CENSO DEMOGRÁFICO 2010**: Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Brasil, 2010.

IPECE. **Perfil Municipal 2017 – Fortaleza**. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Ceará. 2017.

JOHANSSON, M. A., CUMMINGS, D. A. T., GLASS, G. E. Multiyear climate variability and dengue - El Niño Southern Oscillation, weather, and dengue incidence in Puerto Rico, Mexico, and Thailand: a longitudinal data analysis. **PLoS Med.** 2009.

LATTIN, J. CARROLL, J.D. GREEN, P.E. **Análise de Dados Multivariados.** São Paulo: Cengage Learning. 2011.

KAKARLA, S. G. *et al.* Temperature dependent transmission potential model for chikungunya in India. **Science of the total environment**, v. 647, p. 66-74, 2019.

LAZCANO, J. A. *et al.* Factores ecológicos asociados com la presencia de larvas de *Aedes aegypti* em zonas de alta infestación del municipio Playa, Ciudad de La Habana, Cuba. **Revista Panamericana de Salud Pública.** V.19, n. 6, p. 379-384, 2006.

LEPARC-GOFFART, I. *et al.* Chikungunya in the Americas. **Lancet.** 2014.

LIBORIO, M. *et al.* Estrategias de prevención de dengue – Rosario, Argentina. **Revista Brasileira de Epidemiologia.** V. 7, n. 3, p. 311-327, 2004.

LOWE, R. *et al.* Climate services for health: predicting the evolution of the 2016 dengue season in Machala, Ecuador. **Lancet Planet Health.** 2017.

LYON, B., BARNSTON, A. G. ENSO and the spatial extent of interannual precipitation extremes in tropical land areas. **Journal of Climate.** 2005.

MAROCO, J. **Análise estatística com utilização do SPSS.** 2. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2003.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente.** N. 10, p. 139-148, Editora UFPR, jul./dez. 2004.

MOHAMMED, A., CHADEE, D. D. Effects of different temperature regimens on the development of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) mosquitoes. **Acta Tropica.** 2011

MONDINI, A.; CHIARAVALLOTI NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista de Saúde Pública.** V. 41, n. 6, p. 923-930, 2007.

MONTES, G. A. A. *et al.* Evaluación de un módulo escolar sobre dengue y *Aedes aegypti* dirigido a escolares en Honduras. **Revista Panamericana de Salud Pública.** 2004.

OLIVEIRA, G. S. **O El Niño e Você: O fenômeno climático.** São José dos Campos. Editora Transtec, 2001.

OLIVEIRA, T. E. S.; MUSIS, C. R. Análise da flutuação das populações de *aedes aegypti* e *aedes albopictus* em uma escola de Cuiabá-MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET.** V. 18 n. 1. Abril, 2014.

OVIEDO-PASTRANA, M. *et al.* Epidemic outbreak of Chikungunya in two neighboring towns in the Colombian Caribbean: a survival analysis. **Archives of Public Health**. n 75. Colômbia, 2017.

PAHO. **Number of Reported Cases of Chikungunya Fever in the Americas, by Country or Territory 2017 (to week noted) Epidemiological Week / EW 36 (Updated as of 08 September 2017)**. Washington, D.C. Pan American Health Organization, World Health Organization, 2017.

PAHO/WHO. **Tool for the diagnosis and care of patients with suspected arboviral diseases**. Washington, D.C., Pan American Health Organization, World Health Organization, 2017.

PHILANDER, S. G. **El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation**. Estados Unidos. Academic Press, 1990.

PINDICK, R. S., RUBINFELD, D. L. **Econometrics models and economic forecasts**. New York, Mc Grow-hill, 1976

PNUD. **Proyecto regional de capacitación en gestión ambiental urbana. Guía metodológica de capacitación en gestión ambiental urbana para universidades de América Latina y el Caribe**. Nova York: UNDP/UNOPS, 1997.

PNUD. **Human Development Report 2016**. Published for the United Nations Development Programme (UNDP), Estocolmo, 2017.

PONTES, R. J. *et al.* Vector densities that potentiate dengue outbreaks in a Brazilian city. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. 2000.

RIBEIRO, A. F. *et al.* Association between dengue incidence and climatic factors. **Revista de Saúde Pública**. V. 40, n. 4, p. 671-676, 2006.

ROMANI, M. E. T. *et al.* Achieving sustainability of community-based dengue control in Santiago de Cuba. **Social Science and Medicine**. V. 64, p. 976-988, 2007.

RYAN, S. J. *et al.* Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 13, n. 3, p. e0007213, 2019.

SANTOS, M. E. M. *et al.* Ações educativas para o combate ao mosquito aedes aegypti em uma escola da região metropolitana de São Luís. **Revista Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 14, n. 1, 2017.

SHEPARD, D. S. *et al.* The global economic burden of dengue: a systematic analysis. **Lancet Infectious Diseases**. 2016.

SILVA, P. C.; MARTINS, A. M.; SCHALL, V. T. Cooperação entre agentes de endemias e escolas na identificação e controle da dengue **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, vol. 26, núm. 3, julho-setembro, 2013.

SMOLKA, M. O. Meio ambiente e estrutura intra-urbana. IN: MARTINE, George. **População, meio ambiente e desenvolvimento: verdades e contradições**. Campinas. UNICAMP, 1993.

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

STANAWAY, J. D. *et al.* The global burden of dengue: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2013. **Lancet Infectious Diseases**. 2016.

STEWART IBARRA, A. M. *et al.* Dengue vector dynamics (*Aedes aegypti*) influenced by climate and social factors in Ecuador: implications for targeted Control. **PLOS ONE**. 2013.

STEWART IBARRA, A. M.; LOWE, R. Climate and non-climate drivers of dengue epidemics in southern coastal Ecuador. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. 2013.

STEWART IBARRA, A. M. *et al.* A social-ecological analysis of community perceptions of dengue fever and *Aedes aegypti* in Machala, Ecuador. **BMC Public Health**. 2014.

STEWART IBARRA, A. M.; MUNOZ A. G. *et al.* Spatiotemporal clustering, climate periodicity, and social-ecological risk factors for dengue during an outbreak in Machala, Ecuador, in 2010. **BMC Infectious Diseases**. 2014.

TAKAHASHI, L. *et al.* Mathematical models for the dispersal dynamics: travelling waves by wing and wind. **Bulletin of Mathematical Biology**, 2005.

TONG, S.; EBI, K. Preventing and mitigating health risks of climate change. **Environmental research**, v. 174, p. 9-13, 2019.

TOZAN, Y. *et al.* Transmission dynamics of dengue and chikungunya in a changing climate: do we understand the eco-evolutionary response?. **Expert Review of Anti-infective Therapy**, p. 1-7, 2020.

TUN-LIN, W., BURKOT, T. R., KAY, B. H. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. **Medical and Veterinary Entomology**. 2000.

WATTS, D.M. *et al.* Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for dengue 2 virus. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. 1986.

WHITEMAN, A. *et al.* Socioeconomic and demographic predictors of resident knowledge, attitude, and practice regarding arthropod-borne viruses in Panama. **BMC Public Health**. n 18. Panamá, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION / WHO. **Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control - New Edition**. World Health Organization, France, 2009

WORLD HEALTH ORGANIZATION / WHO. **Integrating neglected tropical diseases into global health and development: fourth WHO report on neglected tropical diseases**. World Health Organization, 2017.

YASUNO, M., TONN, R. J. A study of biting habits of *Aedes aegypti* in Bangkok, Thailand. **Bulletin of the World Health Organization**. 1970.

## APÊNDICE A – FORMULÁRIO DO SINAN COM DADOS DA POPULAÇÃO ATINGIDA

### SINAN

República Federativa do Brasil Ministério da Saúde		SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO		Nº	
<b>FICHA DE INVESTIGAÇÃO DENGUE E FEBRE DE CHIKUNGUNYA</b>					
<p><b>Caso suspeito de dengue:</b> pessoa que viva ou tenha viajado nos últimos 14 dias para área onde esteja ocorrendo transmissão de dengue ou tenha presença de <i>Ae. aegypti</i> que apresente febre, usualmente entre 2 e 7 dias, e apresente duas ou mais das seguintes manifestações: náuseas, vômitos, exantema, mialgias, cefaléia, dor retroorbital, petéquias ou prova do laço positiva e leucopenia.</p> <p><b>Caso suspeito de Chikungunya:</b> febre de início súbito e artralgia ou artrite intensa com início agudo, não explicado por outras condições, que resida ou tenha viajado para áreas endêmicas ou epidêmicas até 14 dias antes do início dos sintomas, ou que tenha vínculo epidemiológico com um caso importado confirmado.</p>					
Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual				
	2 Agravado/doença 1- DENGUE 2- CHIKUNGUNYA <input type="checkbox"/>		Código (CID10) A 90 A 92	3 Data da Notificação	
	4 UF	5 Município de Notificação	Código (IBGE)		
6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)		Código	7 Data dos Primeiros Sintomas		
Notificação Individual	8 Nome do Paciente			9 Data de Nascimento	
	10 (ou) Idade 1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano	11 Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	12 Gestante 1-1º Trimestre 2-2º Trimestre 3-3º Trimestre 4- Idade gestacional Ignorada 5-Não 6- Não se aplica 9- Ignorado	13 Raça/Cor 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9- Ignorado	
	14 Escolaridade 0-Analfabeto 1-1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3-5ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4-Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5-Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6-Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7-Educação superior incompleta 8-Educação superior completa 9-Ignorado 10- Não se aplica				
	15 Número do Cartão SUS		16 Nome da mãe		
	17 UF		18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito
Dados de Residência	20 Bairro		21 Logradouro (rua, avenida,...)		
	22 Número		23 Complemento (apto., casa, ...)		
	24 Geo campo 1		25 Geo campo 2		
	26 Ponto de Referência		27 CEP		
	28 (DDD) Telefone		29 Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado		30 País (se residente fora do Brasil)
	<b>Dados clínicos e laboratoriais</b>				
Inv.	31 Data da Investigação		32 Ocupação		
	33 Sinais clínicos 1-Sim 2- Não <input type="checkbox"/> Febre <input type="checkbox"/> Cefaleia <input type="checkbox"/> Vômito <input type="checkbox"/> Dor nas costas <input type="checkbox"/> Artrite <input type="checkbox"/> Petéquias <input type="checkbox"/> Prova do laço positiva <input type="checkbox"/> Mialgia <input type="checkbox"/> Exantema <input type="checkbox"/> Náuseas <input type="checkbox"/> Conjuntivite <input type="checkbox"/> Artralgia intensa <input type="checkbox"/> Leucopenia <input type="checkbox"/> Dor retroorbital				
Dados clínicos	34 Doenças pré-existent 1-Sim 2- Não <input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> Hepatopatias <input type="checkbox"/> Hipertensão arterial <input type="checkbox"/> Doenças auto-imunes <input type="checkbox"/> Doenças hematológicas <input type="checkbox"/> Doença renal crônica <input type="checkbox"/> Doença ácido-péptica				
	Dados laboratoriais	35 Sorologia (IgM) Chikungunya Data da Coleta da 1ª Amostra (S1)		36 Sorologia (IgM) Chikungunya Data da Coleta da 2ª Amostra (S2)	
38 Resultado S1 <input type="checkbox"/> S2 <input type="checkbox"/> PRNT <input type="checkbox"/> 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3 - Inconclusivo 4 - Não Realizado		39 Sorologia (IgM) Dengue Data da Coleta		40 Exame NS1 Data da Coleta	
41 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		42 Sorologia (IgM) Dengue Data da Coleta		43 Exame NS1 Data da Coleta	
44 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não Realizado		45 Isolamento Data da Coleta		46 RT-PCR Data da Coleta	
47 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		48 Sorotipo 1- DENV 1 2- DENV 2 3- DENV 3 4 - DENV 4		49 Histopatologia 1- Compatível 2-Incompatível 3- Inconclusivo 4 - Não realizado	
49 Resultado 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado		50 Imunohistoquímica 1- Positivo 2- Negativo 3- Inconclusivo 4 - Não realizado			



Hospitalização	50 Ocorreu Hospitalização? 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	51 Data da Internação	52 UF	53 Município do Hospital	Código (IBGE)
	54 Nome do Hospital	Código	55 (DDD) Telefone		
Conclusão	Local Provável de Infecção (no período de 15 dias)				
	56 O caso é autóctone do município de residência? 1-Sim 2-Não 3-Indeterminado <input type="checkbox"/>	57 UF	58 País		
	59 Município	Código (IBGE)	60 Distrito	61 Bairro	
	62 Classificação 5- Descartado 10- Dengue 11- Dengue com Sinais de Alarme 12- Dengue Grave 13- Chikungunya	63 Critério de Confirmação/Descarte 1 - Laboratório 2 - Clínico-Epidemiológico 3-Em investigação		64 Apresentação clínica 1- Aguda 2- Crônica	
	65 Evolução do Caso 1-Cura 2- Óbito pelo agravo 3- Óbito por outras causas 4-Óbito em investigação 9-Ignorado	66 Data do Óbito		67 Data do Encerramento	

**Preencher os sinais clínicos para Dengue com Sinais de Alarme e Dengue Grave**

Dados Clínicos - Dengue com Sinais de Alarme e Dengue Grave	68 Dengue com sinais de alarme <input type="checkbox"/> 1-Sim 2- Não	<input type="checkbox"/> Vômitos persistentes	<input type="checkbox"/> Aumento progressivo do hematócrito	69 Data de início dos sinais de alarme:
	<input type="checkbox"/> Hipotensão postural e/ou lipotímia	<input type="checkbox"/> Dor abdominal intensa e contínua	<input type="checkbox"/> Hepatomegalia >= 2cm	
	<input type="checkbox"/> Queda abrupta de plaquetas	<input type="checkbox"/> Letargia ou irritabilidade	<input type="checkbox"/> Acúmulo de líquidos	
		<input type="checkbox"/> Sangramento de mucosa/outras hemorragias		
	70 Dengue grave <input type="checkbox"/> 1-Sim 2- Não	<b>Sangramento grave:</b>		
	<b>Extravasamento grave de plasma:</b>	<input type="checkbox"/> Hematêmese	<input type="checkbox"/> Metrorragia volumosa	
	<input type="checkbox"/> Pulso débil ou indetectável	<input type="checkbox"/> Taquicardia	<input type="checkbox"/> Melena	<input type="checkbox"/> Sangramento do SNC
	<input type="checkbox"/> PA convergente <= 20 mmHg	<input type="checkbox"/> Extremidades frias	<b>Comprometimento grave de órgãos:</b>	
	<input type="checkbox"/> Tempo de enchimento capilar	<input type="checkbox"/> Hipotensão arterial em fase tardia	<input type="checkbox"/> AST/ALT > 1.000	<input type="checkbox"/> Miocardite <input type="checkbox"/> Alteração da consciência
	<input type="checkbox"/> Acúmulo de líquidos com insuficiência respiratória		<input type="checkbox"/> Outros órgãos, especificar:	
	71 Data de início dos sinais de gravidade:			

**Informações complementares e observações**

**Observações Adicionais**


Investigador	Município/Unidade de Saúde	Cód. da Unid. de Saúde	
	Nome	Função	Assinatura

## APÊNDICE B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** FATORES AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICOS DA DISTRIBUIÇÃO DA CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA - CE

**Pesquisador:** DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 15810019.2.0000.5054

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.418.070

#### Apresentação do Projeto:

Esse projeto visa estudar os doentes por chikungunya na cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, entre os anos de 2015 e 2018, totalizando

80.089 pessoas, segundo a vigilância epidemiológica do município. As análises serão feitas por um modelo de Regressão Ponderada

Geograficamente, com o intuito de hierarquizar as variáveis mais importantes para identificação dos doentes. Com isso, o estudo visa propor

mudanças nas políticas públicas que combatam diretamente as variáveis de maior impacto nos diversos ambientes da cidade de Fortaleza. Impactos

diferentes de variáveis diferentes em ambientes diferentes são esperadas, dessa forma, o projeto identificará quais as melhores abordagens para

mitigar o impacto da doença na cidade de Fortaleza, e em cidades com características semelhantes.

#### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Primário:**

Verificar os fatores determinantes dos casos de chikungunya nos bairros de Fortaleza.

**Objetivo Secundário:**

Identificar os fatores ambientais e socioeconômicos que influenciam o número de doentes por

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**CEP:** 60.430-275

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-8344

**E-mail:** comepe@ufc.br

Continuação do Parecer: 3.418.070

chikungunya nos diferentes bairros de

Fortaleza; Analisar a relação entre o número de casos de chikungunya e os fatores ambientais e socioeconômicos; Hierarquizar os fatores

determinantes do número de doentes de chikungunya; Classificar os bairros de Fortaleza segundo seus principais fatores de vulnerabilidade à

proliferação da chikungunya; Propor mudanças na abordagem governamental para mitigar o número de casos e doentes que sofrem com a febre

chikungunya

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Não há possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer fase de uma

pesquisa e dela decorrente, pois será trabalhado somente o banco de dados contendo informações dos mesmos.

Benefícios:

O presente estudo oferece elevada possibilidade de gerar conhecimento para entender, prevenir ou mitigar o danos que a chikungunya imprime

sobre a população de Fortaleza.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Estima-se que essa pesquisa hierarquizará a importância das variáveis socioeconômicas e ambientais que vulnerabilizam a população à chikungunya, no município de Fortaleza, que permitirá, ao setor do governo responsável, uma abordagem mais eficaz na prevenção e combate à doença.

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

Em conformidade.

**Recomendações:**

Sem recomendações

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

Sem pendências

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

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**CEP:** 60.430-275

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-8344

**E-mail:** comepe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 3.418.070

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1325190.pdf	22/05/2019 14:32:38		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Chikungunya_Comite.docx	22/05/2019 14:31:48	DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO	Aceito
Outros	termo_de_compromisso.pdf	22/05/2019 14:30:18	DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	22/05/2019 14:29:30	DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO	Aceito
Outros	fiel_depositario.pdf	22/05/2019 14:29:21	DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO	Aceito
Outros	apreciacao.pdf	22/05/2019 14:27:10	DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	isencao.pdf	22/05/2019 14:26:42	DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	concordancia.pdf	22/05/2019 14:24:56	DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	22/05/2019 14:23:06	DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	22/05/2019 14:22:05	DANILO CIRINO MUNIZ DO NASCIMENTO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FORTALEZA, 27 de Junho de 2019

Assinado por:  
**FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**CEP:** 60.430-275

**UF:** CE **Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-8344

**E-mail:** comepe@ufc.br

## APÊNDICE C – MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICAS

Correlations

		IDH	%esgoto	_% _Coleta_lixo	%alfab	Equipament_ saude	Equipament_ educ_estad	Pracas_pub	Densidade_d emog	Renda_medi a
IDH	Pearson Correlation	1	,439**	,128	,880**	-,092	-,476**	,051	-,043	,883**
	Sig. (2-tailed)		,000	,167	,000	,318	,000	,581	,642	,000
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119
%esgoto	Pearson Correlation	,439**	1	,232*	,478**	-,086	-,275**	,076	,268**	,180
	Sig. (2-tailed)	,000		,011	,000	,355	,002	,413	,003	,050
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119
_%_Coleta_lixo	Pearson Correlation	,128	,232*	1	,195*	,026	-,052	,345**	,441**	,035
	Sig. (2-tailed)	,167	,011		,033	,778	,577	,000	,000	,709
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119
%alfab	Pearson Correlation	,880**	,478**	,195*	1	-,038	-,418**	,174	,031	,659**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,033		,681	,000	,058	,734	,000
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119
Equipament_saude	Pearson Correlation	-,092	-,086	,026	-,038	1	,559**	,536**	-,019	-,154
	Sig. (2-tailed)	,318	,355	,778	,681		,000	,000	,841	,095
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119
Equipament_educ_estad	Pearson Correlation	-,476**	-,275**	-,052	-,418**	,559**	1	,379**	,070	-,423**
	Sig. (2-tailed)	,000	,002	,577	,000	,000		,000	,446	,000
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119
Pracas_pub	Pearson Correlation	,051	,076	,345**	,174	,536**	,379**	1	,075	-,003
	Sig. (2-tailed)	,581	,413	,000	,058	,000	,000		,418	,971
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119
Densidade_demog	Pearson Correlation	-,043	,268**	,441**	,031	-,019	,070	,075	1	-,191*
	Sig. (2-tailed)	,642	,003	,000	,734	,841	,446	,418		,037
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119
Renda_media	Pearson Correlation	,883**	,180	,035	,659**	-,154	-,423**	-,003	-,191*	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,050	,709	,000	,095	,000	,971	,037	
	N	119	119	119	119	119	119	119	119	119

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

## APÊNDICE D – RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL

Tabela D1 – Teste de Bartlett e KMO no modelo de análise fatorial estimado no estudo

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,566
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	623,757
	df	45
	Sig.	,000

Tabela D2 – Total de Variância Explicada no modelo de análise fatorial estimado no estudo

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,228	32,277	32,277	3,228	32,277	32,277	3,074	30,736	30,736
2	2,099	20,994	53,271	2,099	20,994	53,271	1,985	19,849	50,585
3	1,565	15,649	68,920	1,565	15,649	68,920	1,548	15,482	66,067
4	1,131	11,314	80,234	1,131	11,314	80,234	1,417	14,167	80,234
5	,536	5,358	85,592						
6	,456	4,560	90,152						
7	,377	3,773	93,925						
8	,293	2,928	96,853						
9	,272	2,718	99,570						
10	,043	,430	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.