



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Natalie Rosa Pires Neves

**Análise da ocorrência de dengue e chikungunya em Paço do Lumiar, MA (2013-2016):
uma abordagem espacial**

Rio de Janeiro

2018

Natalie Rosa Pires Neves

**Análise da ocorrência de dengue e chikungunya em Paço do Lumiar, MA (2013-2016):
uma abordagem espacial**

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

Orientador(a): Prof. Dr. Reinaldo Souza dos Santos

Rio de Janeiro

2018

Catálogo na fonte
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde
Biblioteca de Saúde Pública

N519a Neves, Natalie Rosa Pires.
 Análise da ocorrência de dengue e chikungunya em Paço do
 Lumiar, MA (2013-2016): uma abordagem espacial / Natalie Rosa
 Pires Neves. -- 2018.
 134 f. ; il. color. , graf. ; mapas ; tab.

 Orientador: Reinaldo Souza dos Santos.
 Dissertação (mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola
 Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2018.

 1. Dengue - epidemiologia. 2. Vírus Chikungunya. 3. Febre de
 Chikungunya - epidemiologia. 4. Análise Espacial. 5. Incidência.
 I. Título.

CDD – 22.ed. – 614.58852098121

Natalie Rosa Pires Neves

Análise da ocorrência de dengue e chikungunya em Paço do Lumiar, MA (2013-2016):

uma abordagem espacial

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

Aprovada em: 28 de fevereiro de 2018

Banca Examinadora

Prof^ª. Dra. Regina Flauzino Fernandes (externo)
Universidade Federal Fluminense

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

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

Rio de Janeiro

2018

Dedico este trabalho ao meu esposo, Elisson, por seu apoio incondicional; à minha mãe, pelo incentivo ininterrupto desde sempre; e ao meu avô (*in memoriam*), nosso leitor por excelência.

AGRADECIMENTOS

A Deus, autor da vida e Aquele que prometeu que *“todas as coisas concorrem para o bem daqueles que O amam”* (Rm 8, 28), assim cumprindo em todos os dias da minha vida.

Ao meu esposo, Elisson Neves, pelo investimento incerto há 14 anos atrás, pela dedicação e amor desde então, sem o qual nada teria sido possível.

A minha mãe, Claudia Rosa, que foi a primeira a acreditar em mim, desde que nasci; cada passo meu eu devo primeiro a você.

A toda a minha família e amigos, que me apoiaram desde sempre na realização deste sonho, nas pessoas de Robin Rosa (meu irmão), Bruna Rafaela e Marília (as primeiras amigas de quem me lembro na vida e que me suportam até hoje), Marcelo Bonates (que é mais que um irmão e viveu comigo cada etapa deste empreendimento) e Maria Lucília (uma sogra que é como uma mãe); a todos que eu amo, por compreenderem e suportarem as ausências, e acima de tudo, por sempre me acolherem de volta.

À Secretaria Municipal de Paço do Lumiar, que durante 5 anos me confiou a vivência na epidemiologia, cedeu os dados para este estudo e apoiou os momentos de ausências necessárias para a realização deste mestrado.

À Faculdade Pitágoras pelo apoio e compreensão nesta caminhada, valorizando tão árdua conquista.

Ao Hospital Municipal Djalma Marques (Socorrão 1), por também apoiar esta empreitada e compreender as ausências necessárias.

À Prof. Dra. Andréa Sobral, por ser uma fonte de inspiração como pesquisadora, professora e pessoa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Reinaldo, por todo o apoio e confiança, por muitas vezes ter mais fé em mim do que eu mesma e apenas saber disso me levou em frente, muitas vezes; sua maneira de ser docente modificou totalmente a minha maneira de educar também, e hoje sou muito mais feliz e realizada como professora.

À Escola Nacional de Saúde Pública, da Fundação Oswaldo Cruz, por vir de tão longe realizar meu sonho; por todos os ensinamentos e professores da mais alta qualidade, pela paciência de cada professor em nos ensinar os caminhos da pesquisa, o amor pelo conhecimento, a superação de nossos limites e a certeza de que ainda há muito a alcançar.

Sucesso é acordar de manhã - não importa quem você seja, onde você esteja, se é velho ou se é jovem - e sair da cama porque existem coisas importantes que você adora fazer, nas quais você acredita, e em que você é bom. Algo que é maior que você, que você quase não aguenta esperar para fazer hoje.

Whit Hoss

RESUMO

Arboviroses são doenças causadas por vírus e transmitidas por mosquitos (artrópodes) a humanos, a animais ou a ambos; dengue é uma doença endêmica há muitos anos no Brasil e no Maranhão, e chikungunya foi introduzida recentemente no território nacional. Este trabalho teve como objetivo analisar os fatores associados à ocorrência de dengue e chikungunya por bairros no município de Paço do Lumiar, Maranhão, entre os anos de 2013 a 2016, através de um estudo ecológico baseado em geoprocessamento utilizando dados do SINAN, SISPNCD e IBGE. Foram confirmados 400 casos de dengue no período estudado e 748 casos de chikungunya, apenas em 2016, com predomínio do sexo feminino ($\chi^2 = 6,25$; p-valor = 0,012 para dengue e $\chi^2 = 74,46$; p valor < 0,05 para chikungunya) e faixa etária adulta mais atingida em ambas ($\chi^2 = 371,96$; p valor < 0,05 para dengue e $\chi^2 = 731,45$; p valor < 0,05 para chikungunya). O adoecimento foi mais prevalente na área urbana, que possui, segundo o IBGE, melhores condições socioeconômicas e de entorno (maior escolaridade, maior renda, maior cobertura de serviços como água encanada, esgotamento sanitário, pavimentação, iluminação pública), além de maior densidade demográfica. O índice de Moran local bivariado entre as taxas de incidência de dengue e chikungunya (em 2016) apresentou aglomerados de baixa incidência de ambas na área rural e alta incidência na área urbana. O número absoluto de casos foi maior na estação seca, exceto em 2016 (assim como para chikungunya). Os índices de infestação predial se mostraram pouco representativos devido à baixa cobertura de imóveis visitados na maioria dos ciclos do período, não demonstrando padrão no espaço nem associação espacial com as taxas de incidência; o aumento do número de casos de dengue geralmente ocorreu dois meses após os picos da infestação. Os índices de Moran demonstraram as seguintes variáveis socioeconômicas associadas a nível global e local com as taxas de incidência: densidade demográfica, taxa de analfabetismo, percentual de coleta de lixo e de iluminação pública; muitos resultados demonstraram heterogeneidade espacial. Os casos de dengue e chikungunya concentraram-se nas áreas urbanas do município, as quais detêm os melhores níveis socioeconômicos (melhores condições de vida) e maiores densidades demográficas. Recomendações: qualificar as ações da vigilância entomológica, pois os IIP ainda são preditores importantes para o adoecimento, intervir preventivamente no elevado número total de casos durante todo o ano e não apenas na estação chuvosa, rever as definições territoriais para melhor atuação da vigilância epidemiológica.

Palavras-chave: Epidemiologia. Dengue. Chikungunya. Análise espacial.

ABSTRACT

Arboviruses are diseases caused by virus and transmitted by mosquitoes (arthropods) to humans, animals or both; dengue fever has been an endemic disease for many years in Brazil and Maranhão, and chikungunya has been recently introduced in national territory. This study aimed to analyze the factors associated to the occurrence of dengue and chikungunya by neighborhoods in Paço do Lumiar city, Maranhão state, between 2013 and 2016, through an ecological study based on geoprocessing using data from SINAN, SISPNC and IBGE. 400 cases of dengue were confirmed during the study and 748 cases of chikungunya, only in 2016, mostly female ($\chi^2 = 6.25$; p value = 0.012 for dengue and $\chi^2 = 74.46$; p value < 0.05 for chikungunya) and the most affected age group was adult for both ($\chi^2 = 371.96$; p value < 0.05 for dengue and $\chi^2 = 731.45$; p value < 0.05 for chikungunya). Illness was more prevalent in the urban area, which holds, according to IBGE, better socioeconomic and surroundings conditions (higher education, higher income, larger coverage of services like piped water, sanitation, paving, street lighting), in addition to higher demographic density. Moran index between incidence rates of dengue and chikungunya (in 2016) showed clusters of low incidence of both diseases in rural area and high incidence in urban area. The absolute number of cases was higher in the dry season, except for 2016 (as well as for chikungunya). Building infestation indices were little representative due to the low coverage of buildings visited in most cycles for the period, showing no default in space or spatial association with incidence rates; the increase in cases of dengue usually occurred two months after the infestation peaks. The Moran local bivariated index showed the following socioeconomic variables associated at global and local levels: demographic density, literacy rate, percentage of garbage collection and street lighting; many results showed spatial heterogeneity. Cases of dengue and chikungunya focused on urban areas of the municipality, which have the best socioeconomic levels (better life conditions) and higher demographic densities. Recommendations: to qualify the actions of entomological surveillance, since the IIP are still important predictors for the illness, intervene preventively in the high number of cases all over the year and not only in the rainy season, review territorial definitions for a better performance of the epidemiological surveillance.

Keywords: Epidemiology. Dengue fever. Chikungunya. Spatial analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Localização de Paço do Lumiar, Estado do Maranhão, e distribuição dos setores censitários	40
Figura 2 -	Criação da malha de polígonos de bairros de Paço do Lumiar, Maranhão	46
Figura 3 -	Diagrama de espalhamento de Moran	50
Figura 4 -	Taxas de incidência anuais de dengue (casos/10.000 habitantes) por bairros (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, de 2013 a 2016	57
Figura 5 -	Taxa de incidência anual de chikungunya (casos/10.000 habitantes) por bairros (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, em 2016	57
Figura 6 -	Classificação dos polígonos de bairros de Paço do Lumiar, Maranhão, por tipo (urbano ou rural) segundo o censo demográfico 2010 (IBGE) ...	59
Figura 7 -	Distribuição do número de moradores e densidade demográfica dos polígonos (com destaque para área urbana) de Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE)	60
Figura 8 -	Renda mensal média dos domicílios particulares permanentes e proporção de domicílios com responsável analfabeto por bairro (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE)	61
Figura 9 -	Proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral, esgotamento sanitário via rede geral ou fossa séptica, lixo coletado e lixo acumulado nos logradouros por bairro (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE)	62
Figura 10 -	Proporção de domicílios particulares permanentes com pavimentação e com iluminação pública por polígono (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE)	62
Figura 11 -	Proporção de domicílios particulares permanentes com arborização por polígono (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE)	67

Figura 12 - Distribuição da taxa de incidência da dengue segundo o índice de infestação predial por ciclos de trabalho em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016	67
Figura 13 - Distribuição da taxa de incidência de chikungunya segundo o índice de infestação predial por ciclos de trabalho em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016	67
Figura 14 - Distribuição da taxa de incidência da dengue segundo o índice de infestação predial por período de precipitação e estiagem em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016	68
Figura 15 - Distribuição espacial da classificação dos Índices de Infestação Predial (IIP) em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016	69
Figura 16 - Índices de Moran Local Univariados para os índices de infestação predial de 2013 a 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão	76
Figura 17 - Índices de Moran Local Univariado das taxas de incidência anuais de dengue (casos/10.000hab), de 2013 a 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão	76
Figura 18 - Índices de Moran Local Univariado da taxa de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) em 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão	77
Figura 19 - Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) e índices de infestação predial de 2013 a 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão	78
Figura 20 - Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) e índice de infestação predial de 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão	78
Figura 21 - Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de dengue e chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão	79
Figura 22 - Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/100.000hab) de 2013 a 2016 e densidade demográfica em Paço do Lumiar, Maranhão	80
Figura 23 - Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e densidade demográfica em Paço do Lumiar, Maranhão	81
Figura 24 - Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue	

	(casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e renda média mensal por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	81
Figura 25 -	Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e renda mensal média por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	82
Figura 26 -	Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de analfabetismo entre os responsáveis pelo domicílio particular permanente por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	82
Figura 27 -	Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de analfabetismo entre os responsáveis pelo domicílio particular por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	83
Figura 28 -	Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de abastecimento de água da rede geral por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	83
Figura 29 -	Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e e proporção de abastecimento de água da rede geral por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	84
Figura 30 -	Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de coleta de lixo por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	85
Figura 31 -	Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de coleta de lixo por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	86
Figura 32 -	Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de esgotamento sanitário por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	86
Figura 33 -	Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de esgotamento sanitário por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	87
Figura 34 -	Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de lixo acumulado por	

	bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	88
Figura 35 -	Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de lixo acumulado por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	88
Figura 36 -	Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de pavimentação por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	89
Figura 37 -	Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de pavimentação por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	89
Figura 38 -	Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de iluminação pública por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	90
Figura 39 -	Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de iluminação pública por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Distribuição administrativa do município de Paço do Lumiar – 2017	39
Tabela 2 -	Percentual de casos de dengue e chikungunya utilizados para análise espacial em Paço do Lumiar, Maranhão, de 2013 a 2016	47
Tabela 3 -	Número de casos confirmados e taxa de incidência anual de dengue em Paço do Lumiar entre 2013 e 2014	51
Tabela 4 -	Casos de dengue e critérios de confirmação em Paço do Lumiar entre 2013 e 2016	52
Tabela 5 -	Caracterização sociodemográfica dos casos de dengue em Paço do Lumiar, entre 2013 e 2016	53
Tabela 6 -	Caracterização sociodemográfica dos casos de chikungunya em Paço do Lumiar em 2016	55
Tabela 7 -	Número de bairros por taxa de incidência (casos/10.000 habitantes) anual em Paço do Lumiar, Maranhão, de 2013 a 2016	56
Tabela 8 -	Características dos casos de dengue e chikungunya em 2016, em Paço do Lumiar, Maranhão	64
Tabela 9 -	Número de imóveis trabalhados e Índice de Infestação Predial (IIP) por ciclo de trabalho dos ACE de 2013 a 2016, em Paço do Lumiar/MA	65
Tabela 10 -	Índices de Infestação Predial e taxas de incidência de dengue de 2013 a 2016 e chikungunya em 2016, por ciclo de trabalho, em Paço do Lumiar/MA	66
Tabela 11 -	Classificação dos polígonos de bairros quanto aos Índices de Infestação Predial, segundo Ministério da Saúde (2009), em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016	69
Tabela 12 -	Índice de Moran Global Univariado das taxas de incidência anuais de dengue e chikungunya e IIP anuais de 2013 a 2016 e dos indicadores socioeconômicos e de entorno (segundo IBGE, 2010) de Paço do Lumiar, Maranhão	71
Tabela 13 -	Índices de Moran Globais Bivariados para taxas de incidência de Dengue de 2013 a 2016 e para Taxa de incidência de chikungunya em 2016, em Paço do Lumiar, Maranhão	72
Tabela 14 -	Índices de Moran Globais Bivariados para os índices de infestação predial	

de 2013 a 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão

74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACE	Agentes Comunitários de Endermias
AST	Aspartato aminotransferase
ALT	Alanina aminotransferase
Ensp	Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IIP	Índice de Infestação Predial
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização PanAmericana de Saúde
RNA	Ribonucleic Acid
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SISPNCD	Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1	Arboviroses Atuais em Áreas Urbanas	20
2.2	Dengue	21
2.3	Chikungunya	24
2.4	Vetor <i>Aedes</i> sp. e sua relação com o ambiente	28
2.5	Geoprocessamento em saúde	31
2.6	Indicadores socioeconômicos e ambientais e sua relação com dengue	34
3	JUSTIFICATIVA	37
4	OBJETIVOS.....	38
4.1	Objetivo Geral.....	38
4.2	Objetivos Específicos.....	38
5	METODOLOGIA	39
5.1	Tipo de estudo	39
5.2	Área e população de estudo	39
5.2.1	Localização geográfica/administrativa	39
5.2.2	Vias de acesso	40
5.2.3	População	41
5.2.4	Características ambientais	41
5.3	Fontes de dados	42

5.4	Variáveis de estudo	43
5.5	Compatibilização e análise dos dados	44
5.6	Descrição epidemiológica	46
5.7	Análise espacial	47
5.7.1	Mapas temáticos	48
5.7.2	Cálculo de autocorrelação global - Moran Global Univariado e Bivariado	48
5.7.3	Índice de Moran Local	49
5.8	Aspectos éticos	50
6	RESULTADOS.....	51
6.1	Perfil epidemiológico da dengue em Paço do Lumiar de 2013 a 2016	51
6.2	Perfil epidemiológico da chikungunya em Paço do Lumiar em 2016	54
6.3	Distribuição espacial anual dos casos de dengue e chikungunya	56
6.4	Distribuição espacial das variáveis socioeconômicas e de entorno	58
6.5	Comparação entre a ocorrência de dengue e chikungunya	63
6.6	Descrição da ocorrência de <i>Aedes</i> sp.	65
6.7	Identificação das associações entre as distribuições espaciais das variáveis	70
6.7.1	Índices de Moran Globais Univariados e Bivariados	70
6.7.2	Índices de Moran Locais Univariados e Bivariados	73
7	DISCUSSÃO	92
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
	REFERÊNCIAS	107

APÊNDICE A	125
APÊNDICE B	128
APÊNDICE C	131
APÊNDICE D	133

1 INTRODUÇÃO

Arboviroses são doenças causadas por vírus e transmitidas por mosquitos (artrópodes) a humanos, a animais ou a ambos. Existem cerca de 545 espécies de arbovírus, e no mínimo 150 adoecem pessoas (LOPES; NOZAWA; LINHARES, 2014). A disseminação deste tipo de infecção está, portanto, diretamente ligada às condições de desenvolvimento do vetor, isto é, climáticas e ambientais, como desmatamentos e a urbanização desorganizada que gera cidades grandes, populosas e infestadas de mosquitos perpetuando os ciclos de transmissão. Tais condições de vida facilitam a disseminação dos vírus, que podem se espalhar por grandes distâncias através de viajantes infectados. Muitas arboviroses têm causado sérios danos a saúde pública mundial, e por isso merecem atenção (LIMA-CAMARA, 2016).

A dengue é um dos principais problemas de saúde pública no mundo, especialmente nos países tropicais, onde as condições do meio ambiente (condições sanitárias deficientes, habitações precárias e inexistência ou inadequada rede de água) favorecem o desenvolvimento e proliferação do *Aedes aegypti*, seu principal vetor. No Brasil é uma das doenças mais frequentes, atingindo todos os estados da federação independente de classe social, já que o clima tropical torna quase todo o território propício à proliferação do mosquito (BRASIL, 2014b; FIGUEIREDO, 2016).

Entretanto, há um agravante: há quatro anos o vetor vem transmitindo duas outras doenças, introduzidas no Brasil com o advento da Copa do Mundo em 2014 e outros eventos internacionais, que trouxeram grande fluxo de pessoas, e certamente, doentes assintomáticos. Desde 2007 a zika é considerada emergência, e em 2013 houve grande epidemia na Polinésia Francesa, enquanto a chikungunya teve sua primeira emergência significativa em 2004, no Quênia (ZANLUCA *et al.*, 2015).

Os sinais e sintomas da febre de chikungunya são clinicamente parecidos com os da dengue, cursando com febre aguda, dores articulares e musculares, cefaleia, náusea, fadiga e exantema. Entretanto, a doença pode evoluir em duas etapas subsequentes, a fase subaguda e crônica, e a artralgia forte e depois persistente é o principal diferencial quanto à dengue e zika. A chikungunya é de baixa letalidade, mas pela característica limitante da artralgia tem elevada taxa de morbidade, reduzindo conseqüentemente a produtividade e qualidade de vida da população (BRASIL, 2015).

Ainda no fim de 2013 e durante todo o ano de 2014 a Organização Mundial de Saúde (OMS) recebeu notificação de milhares de casos de febre de chikungunya, inicialmente

em países do Caribe e posteriormente América do Sul, Central e do Norte. Em agosto e setembro de 2014 os primeiros casos autóctones do Brasil foram notificados, em municípios do Amapá e Bahia (HONORIO *et al.*, 2015).

O Brasil é um país que possui características que favorecem a disseminação da dengue, zika e chikungunya. Além do clima e das características urbanas e populacionais, os serviços de saúde ainda são deficientes. Portanto, essas arboviroses constituem importantes problemas de saúde pública. Em nosso país a dengue já é uma das doenças mais frequentes, e a chikungunya é um agravo novo e que se tornou emergência de saúde em vista de suas consequências e complicações (BRASIL, 2014a).

O Estado do Maranhão é situado no Nordeste do país, região que apresenta a maior incidência cumulativa para chikungunya e a segunda maior para dengue, em virtude de condições sanitárias precárias e falhas no abastecimento regular de água (CAPRARA *et al.*, 2009). O estado apresentou aumento significativo dos casos de dengue, de 7.014 casos, com 11 óbitos, em 2015 para 27.007 casos e 12 óbitos em 2016. A febre de chikungunya sofreu elevação exponencial, de 439 casos prováveis e nenhum óbito para 13.507 casos e 8 óbitos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

O Município de Paço do Lumiar está localizado na Ilha de Upaon-Açu, limitando-se diretamente com os municípios de São José de Ribamar e Raposa e a 21 km de distância de São Luís, capital maranhense, compondo a região metropolitana e possuindo diversas características em comum com estas cidades. Possui atualmente 17 Unidades Básicas de Saúde e 01 Unidade Mista, mas não conta com atenção terciária (hospitalar), e todas atendem e notificam casos suspeitos de doenças causadas por arboviroses. De acordo com informações da Secretaria Municipal de Saúde, em 2015 o município confirmou 111 casos como Dengue e 2 como Dengue com Sinais de Alarme, não havendo óbitos. Houve alguns casos suspeitos de chikungunya, porém apenas 3 foram notificados, sendo descartados laboratorialmente; alguns casos de zika foram notificados, mas não confirmados. Em 2016, Paço do Lumiar sofreu epidemia de dengue e chikungunya, contabilizando na época cerca de 150 casos de dengue e mais de 500 casos de chikungunya (PAÇO DO LUMIAR, 2016a).

A organização dos serviços de saúde, tanto na área de vigilância epidemiológica quanto na prestação de assistência médica, se constitui fator importante e indispensável para a redução da letalidade das formas graves e conhecimento do comportamento da dengue e chikungunya. Paço do Lumiar possui Núcleo de Endemias, com Agentes de Combate às Endemias (ACE) que realizam a atividade casa-a-casa de pesquisa para *Aedes aegypti* em 100%

dos prédios do município, possibilitando amplo levantamento de dados relativos ao vetor e a investigação sobre o que favorece sua disseminação.

O município de Paço do Lumiar não foi selecionado como unidade sentinela para zika vírus, não havendo coleta de amostra laboratorial para a doença. Assim, em virtude de não haver dados laboratoriais e de notificação sobre esta arbovirose na área de estudo, não fará parte da pesquisa.

Diante desse cenário, esse estudo tem como proposta analisar os fatores associados à distribuição espacial dos casos de dengue e chikungunya em Paço de Lumiar, Estado do Maranhão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Arboviroses Atuais em Áreas Urbanas

A degradação ambiental e o crescimento populacional desordenado têm facilitado a propagação de diversas doenças, entre elas as infecções por vírus transmitidas por mosquitos, chamadas arboviroses. Há diversos vírus do tipo RNA, que se mantêm na natureza em ciclos complexos envolvendo vetores artrópodes – em sua maioria mosquitos –, outros animais e seres humanos, transmitindo doenças como a dengue, atuante no Brasil e presente em outras regiões tropicais do mundo há mais de 50 anos. A emergência de tais vírus está relacionada às mudanças no nicho ecológico, causadas por alterações climáticas e ambientais (FIGUEIREDO, 2015).

Atualmente, existem diversas arboviroses urbanas. Lima-Camara (2016) chama a atenção para a emergência de várias doenças transmitidas por vetores na última década, como a Febre do Oeste do Nilo, zika e chikungunya. Figueiredo (2015) cita 9 destas doenças como circulantes no Brasil, dando destaque ao Marayo Vírus (MAYV) e à Febre do Oropoche, além das já citadas neste trabalho.

Os arbovirus não são apenas transmitidos pelos insetos, mas têm parte de sua replicação dentro deles. Tais vírus pertencem a 5 famílias virais (Togaviridae, Bunyaviridae, Flaviviridae, Reoviridae e Rhabdoviridae), infectando humanos e outros animais através da picada de artrópodes hematófagos. Estas infecções virais têm tomado valor e se amplificado, principalmente nas regiões tropicais, diante das rápidas mudanças ambientais como desmatamentos, migração, urbanização desordenada, condições sanitárias permanentemente precárias (DONALÍSIO; FREITAS; ZUBEN, 2017).

A dengue, endêmica e epidêmica no Brasil, foi erradicada em 1942 com a eliminação do seu vetor, o mosquito *Aedes aegypti*, porém reintroduzida em 1981. Recentemente foram introduzidas duas novas arboviroses, zika e chikungunya, que no cenário epidemiológico atual ocupam grande destaque em virtude de sua alta patogenicidade e implicações socioeconômicas. Tais doenças são também transmitidas pelos mosquitos do gênero *Aedes*, espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, cada uma com características que tornam melhor transmissor para um agravo ou para outro, além das preferências ambientais (FIGUEIREDO, 2015).

2.2 Dengue

Segundo a Organização Mundial de Saúde, 2/5 da população mundial encontra-se em risco para contrair dengue, e 50 milhões de pessoas efetivamente adoecem anualmente no mundo. A doença atua no planeta desde 1779, segundo os registros modernos mais remotos, sendo endêmica em países ditos tropicais – de clima quente e úmido, que favorecem a proliferação do vetor –, e muitas vezes subdesenvolvidos, isto é, com condições sociais e sanitárias deficientes, propícias à sua expansão. As epidemias, naquela época, deram-se nas regiões da Ásia e Pacífico, e atualmente as áreas mais atingidas são as Américas (do Sul, Central e do Norte), África, Austrália, Caribe, China, Ilhas do Pacífico, Índia, Sudeste Asiático e Taiwan. O Brasil vive surtos previstos, porém não contidos de maneira eficaz desde a reintrodução do mosquito (OPAS, 2010; FARES *et al.*, 2015; DONALÍSIO; FREITAS; ZUBEN, 2017).

A doença veio ganhando espaço a cada ano, com incidência ascendente nas Américas, atingindo mais de 30 países apesar das tentativas de controle. A infecção se apresenta em períodos epidêmicos que crescem a cada emergência, com repetições quase regulares a cada 3-5 anos. As causas para o aparecimento e reaparecimento da dengue são múltiplas e complexas, envolvendo, como citado anteriormente e por exemplo, o crescimento populacional e urbanização desorganizada associados ao empobrecimento e condições de saúde desiguais (FARES *et al.*, 2015).

Em 2016, foram registrados 1.500.535 casos prováveis de dengue no Brasil, com incidência cumulativa nacional de 733,4 casos por 100 mil habitantes, mostrando pequena diminuição em relação ao ano anterior, no mesmo período – 826 casos por 100 mil habitantes. As regiões Centro-oeste (1322 casos/100 mil hab) e Sudeste (1001,2 casos/100 mil hab) apresentaram as maiores incidências cumulativas no país. O número de óbitos também diminuiu 35% quando comparado a 2015, com 986 casos naquele ano e 642 em 2016 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

A dengue é definida como uma doença febril aguda, auto-limitada, que cursa em até 7 dias e apresenta temperaturas súbitas e elevadas (acima de 39°C), além de cefaleia, mialgia, anorexia, astenia, dor retro-orbital, náuseas, vômitos, algumas vezes exantema e prurido cutâneo. Pode assumir formas graves ou oligossintomáticas, e tais manifestações dependerão de fatores como susceptibilidade do hospedeiro, genética viral, resposta

imunológica do indivíduo acometido e possíveis agravantes de comorbidades e/ou infecções cruzadas (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

Para notificação compulsória, suspeita-se de dengue sempre em um indivíduo que apresenta febre por 2 a 7 dias e que esteve em área de transmissão de dengue ou com a presença de *Aedes aegypti* nos últimos 15 dias, acompanhada de pelo menos dois dos seguintes sinais e sintomas – para dengue sem sinais de alarme: cefaleia, dor retro-orbitária, mialgia, artralgia, prostração, exantema, prova do laço positiva, leucopenia, náuseas e vômitos, petéquias. Nas crianças, quadro febril agudo sem presença de infecção aparente deve ser investigado (BRASIL, 2016).

Quanto à classificação clínica da doença, em 2010 foi reformulada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), e o Brasil começa a utilizá-la de fato em 2013, com a adaptação inclusive da ficha de notificação, mantendo, entretanto, os critérios para conduta e tratamento já preconizados em cada caso. Em lugar de Dengue Clássico (DC), Dengue Com Complicações (DCC), Febre Hemorrágica da Dengue (FHD) e Síndrome do Choque da Dengue (SCD), a OMS reclassificou a doença em Dengue, Dengue com sinais de alarme e Dengue grave (BRASIL, 2016).

A dengue com sinais de alarme apresenta um ou mais dos seguintes sinais ou sintomas, na época da defervescência da febre: dor abdominal intensa e contínua, vômito persistente, acúmulo de líquidos (ascite, derrame pleural ou pericárdico), hipotensão postural ou lipotimia, letargia ou irritabilidade, hepatomegalia maior que 2 centímetros, sangramento espontâneo das mucosas, diminuição da diurese, hemoconcentração progressiva (aumento de hematócrito) (BRASIL, 2014b).

Já a forma chamada dengue grave traz um ou mais dos seguintes achados: choque devido ao extravasamento grave de plasma (condição evidenciada por taquicardia, extremidades frias e tempo de enchimento capilar igual ou maior a 3 segundos, pulso débil ou indetectável, pressão diferencial convergente ≤ 20 mmHg; hipotensão arterial em fase tardia, acumulação de líquidos com insuficiência respiratória), sangramento grave, como hematêmese, melena, metrorragia volumosa, sangramento do sistema nervoso central; ou comprometimento severo de órgãos, gerando, por exemplo, dano hepático importante (AST/ALT > 1.000), no sistema nervoso central (alteração da consciência), no coração (miocardite) ou em outros órgãos (BRASIL, 2016).

O vírus da dengue pertence ao gênero *Flavivirus* e apresenta 4 sorotipos, distintos entre si e que possuem, cada um, linhagens e genótipos diferentes. Várias pesquisas abordam

esta grande variabilidade genética, explicando possíveis causas: 1) falta do reparo da RNA polimerase viral (falha inerente a todos os vírus RNA) que gera mutações comuns nos vírus com este tipo de material genético; 2) possibilidade de recombinações dentro de um mesmo sorotipo, que podem criar novas variantes virais (acontecimento relativamente raro); 3) a migração de populações, através do desenvolvimento dos transportes, que coloca em contato diversos genótipos e aumenta a chance de recombinação e, então, de variabilidade genética; e, 4) o crescimento populacional, que gera aumento da população viral devido ao incremento nas possibilidades de transmissão (SOUSA, 2014; FIGUEIREDO, 2016).

No Brasil, atualmente circulam os 4 sorotipos: DENV1, DENV2, DENV3 e DENV4. Não há um sorotipo mais virulento, mas cada um só confere imunidade a ele mesmo; todos podem produzir formas assintomáticas, brandas e graves. Na primeira epidemia registrada clínica e laboratorialmente no país (1981-1982), foram encontrados os tipos DENV1 e DENV4; em 1990, o DENV2 causou sua primeira epidemia, e em 2000 o DENV3 impactou a saúde pública com um grande surto nacional (BRASIL, 2009). Em 2010, o vírus do tipo 4 ressurge após 28 anos de ausência, mas atualmente, segundo dados laboratoriais oficiais do ano corrente, o sorotipo DENV1 (94,1%) é o predominantemente circulante no país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017). No ano de 2013 ocorreu o maior número absoluto de casos de dengue já registrado, caracterizando a maior epidemia nacional até o momento (FARES *et al.*, 2015).

Os padrões espaciais e temporais de infecção de dengue são determinados pelos seguintes fatores: vetorial, humano, viral e ambiental. Tais fatores incluem a distribuição espacial e movimento dos mosquitos e dos humanos; a vida útil, oviposição e tendências de alimentação do mosquito; a infectividade dos hospedeiros (homem e vetor) e a distribuição espacial da imunidade humana (SALJE *et al.*, 2012).

Os fatores ambientais que favorecem a transmissão de dengue são bastante conhecidos, pois são diretamente relacionados ao seu vetor; seu ciclo de vida é influenciado pela temperatura, umidade e precipitação. Teurlai *et al.* (2015) se referem aos vários autores que afirmam ser previsível a distribuição geográfica da dengue baseando-se em variáveis climáticas, e que mudanças ambientais podem ter importantes consequências na epidemiologia da doença. O aumento da temperatura e chuva podem facilitar a disseminação do vírus através da expansão de espécie do mosquito transmissor.

O perfil epidemiológico do adoecimento por dengue no Brasil correspondia principalmente a adultos jovens, desde a introdução do vírus, entretanto este panorama mudou com a recirculação do DENV2 após anos de domínio viral do DENV3. Ocorreram mais

casos da doença, além de aumentarem também os graves e de hospitalizações em menores de 15 anos (ROCHA; TAIUL, 2009; BRASIL 2009; PIOVEZAN *et al.*, 2012). Além das alterações virais de infecção, a Organização Mundial da Saúde e outros autores ressaltam que os fatores individuais de risco determinam a gravidade da doença, como presença de infecção secundária (fator de risco), extremos de idade (menos de 15 e maiores de 80 anos), etnia (origem étnica africana como fator de proteção para formas graves em virtude da ancestralidade) e doenças crônicas (OPAS, 2010; GIBSON *et al.*, 2013; PAIXÃO *et al.*, 2015; RUIZ, 2015).

A segunda infecção por dengue, que se dará por outro sorotipo viral, produz uma replicação viral elevada e conseqüente aumento da viremia, em decorrência da amplificação dependente de anticorpos. Assim, há estudos que relatam que a pré-existência de anticorpos contra o vírus da dengue é um fator de risco significativo para a doença grave, não sendo uma regra – pode haver dengue grave na primeira infecção (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

Diversos estudos descrevem essa mudança de perfil a nível mundial, com o deslocamento da maior parte de casos dos adultos para a faixa etária menor de 15 anos e agravamento dos casos. No Sudeste Asiático a doença já atingia mais as crianças, e ainda se compararmos às Américas, possuía mais casos graves. No Brasil este fenômeno vem ocorrendo desde 2006 (BRASIL, 2014b; LIMA *et al.*, 2013; WARDHANI *et al.*, 2017). Os casos graves também aumentaram porque crianças podem ter menor capacidade de conter o extravasamento plasmático do que adultos e pacientes em segunda infecção terem mais chances de agravamento do quadro – por razões ainda não totalmente esclarecidas (OPAS, 2010; CARVALHO *et al.*, 2016).

As formas graves também migraram para os idosos, e a tendência geral de agravamento da doença fica visível no número de óbitos, concentrados em 80% entre os anos 2006 e 2011 (BRASIL, 2014b; PAIXÃO *et al.*, 2015).

2.3 Chikungunya

O vírus causador da febre de chikungunya (CHIKV) pertence à família *Togaviridae*, gênero *Alphavirus*, e possui RNA positivo, de fita simples. Foi isolado pela primeira vez em 1950, na região que atualmente pertence à Tanzânia, causando um surto, suspeito inicialmente de dengue, e 4 anos depois foi encontrado na Ásia, depois Tailândia, Índia e Paquistão. Até 2005, quando reemergiu causando grandes surto na Ásia, África e Oceania, havia apenas casos esporádicos, poucos casos graves e nenhum óbito registrado (DONALISIO; FREITAS, 2015).

A transmissão do vírus ocorre pelos mosquitos do gênero *Aedes*, que propiciam padrões distintos de transmissão. Na África, a transmissão silvestre acontece entre primatas e mosquitos, enquanto na Ásia o vírus transmite-se entre humanos e mosquitos, em ciclo urbano que resulta em epidemias. O *Ae. aegypti* inicialmente era seu principal transmissor, entretanto houve uma adaptação genética do vírus e o *Ae. albopictus* tornou-se um transmissor importante (HONÓRIO *et al.*, 2015).

Fernandez-Garcia *et al.* (2016) descrevem ainda o *Ae. albopictus* como transmissor bastante eficaz por ser cosmopolita, extremamente resistente e prosperar tanto em ambientes rurais como urbanos. Ele foi o transmissor no surto de 2006 nas Ilhas da Reunião, e responsável pela transmissão autóctone na França e Itália no mesmo período. Kumar *et al.* (2011) retratam este vetor como o principal também no surto ocorrido na Índia, em 2007.

O início da doença nas Américas se deu em outubro de 2013, nas Ilhas do Caribe, quando o Sudeste da Ásia, África e Oceania já apresentavam endemicidade. Em setembro de 2014, o Brasil apresentou transmissão autóctone no Amapá, estendendo-se a pelo menos 12 Estados da Federação, em 2015 (HONÓRIO *et al.*, 2015).

Existem três linhagens diferentes do CHIKV circulando no planeta, com genótipos diferentes e características antigênicas diversas: África Central, Sul e Leste – ECSA; África Ocidental – WA; e Ásia. No Brasil, bem como nas Américas, foram introduzidos dois genótipos virais: asiático, isolado inicialmente no Amapá, e africano, encontrado na Bahia (MADARIAGA; TICONA; RESURRECION, 2016).

Os surtos ocorridos entre 2004 e 2008, em regiões já citadas, demonstram como o vírus pode ser facilmente disseminado, em virtude de diversos fatores, como as altas taxas de ataque em surtos recorrentes, alta viremia nos pacientes e distribuição global dos vetores. As mutações já mencionadas ocorreram na proteína E1 do envelope do vírus, e além de permitirem sua adaptação ao novo vetor, trouxeram epidemias com percentual mais alto de gravidade e letalidade (DONALISIO; FREITAS, 2015).

A febre de chikungunya é uma doença com alta porcentagem de sintomáticos em relação às outras arboviroses conhecidas: cerca de 70% dos doentes apresentam sinais e sintomas. Dentre os sintomáticos, a doença começa tipicamente com uma fase aguda, que pode estender-se em subaguda e aguda, com febre alta, dores articulares severas e exantema (BRASIL, 2015; DONALISIO; FREITAS, 2015).

A doença típica cursa inicialmente como aguda, podendo evoluir cronicamente, ou de forma subaguda. A fase aguda dura cerca de 7 dias, como característico das doenças causadas

por vírus, podendo durar de 3 a 10 dias, iniciando com febre alta e abrupta ($>38,5^{\circ}\text{C}$), artralgia severa e exantema maculopapular, este último surgindo com 2 a 5 dias após o primeiro episódio febril (BRASIL, 2015).

Há manifestações menos frequentes, segundo informa Murugam e Sathishkumar (2016), como cefaleia, dor lombar difusa, mialgia leve a moderada, náusea, vômito, conjuntivite e poliartrite. A dor articular surge em momentos diversos na história evolutiva da infecção, e em geral atinge vários locais, é simétrica e pode ser acompanhada por edema. O padrão da febre não é único, podendo ser contínua, intermitente, bifásica, e seu desaparecimento não coincide com agravamento de sintomas como ocorre na dengue. Alguns pacientes desenvolvem ainda úlceras orais, fotossensibilidade, dermatite esfoliativa e hiperpigmentação.

A fase subaguda inicia-se após o desaparecimento da hipertermia, a partir do 14º dia, caracterizando-se principalmente pela persistência da artralgia, que é comum nas articulações distais, ou apenas exacerba naquelas já atingidas, ou ainda por tenossinovite hipertrófica subaguda em punhos ou tornozelos, que podem cursar até 2 ou 3 meses do início dos sintomas. Pode haver ainda astenia, exantema maculopapular em tronco, membros e região palmar/plantar, além de prurido generalizado. O edema é persistente nas articulações acometidas. Assim como Brasil (2015), outros autores descrevem lesões bolhosas ou vesiculares, comuns em crianças e manifestadas nos surtos mais recentes (DUARTE *et al.*, 2016).

Quando os sintomas acima descritos – dor articular e musculoesquelética, e edema – persistem além de 3 meses, instala-se a fase crônica da doença, que pode durar até três anos. Entretanto, a apresentação das manifestações é móvel, incerta durante o curso desta fase, mas atingindo, segundo alguns estudos, prevalências superiores a 50% entre os doentes. Os fatores que influenciam a cronificação da doença incluem idade (superior a 45 anos), presença de doença articular anterior e intensidade exacerbada da artralgia na fase aguda (BRASIL, 2015).

As formas denominadas atípicas são aquelas que resultam em casos graves, cujos sinais clínicos e/ou laboratoriais põe em risco a vida do paciente e o fazem necessitar de suporte intensivo, categorizadas em neurológicas, cardiovasculares, dermatológicas, oculares, renais e outras. A etiologia dessas manifestações pode decorrer de efeitos diretos do vírus, da resposta imunológica exacerbada do indivíduo, de comorbidades já existentes ou desencadeadas por toxinas medicamentosas, possuindo significativa taxa de mortalidade. Ainda estão em estudo, em diversas partes do mundo, os fatores socioeconômicos e ambientais relacionados aos casos

graves e incapacitantes (RAJAPAKSE; RODRIGO; RAJAPAKSE; 2010; BRASIL, 2015; MADARIAGA; TICONA; RESURRECION, 2016).

A gravidade da doença está mais associada aos fatores de risco individuais como idades extremas – recém-nascidos e idosos – e presença de co-morbidades. Os bebês contaminados verticalmente, que são inicialmente assintomáticos, quando iniciam a fase aguda evoluem frequentemente com formas graves, com complicações neurológicas (meningoencefalite, edema cerebral, hemorragia intracraniana, convulsões e encefalopatias), hemorrágicas, problemas cardíacos, entre outros sinais preocupantes (HONORIO *et al.*, 2015; BRASIL, 2015; DUARTE *et al.*, 2016).

Atualmente, tem sido observadas nos surtos mais recentes as seguintes alterações: complicações neurológicas, como encefalite, meningite, paralisia flácida aguda, perda auditiva e neurosensorial. Entre os sintomas neurológicos, os mais prevalentes foram alteração do estado mental, dor de cabeça, déficits focais e convulsões (MADARIAGA; TICONA; RESURRECION, 2016).

Brasil (2014b) relata 5% de acometimento por tais manifestações, sendo a convulsão a mais comum. Os grupos em maior risco para desenvolvimento são os seguintes: com comorbidades (hipertensão, diabetes, obesidade, história de convulsão, asma, insuficiência cardíaca, alcoolismo, doenças reumatológicas, anemia falciforme, talassemia, entre outras), neonatos, idosos e pacientes com certas medicações de uso prolongado (anti-inflamatórios, grandes doses de paracetamol e ácido acetilsalicílico).

Embora a chikungunya seja considerada uma doença auto-limitada, tais complicações podem ocorrer e a letalidade é mais frequente entre crianças, idosos e imunodeprimidos. Os idosos têm maior risco de letalidade devido ao agravamento de suas doenças preexistentes, com risco aumentado em 50 vezes para letalidade se comparado aos indivíduos mais jovens (abaixo de 45 anos). Em contrapartida, há pacientes confirmados para a doença e que não apresentam manifestações clínicas (BRASIL, 2015).

Apenas 13.236 casos foram confirmados para chikungunya no Brasil em 2015, do total de 38.332 casos notificados, e ocorreram 6 óbitos, sendo 3 destes na Bahia. Conforme descrito pela literatura, a mediana da idade das vítimas nesse ano foi de 75 anos. Tais idosos também possuíam doenças preexistentes que agravaram seu quadro (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Em 2016, no Brasil, foram notificadas 271.824 suspeitas para febre de chikungunya, com 151.318 já confirmados (55,7%). Há 196 óbitos confirmados, em quase sua

totalidade ocorrida no Nordeste, sendo 8 mortes no Maranhão. A mediana de idade está diminuindo, em 62 anos, com amplitude de 0 a 98 anos. A incidência da doença está muito alta no Nordeste (415,7/100 mil habitantes), destoando das outras regiões, mas é explícito que a incidência nacional teve um aumento vertiginoso de 2015 para 2016: passou de 18,8/100 mil habitantes para 133,0/100 mil habitantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

2.4 Vetor *Aedes* sp. e sua relação com o ambiente

Os mosquitos do gênero *Aedes*, sendo seus principais representantes o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, são artrópodes, da classe hexapoda, ordem díptera e família Culicidae. Uma das principais diferenças entre as espécies é o tipo de habitat em que se distribuem: o *Ae. aegypti* é um vetor predominantemente urbano, vivendo toda sua vida no peridomicílio, e prefere alimentar-se de humanos, enquanto o *Ae. albopictus* adapta-se a diversos ambientes, preferindo aqueles com maior cobertura vegetal, de menores densidades demográficas, e realiza sua alimentação em uma variedade de vertebrados. Ambas as espécies coexistem em áreas urbanas. Tais diferenças, entre outras, promovem a coexistência dessas espécies e evita a competição direta entre elas (MADARIAGA; TICONA; RESURRECION, 2016).

O *Ae. aegypti*, já consagrado há anos como principal transmissor da dengue, ganhou mais vulto após tornar-se competente vetor para outras arboviroses epidêmicas, como zika e chikungunya. No território brasileiro há a presença do mosquito em todos os estados, sendo considerada uma espécie tipicamente urbana e que vive em estreita associação com o homem (ARDUINO; AVILA, 2015). Pode ser encontrado em ampla faixa entre os trópicos, das latitudes de 45°N a 35°S, desde que não ultrapasse a altitude de 1000 metros, pois nestes ambientes há predomínio de baixas temperaturas e o mosquito não sobrevive em ambientes frios e estações de inverno (LOPES *et al.*, 2014).

O ciclo de vida do *Aedes* está diretamente associado aos fatores ambientais, sendo composto por 4 fases: ovo, larva, pupa e mosquito adulto. Os ovos possuem 1mm de comprimento, são alongados e negros. A fêmea do mosquito deposita seus ovos na parede interna de depósitos, próximo à superfície da água, e se houverem condições favoráveis de temperatura e umidade, em 48 horas o embrião já está completamente desenvolvido. Os ovos podem resistir um longo tempo fora de condições de desenvolver-se, latentes, nas paredes dos

criadouros secos, sendo transportados a longas distâncias, gerando grande dispersão passiva (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001; BESERRA *et al.*, 2010).

Essa característica de resistência dos ovos, segundo Juliano e Lounibos (2005), aliado à quantidade de vírus que a espécie pode transmitir e às outras capacidades adaptativas, torna o *Aedes* um dos mosquitos mais importantes no cenário mundial, no que diz respeito à transmissão de enfermidades.

O estágio de larva é o segundo no ciclo de vida do mosquito, a fase de alimentação e crescimento, e subdivide-se em quatro estádios. A duração desta fase não depende somente da disponibilidade de matéria orgânica existente nas paredes e fundo dos depósitos para a alimentação, mas é influenciada pela temperatura e densidade larvária. Em condições ótimas, é uma fase que pode não ultrapassar 5 dias, porém com baixa temperatura e pouco alimento o 4º estágio larvário pode durar semanas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001; ARDUINO; AVILA; 2015).

Para o *Ae. aegypti* a temperatura é um dos principais fatores ecológicos associados ao desenvolvimento; temperaturas entre 21 °C e 29 °C tem se mostrado mais favoráveis para o mosquito, enquanto até as variações diárias de temperatura podem afetar a competência para a transmissão do vírus. Vários estudos corroboram que a temperatura é inversamente proporcional ao tempo de desenvolvimento, que normalmente é de 10 dias entre a postura dos ovos e a emergência do mosquito adulto (FARNESI *et al.*, 2009; LOPES *et al.*, 2014).

Vários estudos demonstram que o *Ae. aegypti* atualmente tem uma vasta capacidade adaptativa, desenvolvendo-se em várias condições abióticas resultantes das atividades humanas. Seu criadouro não é mais reconhecido como “recipiente de água limpa”, sendo encontradas larvas em recipientes com resíduos de óleo de motor, tinta, ferrugem, salinidade e matéria orgânica (ARDUINO; AVILA, 2015), até mesmo em água de esgoto, que por sua alta turbidez permite pouca passagem de luz e pode desenvolver larvas de *Aedes* (BESERRA *et al.*, 2010).

O *Ae. aegypti* consegue se desenvolver em águas com amplo Ph (extremos de 5,5 a 11,3), de apresentação ácida a alcalina (LOPES *et al.*, 2014). Embora seja considerada de água doce, evidências laboratoriais e de campo da sua sobrevivência e viabilidade em água salina, sugerindo o osmoconformismo da espécie (ARDUINO; MARQUES; SERPA, 2010).

A fase de pupa deste artrópode é de metamorfose, passagem para a vida adulta, e neste estágio não necessita de alimentação. Permanecem na superfície da água, em média de dois a três dias, facilitando a emergência do inseto adulto, a fase alada. Logo que isto ocorre,

fica pousado várias horas na parede do recipiente criadouro, para o endurecimento de seu exoesqueleto. Com 24 horas, ambos os sexos já podem realizar o acasalamento, e uma única inseminação é suficiente para a fecundação de todos os ovos que a fêmea possui. Para o desenvolvimento de seus ovos, a fêmea necessita realizar o repasto de sangue, em geral durante o dia, ao amanhecer ou entardecer. Machos se alimentam de carboidratos extraídos das plantas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001; BESERRA *et al.*, 2010).

O inseto adulto vive, na natureza, em média 30 dias, entretanto metade dos mosquitos morre na primeira semana de vida. Sua característica é intradomiciliar, sendo pouco encontrado no peridomicílio, preferindo paredes, mobília e tecidos pendurados para repousar (WHO, 2016).

Diversos autores (BARBOSA; LOURENÇO, 2010; TARANTO *et al.*, 2013) encontraram uma distribuição espacial heterogênea do mosquito, com os focos se agregando em áreas específicas e relativamente pequenas. A permanência ou ausência do *Aedes* em determinadas áreas depende dos fatores comentados anteriormente, e necessita de condições favoráveis acerca do hospedeiro, de recipiente apropriado para a postura dos ovos, entre outras. Em um ambiente adequado, as fêmeas passam toda a sua vida adulta próximas ao local em que nasceram, não dispersando mais do que 100 metros – pouco quando comparado a outros vetores. Entretanto, o raio de vôo varia de acordo com alguns fatores, como a disponibilidade de alimentos e até a densidade populacional (ORRICO, 2015; MACIEL-DE-FREITAS *et al.*, 2010).

Embora ambas as espécies citadas se associem com os humanos, considera-se o *Ae. albopictus* mais oportunista, por alimentar-se de mais espécies, enquanto o *Ae. aegypti* tem como fonte de alimentação sanguínea quase exclusivamente o homem. Entretanto, parece que as etapas de evolução até chegar a vida adulta do *Ae. albopictus* estão mais adaptadas a recipientes naturais (ocos de árvores, por exemplo) do que aos artificiais, além de seus ovos serem, aparentemente, mais duráveis em regiões mais úmidas, enquanto o *Ae. aegypti* suporta climas mais secos (LAMBRECHTS; SCOTT; GUBLER, 2010).

Acontecimentos recentes demonstram que o *Ae. albopictus* pode ser um vetor mais competente para certas enfermidades, sob certas circunstâncias, como para a chikungunya nos últimos surtos, ocorridos nas Ilhas Reunião e na Índia (VAZEILLE *et al.*, 2007). Castro *et al.* (2004) e Vega-Rúa *et al.* (2014) afirmam que, no Brasil, o *Ae. Albopictus* não é apontado como transmissor da dengue, enquanto para chikungunya tem sido apontado como excelente vetor.

Sobre sua transmissibilidade para chikungunya, Chevillon *et al.* (2010) informa que o *Aedes albopictus* tem uma vida relativamente longa, de 4 a 8 semanas, e com uma capacidade de vôo de 400 a 600 metros, mas que sua adaptação ao chikungunya vírus é recente, devido a uma mutação no vírus. Este seria um dos fatores responsáveis pela disseminação mundial da doença.

Fica claro que as características do ambiente são primordiais para o desenvolvimento dos mosquitos do gênero *Aedes*, transmissores de importantes doenças como dengue, zika, chikungunya, febre amarela, entre outras. Fatores naturais ou artificiais, qualidades urbanas e de atividades humanas podem modificar aspectos de vida destes artrópodes a ponto de afetar seu potencial de transmissão das doenças, inclusive de cessar a difusão de tais enfermidades (MOCELLIN, 2010).

2.5 Geoprocessamento em saúde

Há algumas décadas houve a mudança em como a saúde é abordada, devido à ampliação do seu conceito. Assim, se não existe um estado único e estanque de saúde ou doença, entende-se claramente que a multifatorialidade desse processo envolve áreas que permeiam toda a vivência humana, de diversas origens, como a biologia, meio ambiente, estilo de vida e até mesmo o sistema de saúde existente para atender uma determinada população (PEITER *et al.*, 2006).

Tavares, Marques e Lana (2015), ao concluir que “o percurso de organização do espaço permite uma visão dinâmica do processo saúde-doença”, demonstram que o espaço é onde acontece toda e qualquer interação da sociedade com a natureza, e que ainda que enfermidades não decorram diretamente desta relação, são modificadas por ela. Assim, a epidemiologia, ao buscar compreender o processo de organização do espaço está almejando desvendar seu papel na origem e distribuição das doenças.

No quesito ambiente, Barcellos *et al.* (2005) explicam que existe o natural, o construído e o psicossocial. O ambiente natural é o resultado das relações entre componentes vivos (mundo animal) e não vivos (rochas, vegetação, entre outros), enquanto o construído é aquilo que a sociedade faz com o lugar onde vive, é o resultado das transformações permanentes que o homem provoca nesse meio natural. Já as relações que ocorrem entre as pessoas, seus grupos e contatos sociais, que geram sentimentos, valores, hábitos, conforme cada situação,

formam o ambiente psicossocial. Todo esse contexto expõe os indivíduos a situações que influenciam na sua saúde, de modo benéfico ou não, e que ocorrem dentro de um território.

A importância do ambiente na determinação das doenças exige que seus dados sejam integrados com as informações de sociedade e saúde, para demonstrar e compreender a relação existente entre eles. O geoprocessamento é um recurso computacional para integrar esses dados e automatizar operações que permitam sua análise. Essa abordagem populacional dos problemas de saúde se torna necessária em virtude da já citada ampliação de seu conceito, e para compreender a situação de saúde de uma população – que inclui problemas, necessidades e respostas sociais organizadas – precisa-se apreender as funções e articulações de suas condições econômicas, sociais, culturais, de vida, de atores sociais, e a estreitas relações que mantém com os espaços em que ocorrem (MACHADO; OLIVEIRA; SOUZA-SANTOS, 2009).

Silva, em 1997, discute que o primeiro epidemiologista – John Snow – já levava em consideração que as doenças não ocorriam da mesma maneira em todos os lugares, mas que a epidemiologia clássica ainda no fim do século XX o considerava influente apenas quanto a fatores naturais como o clima e, ainda assim, de modo estático. No decorrer da apropriação deste conceito, Czeresnia e Ribeiro (2000) afirmam que as doenças infecciosas transmitidas por vetores precisaram incluir o espaço como categoria de análise, sob pena de ofuscar processos fundamentais caso não fosse levado em consideração.

Neste contexto, o georreferenciamento dos eventos de saúde ganhou largo uso na análise dos acontecimentos e riscos à saúde das populações, enfatizando o papel do meio ambiente e das características de vida da sociedade, isto é, o perfil socioeconômico da população. Esse instrumento é utilizado para identificar os fatores determinantes para os agravos à saúde, no que diz respeito aos processos espaciais, que por sua vez são consequências do modo como sociedade, ambiente e aspecto epidemiológico se configuram (BARCELLOS *et al.*, 2005).

Oliveira *et al.* (2012) conceituam o termo geoprocessamento como conjunto de técnicas computadorizadas para a manipulação de informações espacialmente referidas, isto é, o emprego de softwares que usam informações cartográficas como mapas, gráficos topográficos e plantas, como um veículo de comunicação de dados espaciais. Estes sistemas são capazes de detectar áreas de vulnerabilidade para determinado problema de saúde que ocorre mais frequente e gravemente, e para tanto utiliza a multidisciplinaridade da ciência, captando conhecimentos da cartografia, design gráfico, sistemas de apoio a projetos em computador,

gerenciamento de sistemas de dados, sensoriamento remoto, inteligência artificial, estatística e informática.

Magalhães *et al.* (2006) acrescenta que o geoprocessamento realiza coleta, tratamento, manipulação e apresentação de dados espaciais através de várias técnicas, sendo as mais comuns o sensoriamento remoto, a cartografia digital, a estatística espacial e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Qualquer evento ocorre num espaço geográfico real, e a distribuição das ocorrências relacionadas à saúde também podem ser representadas em mapas através de diversos formatos e com conteúdos variados, a depender daquilo que se quer demonstrar sobre a base cartográfica. Para demonstrar os dados de modo organizado, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) trabalham com camadas, que os separa em conjunto de acordo com temas.

Os Sistemas de Informações Geográficas, por sua vez, são sistemas de computador que tratam as informações geográficas de sua coleta até a produção dos resultados, sendo compostos de diversos procedimentos (gráficos e não-gráficos de entrada de dados), sistemas (para gerenciamento), técnicas para análise e metodologias de disponibilização dos resultados (como visualização, plotagem, relatórios). Para ser denominado geográfico, o Sistema de Informação necessita referenciar o sítio onde a informação se encontra, através de coordenadas, ou códigos de área, localizando geograficamente aqueles dados. Bessa Júnior *et al.* (2013) explicam que um SIG pode ser utilizado como ferramenta para mapear e analisar a distribuição espacial das doenças.

O estudo da distribuição espacial das doenças transmitidas por vetores consiste em apresentar, geograficamente, através de mapas, as estatísticas relacionadas às variáveis que caracterizam a população em estudo, como abundância do espécime, condições de reprodução, taxas de exposição, fatores intrínsecos ao hospedeiro, ao vírus, entre tantas outras. Aliadas às técnicas que utilizam modelos estatísticos para detectar áreas de risco para a doença, a análise espacial de tais doenças é fundamental para solucionar questões sobre o processo de adoecer, resultando em novas estratégias de prevenção e controle (QUEIROZ, 2010).

Diversos autores têm realizado estudos de análise espacial de doenças transmitidas por vetores com o intuito de identificar a existência de possíveis fatores ambientais, sociais ou econômicos que influenciem nos padrões de adoecimento. Conduzem pesquisas georreferenciando casos por setor censitário (moldes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), por distritos sanitários (divisão convencionada pelas Secretarias de Saúde), bairros, agrupamento de localidades seguindo critérios específicos (como incidência semelhante do

agravo) e até análise ponto a ponto (FLAUZINO *et al.*, 2009; SAN PEDRO *et al.*, 2009; BESSA JÚNIOR *et al.*, 2013).

O território não é bem delimitado em todos os seus aspectos, da maneira que pode ser do ponto de vista físico. As doenças não obedecem aos limites geográficos convencionados pelo homem: ocorrências pontuais podem, em algum momento, representar a unidade espacial inteira, enquanto a exposição de um agravo pode estar fora do domicílio em que o indivíduo reside, mas será considerado um caso autóctone. Todavia, de modo oficial a sociedade organiza-se em função destas convenções, e por isso o geoprocessamento e suas técnicas devem levar em conta tais divisões, a serem suficientemente explicitadas, possibilitando planejamento e intervenção sobre a situação de saúde existente (PEITER *et al.*, 2006).

2.6 Indicadores socioeconômicos e ambientais e sua relação com dengue

Soligo (2012) define indicador social como uma medida (quantitativa ou não) empiricamente referida que informa sobre um aspecto da realidade social ou sobre suas mudanças; para utilizar a informação como um meio de interpretação da realidade social, necessita-se quantificar seus aspectos de forma clara e simplificada, seguindo critérios científicos rígidos.

Conceituando os indicadores no âmbito da saúde, pode-se dizer que são medidas de resumo que codificam informações relevantes sobre atributos e/ou dimensões do estado de saúde das populações, que traduzem o desempenho do sistema de saúde e da situação sanitária existente na sociedade. É primordial que a análise destas situações de saúde, a tomada de decisões e a programação de ações seja baseada nestes dados válidos e confiáveis (RIPSA, 2008).

Os indicadores socioeconômicos e ambientais tornaram-se essenciais para o trabalho com o conceito atual de saúde, que leva em consideração seus determinantes sociais e demais dimensões deste estado, como citado anteriormente, pois fornece medidas como condições de vida e fatores ambientais (REDE Interagencial de Informação para a Saúde, 2008). Resendes *et al.* (2010) ressalta que as características demográficas e socioeconômicas das populações e suas unidades territoriais externam suas diferentes situações de saúde, e que estratificar o espaço segundo tais indicadores é fundamental para apoiar o planejamento das ações de controle.

Portanto, para o eficaz controle de doenças infecciosas como as arboviroses em questão – dengue e chikungunya – faz-se necessário lançar mão de tais indicadores, elementos que descrevem um território, principalmente frente às graves desigualdades sociais decorrentes da segregação espacial, que por sua vez resultam em piores condições de vida (RESENDES *et al.*, 2010).

A maioria dos autores convencionam indicadores que dizem respeito aos macrodeterminantes sociais da dengue, como os fatores ambientais (latitude, temperatura, umidade relativa do ar) e sociais (densidade populacional e saneamento básico, por exemplo) (BARBOSA *et al.*, 2012; RESENDES *et al.*, 2010; FLAUZINO; SOUZA-SANTOS; OLIVEIRA, 2009; BARBOSA; SILVA, 2015).

Entretanto, ainda não há consenso sobre o tipo de relação existente entre os níveis de incidência da dengue e as condições de vida da população, existindo evidências que apontam tanto correlação positiva quanto negativa entre estas variáveis. O nível de exposição do vírus tem sido relacionado, em diferentes pesquisas, tanto a locais com baixos níveis socioeconômicos quanto a locais que gozam de melhores condições de vida (MACHADO; OLIVEIRA; SOUZA-SANTOS, 2009; SAN PEDRO *et al.*, 2009; FLAUZINO; SOUZA-SANTOS; OLIVEIRA, 2011).

O nível de agregação dos dados, isto é, a maneira como são organizados para a análise, é fundamental para discuti-la e validar os resultados encontrados, determinando se a captação da realidade foi fidedigna ou não. A agregação das variáveis também influencia nos resultados, e provavelmente tais motivos levam a estes achados diversos, por vezes contraditórios e/ou inesperados, entre os pesquisadores que estudam os padrões de ocorrência da dengue (FLAUZINO *et al.*, 2009). Tais questões devem ser levadas em consideração na condução dos estudos sobre a febre de chikungunya, partindo-se das semelhanças existentes entre as doenças.

Assim, a constante busca de associação entre a ocorrência de agravos como dengue e chikungunya e os fatores socioeconômicos e ambientais através de técnicas de geoprocessamento visa qualificar as intervenções e vigilância, levando em consideração a complexidade do objeto estudado. Os trabalhos na área versam sobre a dengue e ainda possuem vários pontos a explorar, investigando indicadores e metodologias, pois os existentes ainda não conseguem explicar totalmente a situação e assim, elucidar melhores formas de prevenir tais doenças (FLAUZINO; SOUZA-SANTOS; OLIVEIRA, 2011). Durante a busca de referências bibliográficas foram encontrados poucos artigos científicos sobre indicadores e chikungunya,

principalmente aqueles que relacionam o adoecimento às variáveis ambientais (CARBAJO; VEZZANI, 2015; NSOESIE *et al.*, 2015; ANCHUNDIA; 2017; FULLER *et al.*, 2017).

3 JUSTIFICATIVA

A introdução recente de tais arboviroses no Brasil – Zika e Chikungunya – e a importância de suas consequências exige que se realizem estudos sobre sua distribuição espacial. As análises de comportamento e distribuição espacial das doenças, através dos casos registrados e da infestação vetorial, são essenciais para o planejamento em saúde.

O município de Paço do Lumiar, inserido na realidade já explanada de exposição à doença, tem uma população aproximada de 130.000 habitantes e conta com um fluxo organizado de vigilância para dengue e chikungunya. O Laboratório Central do Maranhão (LACEN – MA) tem realizado exames para detecção de dengue e chikungunya no município, que possui controle vetorial regular e organizado, favorecendo um estudo detalhado.

Assim, o mapeamento da ocorrência de dengue e chikungunya visando identificar os seus padrões espaciais e correlacionar estas doenças com variáveis socioeconômicas e/ou ambientais, além da distribuição do vetor, possibilitará a melhor compreensão da ocorrência dos casos e os padrões de epidemia, adoecimento e morte, contribuindo ainda para o planejamento em saúde mais eficaz.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

- Analisar os fatores associados à ocorrência de dengue e chikungunya no município de Paço do Lumiar, Maranhão.

4.2 Objetivos Específicos

- Descrever o perfil epidemiológico dos casos de dengue de 2013 a 2016 e dos casos de chikungunya em 2016 em Paço do Lumiar;
- Descrever a distribuição espacial dos casos de dengue e chikungunya no município;
- Descrever espacialmente as características socioeconômicas e do entorno dos domicílios do município de Paço do Lumiar;
- Caracterizar a distribuição espacial do vetor no município;
- Identificar associações entre a distribuição espacial de dengue e chikungunya com os fatores sociais, econômicos, ambientais e distribuição do vetor.

5 METODOLOGIA

5.1 Tipo de Estudo

Foi realizado um estudo ecológico pautado em geoprocessamento, dos casos confirmados de dengue e chikungunya no SINAN e do Índice de Infestação Predial (IIP) armazenados no Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue (SISPNCD), cuja unidade de análise foram os bairros do Município de Paço do Lumiar, Maranhão, no período de 2013 a 2016.

5.2 Área e população de estudo

5.2.1 Localização geográfica/administrativa

Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013) o município de Paço do Lumiar está situado na Microrregião da Aglomeração Urbana de São Luís e Mesorregião Norte Maranhense, com área territorial de 133,27 km², a 21,6 km da capital maranhense e delimitado pelas seguintes coordenadas geográficas: 2°28'12" e 2°32'58" de Latitude Sul e 44°10'18" e 44°03'14" de Longitude Oeste. Está localizado na Ilha de Upaon-Açu, na região metropolitana do Estado do Maranhão, limitando-se diretamente com os municípios de São José de Ribamar e Raposa (Figura 1). Subdivide-se em 7 distritos, e esses em 95 localidades (bairros), conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição Administrativa do Município de Paço do Lumiar – 2017.

Distrito	Número de Bairros
21	27
22	16
23	14
24	14
25	11
26	04
27	09
Total	95

Fonte: SISPNCD, 2016.

Paço do Lumiar limita-se ao norte com o município de Raposa, a noroeste com o Oceano Atlântico, a oeste, sul e sudeste com a cidade de São José de Ribamar, e a nordeste é banhado pela Baía de São José. O Rio Paciência separa Paço do Lumiar de Raposa, enquanto o Rio Santo Antônio faz a divisa da cidade com São José de Ribamar.

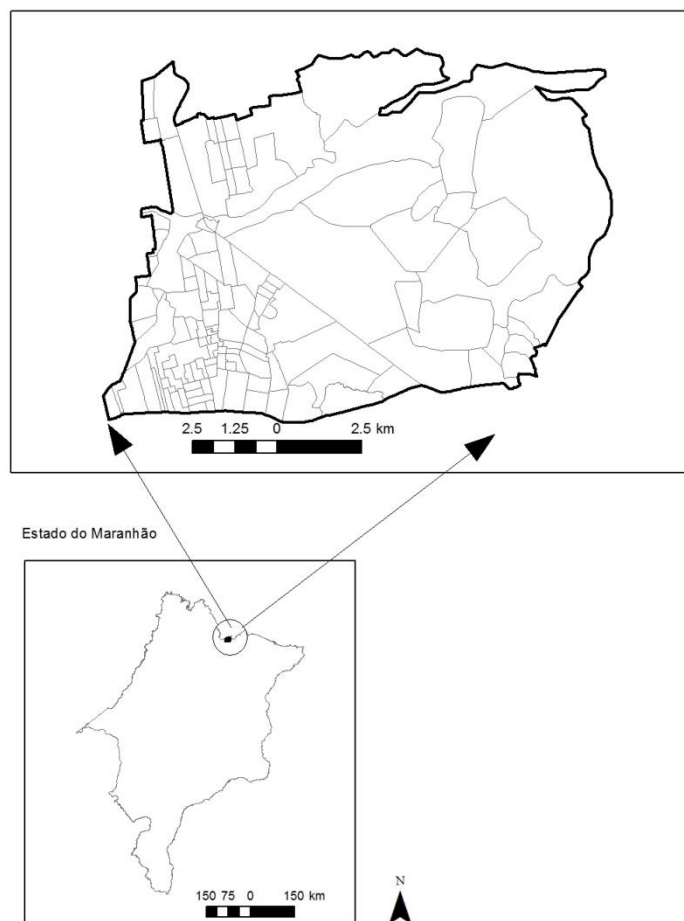


Figura 1. Localização de Paço do Lumiar, Estado do Maranhão, e distribuição dos setores censitários.

5.2.2 Vias de Acesso

A cidade de Paço do Lumiar é delimitada e/ou atravessada pelas seguintes rodovias estaduais: MA 201, chamada Estrada de Ribamar; MA 202, denominada Estrada da Maioba; MA 203, a Estrada da Raposa, num pequeno trecho, assim como a MA 204.

5.2.3 População

O Censo Demográfico de 2010 contou 105.121 habitantes, e estima a população total de 119.915 pessoas para o ano de 2016, sendo 17.820 crianças até 10 anos de idade, 20.331 adolescentes (11 a 19 anos), 60.470 adultos (20 a 59 anos) e 6.500 idosos (60 anos e mais) (IBGE, 2016).

A taxa de crescimento anual de Paço do Lumiar, na década compreendida entre 2000 e 2010, foi de 3,17%, acima da taxa anual brasileira no mesmo período, de 1,17%. A faixa etária com maior crescimento foi a economicamente ativa, caracterizada por pessoas de 15 a 64 anos, com leve aumento da taxa de envelhecimento (de 3,18% para 3,97%) (ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL, 2013).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011) informa a densidade demográfica de 855,84 hab/km², e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,724, situando o município na faixa de Índice de Desenvolvimento Humano Alto.

5.2.4 Características ambientais

O IBGE (2002) classifica o clima da região em que a cidade se insere como Tropical de Zona Equatorial, considerado quente – médias de temperatura permanecem acima de 18°C durante todo o ano – e com 4 a 5 meses de estação seca. No clima tropical-equatorial as chuvas ocorrem principalmente no verão, com índices pluviométricos de 1200 a 2000mm, enquanto a seca ocorre no inverno.

Trata-se de um subtipo de clima quente e úmido com influência de maritimidade e continentalidade. Silva (2016) descreve São Luís, cidade vizinha de Paço do Lumiar, capital do Estado e região metropolitana, como um local com notada regularidade térmica ao longo do ano, em decorrência da maritimidade, mas com pluviosidade que apresenta dois períodos distintos. O verão e o outono, nos meses de março e abril, obtém cerca de 450mm cada, enquanto inverno e primavera são pouco chuvosos ou secos, com picos em outubro e novembro (5mm em cada).

Uma característica marcante do município de Paço do Lumiar, assim como em outras cidades metropolitanas, é a sua expansão territorial. Nos últimos 25 anos houve um crescimento acelerado da população, ampliação da malha urbana e intensa alteração do uso e ocupação da terra. Tais fatos são evidenciados pelos resultados de cobertura de área urbana,

que em 1988 contava 10,84 km² e em 2014 mais que dobrou para 22,47 km², e diminuição da vegetação, principalmente em áreas como o Maiobão, na porção sudoeste da cidade – onde se localizam os bairros com maior densidade demográfica – demonstrando a diminuição gradativa da área rural (SILVA, 2016).

Segundo Furtado *et al.* (2003), a crescente urbanização do município resulta em sérios problemas ao ambiente natural, e Paço do Lumiar sofreu elevação das temperaturas de superfície ao longo dos anos, seguindo um padrão espacial e temporal. Os rios Paciência e Santo Antônio também sofreram as consequências dessa expansão municipal, a poluição, pois o surgimento de conjuntos habitacionais – que concentram grande parte da população –, não foram dotados de estrutura adequada. Vários prejuízos ambientais podem ser apontados, como a deposição de lixo e despejo de esgoto sem tratamento nos referidos rios, deixando a população à mercê de riscos e vulnerabilidades socioambientais.

5.3 Fontes de dados

Foram utilizados dados secundários relativos aos casos confirmados de dengue e chikungunya, ao vetor e à população.

Os dados relacionados ao adoecimento por dengue e chikungunya foram extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), obtidos da Secretaria Municipal de Saúde de Paço do Lumiar, na versão online, lançado em 2011 e com a última atualização (versão 3.0) em 2016.

Foram utilizados apenas os casos confirmados das doenças. Para dengue, caso confirmado é aquele que foi suspeito e apresentou confirmação laboratorial ou por vínculo clínico-epidemiológico para a doença, assim como para chikungunya; entretanto, em situação epidêmica numa determinada área o diagnóstico de febre de chikungunya pode ocorrer apenas por critério clínico-epidemiológico (exceto para formas atípicas e óbitos) (BRASIL, 2014b).

Os dados socioeconômicos e ambientais (do entorno dos domicílios), por setor censitário, foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), coletados no último censo demográfico realizado, em 2010, disponíveis no sítio eletrônico www.ibge.gov.br.

Os dados referentes à infestação e densidade do vetor foram obtidos na Divisão de Endemias da Secretaria Municipal de Saúde de Paço do Lumiar, através do Sistema do Programa Nacional de Controle da Dengue (SISPNCDD).

5.4 Variáveis de Estudo

Foram utilizadas variáveis do Censo Demográfico de 2010 para construção dos indicadores socioeconômicos e do entorno, que descrevem a população luminense e caracterizam o ambiente (como rural ou urbano, por exemplo), sendo trabalhados estatisticamente para identificar associação com a distribuição espacial dos casos por bairros. As variáveis originalmente disponibilizadas por setores censitários foram recalculadas para se obter os indicadores por bairros.

Visando analisar variáveis referentes à população residente, utilizou-se a unidade de domicílio particular permanente, que é conceituado pelo IBGE (2011) como “domicílio construído para servir, exclusivamente, à habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas”.

Os indicadores, por bairros, são: número absoluto de moradores em domicílios particulares permanentes; densidade demográfica; proporção de domicílios com responsável analfabeto; renda mensal média; proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral; proporção de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; proporção de domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto pluvial ou fossa séptica; proporção de domicílios particulares permanentes com pavimentação; proporção de domicílios particulares onde existe arborização; proporção de domicílios particulares permanentes onde existe lixo acumulado nos logradouros; proporção de domicílios particulares permanentes com iluminação pública (Apêndice A).

A pesquisa larvária é realizada continuamente, em ciclos, com periodicidade bimensal, para a determinação do Índice de Infestação Predial (IIP), como preconiza o Ministério da Saúde para as áreas infestadas pelo vetor. Um ciclo de trabalho é definido como o período necessário para a cobertura de todos os imóveis de determinada área pelos Agentes de Combate às Endemias (ACE), e o imóvel trabalhado é aquele em que foi possível acessar e realizar todas as ações previstas na atividade em curso (SÃO PAULO, 2008).

O IIP é calculado como percentual de imóveis positivos, isto é, onde foi encontrado foco larvário do *Ae. aegypti*, em relação ao total de imóveis visitados pelos ACE (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001). O Índice de Infestação Predial (IIP) foi informado bimensalmente; seu cálculo está abaixo.

$$IIP = \frac{(Imóveis Positivos)}{(Imóveis Pesquisados)} \times 100$$

Os Índices de Infestação Predial (IIP) por *Aedes* são classificados, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2009), como satisfatórios (IIP < 1%), em situação de alerta (1 a 3,9%) e em situação de risco (> 3,9%) para transmissão. Outra classificação utilizada para os IIP foi por estação chuvosa e estação seca, como descrito anteriormente quanto ao clima equatorial existente na região metropolitana de São Luís (IBGE, 2002; SILVA, 2016).

O cálculo da taxa de incidência para dengue foi realizado a partir da frequência absoluta de casos de dengue e chikungunya, separadamente, utilizando as projeções de população informadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a partir do último Censo Demográfico (2010), como apresentado a seguir para o município e por bairros, em cada ano estudado.

$$Taxa\ de\ incidência = \frac{número\ de\ casos\ do\ agravo\ no\ período}{população\ total\ residente} \times 100.000\ habitantes$$

O Ministério da Saúde (2014b) classifica as áreas, segundo sua incidência, em baixa (menor que 100 casos por 100.000 habitantes), média (100 a 300 casos por 100.000 habitantes) e alta (maior que 300 casos por 100.000 habitantes), sendo esta referência utilizada para a taxa de incidência municipal; para a análise das distribuições por bairros padronizou-se número de casos por 10.000 habitantes, em virtude das pequenas populações (SIQUEIRA, 2011).

5.5 Compatibilização e análise dos dados

Os casos de dengue e chikungunya foram estratificados por sexo e faixa etária, separadamente, e a incidência calculada para o município e por bairros, para cada período. As faixas etárias foram estratificadas em 0 a 10 anos (crianças), 11 a 19 anos (adolescentes), 20 a 59 anos (adultos) e 60 anos e mais (idosos), a partir da variável idade existente no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

O setor censitário é definido como unidade territorial determinada para fins cadastrais de controle de coleta de informações pelo IBGE, sendo uma área contínua situada como rural ou urbana do ponto de vista legal, que respeita os limites das divisões político-

administrativas e outras estruturas territoriais de interesse, além de considerar os parâmetros de dimensão mais adequados (IBGE, 2000; IBGE, 2011). Esta unidade de análise foi utilizada para obtenção dos dados socioeconômicos e ambientais.

O município de Paço do Lumiar possui 130 setores censitários, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), porém não existe lei municipal de abairramento ou malha digitalizada dos bairros. Por isso, antes do início da análise espacial, os croquis impressos utilizados pela Divisão de Endemias do Município para o trabalho de campo na vigilância e controle do vetor (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001) foram digitalizados em formato de figura, pois possuem o detalhamento das ruas e os limites informais dos bairros. Apesar de não possuírem escala geográfica, foram utilizados para análise visual e criação da malha digital dos bairros com base na malha digital dos setores censitários do IBGE. Esse trabalho foi desenvolvido no programa de livre acesso QGis, versão 2.18.6. Vale ressaltar que, apesar de não existir lei de abairramento, os serviços de saúde, incluindo registro de casos no SINAN, e de controle vetorial utilizam definições informais de bairros para registro e operacionalização das atividades.

Para criação da malha digital dos bairros, cada setor censitário recebeu um código correspondente ao bairro onde estava situado. Essa correspondência foi feita visualmente com base no detalhamento das ruas e limites dos bairros em comparação aos croquis digitalizados no formato de figura. Para auxiliar essa operação, a malha digital dos setores foi sobreposta a malha de ruas do GoogleMaps, com o auxílio do complemento OpenLayers Plugin do QGis. Como alguns bairros não correspondiam exatamente aos limites dos setores censitários, alguns ajustes foram necessários para permitir a compatibilização e uso das variáveis referentes tanto aos setores censitários (variáveis socioeconômicas e ambientais) quanto aos bairros (dados sobre doenças e vetor).

O polígono do setor foi considerado pertencente a um determinado bairro diante da localização de sua maior extensão territorial; entretanto, alguns setores censitários maiores comportavam mais de um bairro. Após a classificação de todos os setores, foram agregados aqueles que pertenciam ao mesmo bairro, usando o comando “dissolve”, gerando então os polígonos correspondentes aos bairros.

A partir do reconhecimento geográfico e do cadastro de localidades (bairros) existentes no Núcleo Municipal de Endemias, constataram-se ainda 5 setores censitários que não faziam parte do município, sendo, portanto, excluídos. A Figura 2 contém a malha

disponível no IBGE e a malha final utilizada para as análises espaciais, com total de 51 polígonos de bairros, numerados para a realização das análises.

Para estratificar os polígonos em situação urbana ou rural utilizou-se a situação dos setores censitários que compunham cada um: a composição dos polígonos foi majoritariamente homogênea, com apenas 5,88% (3) dos 51 polígonos compostos por setores com ambas as classificações; nestes casos, optou-se pelo tipo predominante em cada um. A descrição dos bairros por cada polígono encontra-se no Apêndice B.

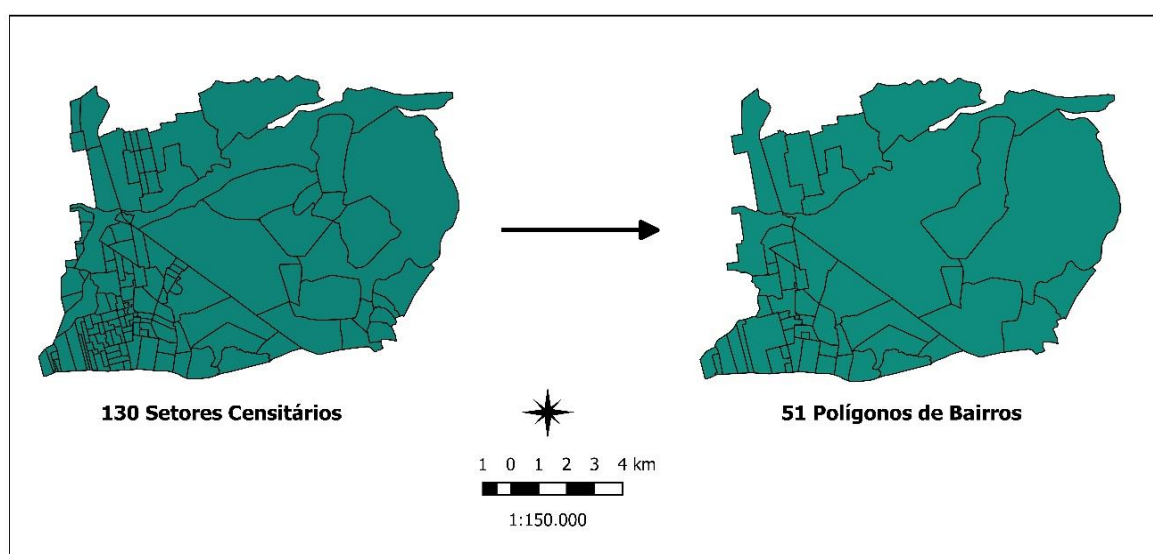


Figura 2 – Criação da malha de polígonos de bairros de Paço do Lumiar, Maranhão.

Após a criação dos polígonos dos bairros, os endereços dos casos de dengue e chikungunya foram georreferenciados no bairros correspondentes, assim como os dados socioeconômicos e do entorno dos domicílios, que originalmente estão agregados por setores censitários do IBGE. No caso dos dados do vetor, estes já estão registrados por bairros e foram estratificados por polígono.

5.6 Descrição epidemiológica

Foi realizada análise exploratória inicial dos bancos de dados de dengue e chikungunya, separadamente, descrevendo as variáveis: número de casos, classificação final dos casos, critérios de confirmação (laboratorial ou vínculo clínico-epidemiológico), taxa de incidência, sexo, faixa etária, raça/cor, escolaridade e zona de moradia (urbana ou rural).

Similarmente, também se descreveram as variáveis socioeconômicas e do entorno dos domicílios através de amplitude, média e mediana, na totalidade e estratificadas por urbana e rural.

Os resultados foram descritos em números absolutos e porcentagem, utilizando o teste Qui-quadrado, quando aplicável, no programa estatístico R, versão 3.3.3 e o programa Microsoft Excel versão 2016 para tabulação de dados e confecção das tabelas.

5.7 Análise espacial

Durante o georreferenciamento, alguns registros de casos não possuíam endereço completo, impossibilitando sua localização, e foram excluídos da análise espacial. As perdas mantiveram-se abaixo de 5% na maior parte do período, inclusive para chikungunya (2016), sendo 2015 o ano em que houve maior perda proporcional dos casos iniciais (15%) – para dengue, neste caso (Tabela 2).

Tabela 2 – Percentual de casos de dengue e chikungunya utilizados para análise espacial em Paço do Lumiar, Maranhão, de 2013 a 2016.

Agravo/Ano	Quantidade inicial de casos (análise epidemiológica) (n)	Quantidade final de casos (análise espacial) (n)	Percentual de perdas (%)
Dengue – 2013	74	71	4,05
Dengue – 2014	51	50	1,96
Dengue – 2015	111	94	15,31
Dengue – 2016	164	151	7,93
Chikungunya – 2016	748	728	2,67

Para o desenvolvimento da análise espacial foram utilizados mapas temáticos, cálculo do índice de Moran Global e Local univariados e bivariados, descritos a seguir.

5.7.1 Mapas temáticos

Foram construídos os seguintes mapas temáticos por bairros para a análise espacial: taxa de incidência de dengue, taxa de incidência de chikungunya, cada variável socioeconômica, variáveis ambientais, com base nas variáveis do entorno do domicílio, e vetoriais. A análise de cada mapa direcionou o trabalho subsequente dos dados. Segundo Pina *et al.* (2007), os mapas temáticos são gerados a partir de mapas gerais, diferindo deles por objetivar a visualização de um determinado tema; são bastante utilizados na área da epidemiologia, trazendo desde leituras mais simplificadas – como representação da localização de eventos – até as mais complexas – comparação e identificação de tendências e padrões espaciais.

5.7.2 Cálculo de autocorrelação global - Moran Global Univariado e Bivariado

A Autocorrelação Espacial é uma técnica que pretende determinar qual a estrutura de dependência existente entre os valores observados nas várias áreas envolvidas no estudo, isto é, mede a correlação de uma variável com ela mesma no espaço. Para este cálculo, inicialmente foi construída uma matriz de vizinhança para os bairros do tipo queen (rainha), que demonstra a relação espacial de cada área com as vizinhas, isto é, o nível de proximidade entre elas. O resultado varia de -1 a 1, sendo zero quando não existir correlação; cada vez mais próximo da unidade positiva quanto maior for a semelhança entre os vizinhos e valores negativos indicando dessemelhança (SOUZA *et al.*, 2007).

A primeira medida de autocorrelação espacial utilizada foi o Índice de Moran Global, que testa se as áreas vizinhas apresentam maior semelhança em relação ao indicador em questão do que se esperaria num padrão aleatório. Se o grau encontrado for positivo, demonstra correlação direta, se negativo, indica relação inversa – caso apresentem significância estatística. Este índice é chamado de global por demonstrar o grau de associação espacial presente no conjunto de dados, pois mede a dependência espacial baseando-se em observações simultâneas no conjunto de todas as observações (ALMEIDA; MEDRONHO; VALENCIA, 2009).

O Índice de Moran Global Bivariado realiza a correlação espacial entre duas variáveis no espaço. Assim, foram realizadas correlações entre a taxa de incidência de dengue

e chikungunya, separadamente, com cada variável socioeconômica e ambiental com o índice de infestação predial, e por fim entre as taxas de incidência de dengue e chikungunya.

Os cálculos de Moran Global foram realizados através do software Geoda versão 1.8, que assume como hipótese nula a ausência de autocorrelação espacial, com significância de 5%.

5.7.3 Índice de Moran Local

O cálculo global do grau de associação espacial indica o grau de associação espacial presente no conjunto total de dados, mas para investigar as configurações locais de associação espacial, isto é, por bairros, foi utilizado o Índice de Moran Local. Trata-se de um Indicador Local de Associação Espacial (LISA), e permite a decomposição dos indicadores globais em parcelas individuais, o que possibilita a identificação de aglomerados ou clusters significativos de valores semelhantes em torno de cada localização apontada (RAMOS, 2002).

O índice de Moran Local gera durante seu cálculo o diagrama de espalhamento, além de mapas de clusters espaciais de significância. O diagrama de espalhamento (Figura 3) de Moran possui 4 quadrantes, que representam os 4 tipos de associação linear espacial, sendo:

- Quadrante 1 (Q1): agrupamento alto-alto, onde as unidades espaciais significantes possuem valores altos para a variável de interesse e seus vizinhos possuem valores altos da outra variável;
- Quadrante 2 (Q2): agrupamento baixo-baixo, com bairros que possuem a variável de interesse com valor abaixo da média das vizinhas circundados por bairros com valor alto da outra variável;
- Quadrante 3 (Q3): agrupamento alto-baixo, quando os bairros possuem a variável de interesse acima da média e são circundados por bairros cuja a outra variável possui um valor baixo;
- Quadrante 4 (Q4): agrupamento baixo-alto, quando os bairros possuem a variável de interesse com valor baixo e são circundados por bairros cuja a outra variável possui alto valor.

Os quadrantes Q1 e Q2 são áreas com associação espacial positiva, enquanto os quadrantes 3 e 4 indicam áreas que não acompanham a tendência global, isto é, não obedecem ao padrão observado em seus vizinhos.

O índice de Moran Local foi calculado com o software Geoda versão 1.8.

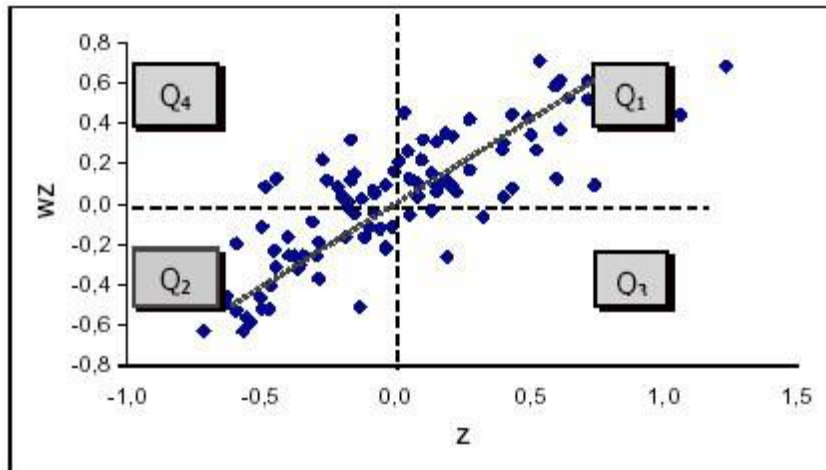


Figura 3 – Diagrama de espalhamento de Moran.

5.8 Aspectos éticos

A pesquisa foi realizada com dados secundários, conforme mencionado anteriormente, proveniente do banco de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), após autorização da Secretaria Municipal de Saúde de Paço do Lumiar para o uso dos dados e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP) sob o CAAE nº 64422417.1.0000.5240, conforme regem as normas brasileiras de regulamentação para pesquisa com seres humanos – Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Apesar da necessidade dos endereços para georreferenciamento dos dados, todas as análises e resultados foram apresentadas por bairros, demonstrando apenas o padrão de distribuição no espaço geográfico do município, não existindo a possibilidade de identificação dos indivíduos e/ou domicílios.

6 RESULTADOS

6.1 Perfil epidemiológico da dengue em Paço do Lumiar de 2013 a 2016

No município de Paço do Lumiar foram notificados como suspeitos 655 casos de dengue entre os anos de 2013 e 2016, sendo confirmadas 400 pessoas doentes, numa tendência anual crescente, exceto em 2014. Deste total, 4 foram classificados como dengue com sinais de alarme, com 1 ocorrência em 2013 e 2014, cada, e 2 em 2015; nenhum caso com maior gravidade foi registrado em 2016, apesar de ser um ano epidêmico. O indivíduo classificado como dengue com sinais de alarme em 2014 evoluiu a óbito, sendo o único em todo o período. As taxas anuais de incidência acompanharam o aumento dos casos, e em 2016 dobrou em relação à taxa de 2013 – de 65,27 casos por 100 mil habitantes para 136,76 casos por 100 mil habitantes (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de casos confirmados e taxa de incidência anual de dengue em Paço do Lumiar entre 2013 e 2016.

Ano de notificação	Casos confirmados Dengue	Casos confirmados Dengue com sinais de alarme	Taxa de Incidência (casos/100.000hab)
2013	74	1	65,27
2014	51	1	44,08
2015	111	2	94,17
2016	164	0	136,76

Quanto ao critério de confirmação dos casos, nos anos de 2013 a 2015 a confirmação laboratorial ultrapassou 28% dos casos suspeitos da área, embora sofrendo redução anual, até que, em 2016, seu total caiu para 6,71%, como demonstra a tabela 4. Não foram coletadas amostras para isolamento viral em Paço do Lumiar.

Quanto ao sexo, no período de 4 anos as mulheres representaram mais registros, sendo 56,25% (225) do total, porém em 2015 os homens contabilizaram mais casos (53,15%); a diferença entre os sexos mostrou-se estatisticamente significativa ($\chi^2= 6,25$; p-valor = 0,012). Embora a amplitude de idade tenha permanecido semelhante nos 4 anos (1 a 88 anos), a média e mediana aumentaram, passando de 26 e 24 anos em 2013 para 31 e 32 anos em 2016,

respectivamente. No período completo e em cada ano a faixa etária adulta (20 a 59 anos) foi predominante com 66,25% (265) dos casos, com significância estatística ($\chi^2 = 371,96$; p valor $< 0,05$), seguida dos adolescentes (11 a 19 anos) com 15,25% (61) e crianças (0 a 10 anos) com 13,25% (53) de doentes. A semelhança entre crianças e adolescentes, analisada ano a ano, evidencia que crianças foram o segundo grupo etário mais acometido em 2013 e 2014, enquanto em 2015 e 2016 foram os adolescentes (Tabela 5).

Tabela 4 – Casos de dengue e critérios de confirmação em Paço do Lumiar entre 2013 e 2016.

Ano	Confirmação laboratorial	%	Confirmação clínico-epidemiológica	%	TOTAL (n)
2013	33	44,59	41	55,41	74
2014	21	41,18	30	58,82	51
2015	32	28,83	79	71,17	111
2016	11	06,71	153	93,29	164

A raça/cor mais prevalente no período (71,75%) e em cada ano (acima de 60%) foi a parda, seguida da categoria ignorada, que se manteve acima de 10% em todos os anos e com 14,75% (59) casos não classificados para esta variável no período total. A raça/cor branca soma apenas 8,75% (35) em quatro anos, raça/cor preta 4% (16), raça/cor indígena e amarela registraram menos de 1% cada (Tabela 5). Devido às baixas frequências, foi realizado cálculo estatístico com as categorias raça/cor parda, raça/cor não-parda e raça/cor ignorada, havendo significância estatística ($\chi^2 = 265,75$; p valor $< 0,05$) para as proporções.

Quanto à escolaridade, 40% (160) dos doentes possuía 11 anos ou mais de estudo, isto é, ensino médio ou escolaridade superior estatisticamente significativa ($\chi^2 = 154,02$; p valor $< 0,05$), seguido pelo dado ignorado em 28,50% (114) do total de fichas de notificação de casos confirmados (Tabela 5).

Tabela 5 – Caracterização sociodemográfica dos casos de dengue em Paço do Lumiar, entre 2013 e 2016.

Variáveis	2013	2014	2015	2016	TOTAL	%	Valor p*
Sexo							
Feminino	43	29	52	101	225	56,25	
Masculino	31	22	59	63	175	43,75	
TOTAL	74	51	111	164	400	100,00	0,012
Faixas etárias							
Crianças							
(0 a 10 anos)	19	11	12	11	53	13,25	
Adolescentes (11 a 19 anos)	12	8	22	19	61	15,25	
Adultos (20 a 59 anos)	38	29	72	126	265	66,25	
Idosos (60 anos e +)	5	3	5	8	21	05,25	
TOTAL	74	51	111	164	400	100,00	< 0,05
Raça/cor**							
Branca	6	4	12	13	35	08,75	
Preta	3	4	1	8	16	04,00	
Parda	55	34	77	121	287	71,75	
Amarela	0	0	0	1	1	0,25	
Indígena	0	0	0	2	2	0,50	
Ignorada	10	9	21	19	59	14,75	
TOTAL	74	51	111	164	400	100,00	< 0,05
Escolaridade (em anos de estudo)							
Até 4 anos	7	5	5	8	25	06,25	
Até 8 anos	15	8	19	9	51	12,75	
11 anos ou mais	16	13	52	79	160	40,00	
Não se aplica	18	10	10	12	50	12,50	
Ignorado	18	15	25	56	114	28,50	
TOTAL	74	51	111	164	400	100,00	< 0,05

* Teste Qui-quadrado

** Teste Qui-quadrado realizado com as categorias parda, não parda e ignorado.

Quanto às zonas de ocorrência dos casos, a análise das informações contidas nas fichas de notificação demonstra que a urbana possui 57% (228) dos casos, seguida da zona rural

com 34,75% (139) de doentes, periurbana com 1% (4) e a ausência de informações no banco de dados com 7% (52) de representação.

6.2 Perfil epidemiológico da chikungunya em Paço do Lumiar em 2016

A notificação compulsória para febre de chikungunya só iniciou no Brasil em 2015, com a inclusão dos dados da doença na ficha de notificação para dengue. Em Paço do Lumiar foram notificados 3 casos em 2015, todos descartados laboratorialmente. Em 2016 foram 849 casos notificados, com 748 confirmados, gerando uma taxa de incidência de 623,78 casos por 100 mil habitantes no município. Não houve óbito. A confirmação laboratorial foi de 19,25% (144).

Quanto ao sexo, mulheres foram mais acometidas do que homens, com 65,58% (492) sendo a diferença estaticamente significativa ($\chi^2 = 74,46$; p valor < 0,05). A amplitude de idade foi mais elevada quando comparada à dengue, com doentes de 1 a 92 anos, assim como a média da idade, de 38,41 anos e a faixa etária de adultos (20 a 59 anos), com 67,51% (505), foi seguida pelos idosos (60 anos e mais) com 14,17% (106) ($\chi^2 = 731,45$; p valor < 0,05) (Tabela 6).

A raça/cor parda também foi maioria entre os adoecidos por chikungunya, com 72,46% (525) das pessoas ($\chi^2 = 547,13$; p valor < 0,05). Em relação aos adoecimentos por dengue, houve maior frequência de pessoas da raça/cor branca e preta, com 13,77% (103) e 6,95% (52) cada, respectivamente. O número de ignorados para este campo foi baixo, com 5,35% (40) (Tabela 6).

A escolaridade encontrada na população acometida por chikungunya foi superior à quantidade de anos de estudo encontrada na população acometida por dengue, com 54,46% (409) pessoas com até o ensino médio completo (entre 8 e 11 anos de estudo) ($\chi^2 = 586,43$; p valor < 0,05). A porcentagem de dado ignorado para este campo é alta, ausente em 15,64% (117) das fichas de notificação (Tabela 6).

A zona mais atingida pela chikungunya, segundo os dados do SINAN, foi a rural, com 66,22% (398) dos casos, seguida da urbana com 29,95% (180), e um caso foi classificado como zona periurbana (0,17%). A prevalência de ignorados foi baixa nesta informação, faltante apenas em 3,66% (22) das fichas.

Tabela 6 – Caracterização sociodemográfica dos casos de chikungunya em Paço do Lumiar em 2016.

Variáveis	N	%	Valor p*
Sexo			
Feminino	492	65,58	
Masculino	256	34,42	
TOTAL	748	100,00	< 0,05
Faixas etárias			
Crianças (0 a 10 anos)	46	06,15	
Adolescentes (11 a 19 anos)	91	12,17	
Adultos (20 a 59 anos)	505	67,51	
Idosos (60 anos e +)	106	14,17	
TOTAL	748	100,00	< 0,05
Raça/cor**			
Branca	103	13,77	
Preta	52	06,95	
Parda	542	72,46	
Outras (indígenas/amarelos/ignorado)	51	06,82	
TOTAL	748	100,00	< 0,05
Escolaridade			
(em anos de estudo)			
Até 4 anos	68	09,09	
Até 8 anos	110	14,71	
11 anos e mais	409	54,68	
Não se aplica	44	05,88	
Ignorado	117	15,64	
TOTAL	748	100,00	< 0,05

* Teste Qui-quadrado

** Teste Qui-quadrado realizado com as categorias parda, não parda e ignorado.

6.3 Distribuição espacial anual dos casos de dengue e chikungunya

Em todos os anos do período a maioria dos polígonos dos bairros permaneceu sem casos de dengue (Tabela 7). Entretanto, em 2015 e 2016, houve aumento do número de bairros com média e alta taxas de incidência da doença, sendo concentrados nas áreas urbanas (Figura 4).

Tabela 7 – Número de bairros por taxa de incidência (casos/10.000 habitantes) de dengue por ano em Paço do Lumiar, Maranhão, de 2013 a 2016.

Taxa de Incidência (casos/10.000 hab)	2013	2014	2015	2016
0	34	34	31	27
0.01 – 10.00	10	10	07	07
10.01 – 30.00	04	06	10	10
> 30.01	03	01	03	07
Total	51	51	51	51

O mapa temático da taxa de incidência de chikungunya (Figura 5), em 2016, demonstra maior adoecimento na área urbana, onde muitos polígonos dos bairros possuem mais de 30 casos/10.000 habitantes, enquanto a maior parte da área considerada rural obteve incidência menor do que isto. Dos polígonos com taxa de incidência superior a 30 casos/10.000 habitantes, cerca de 96% são urbanos.

No apêndice C está descrita a taxa de incidência anual de dengue no período e de chikungunya em 2016, por bairros. É possível visualizar variação anual em muitos polígonos, que não possuíam casos nos primeiros anos e depois passaram a possuir, ou alternaram períodos de alta incidência e de nenhum caso. Nos bairros Maiobão, Vila Eptácio Cafeteira, Vila Nazaré, Residencial Paranã I, II e III e Vila Nossa Senhora da Luz, Cidade Verdade e Parque Novo Horizonte ocorreram casos em todos os anos, de dengue e de chikungunya, enquanto os bairros Timbuba, Vila Nova Pernambucana, Itapera, Rio de São João, Taboca, Pindaí, Riozinho, Cumbique, Pedrinhas, Sururutuia, Vila Rosinha, Residencial Thalita, Conjuntos Maria Firmina I e II, Santa Filomena, Res. Silvia Cantanhede e Araguaia permaneceram sem casos durante todo o período. Ainda há diversos que só apresentaram casos em 2016, e/ou apenas para chikungunya.

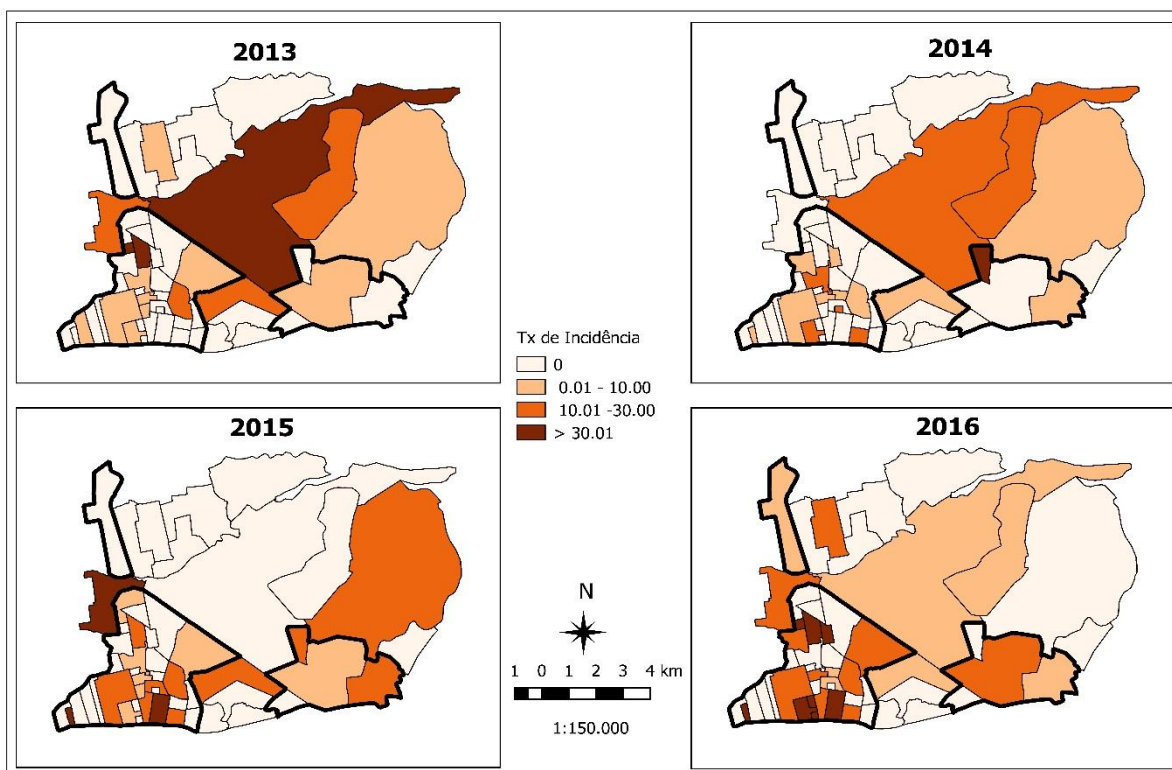


Figura 4 – Taxas de incidência anuais de dengue (casos/10.000 habitantes) por bairros (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, de 2013 a 2016.

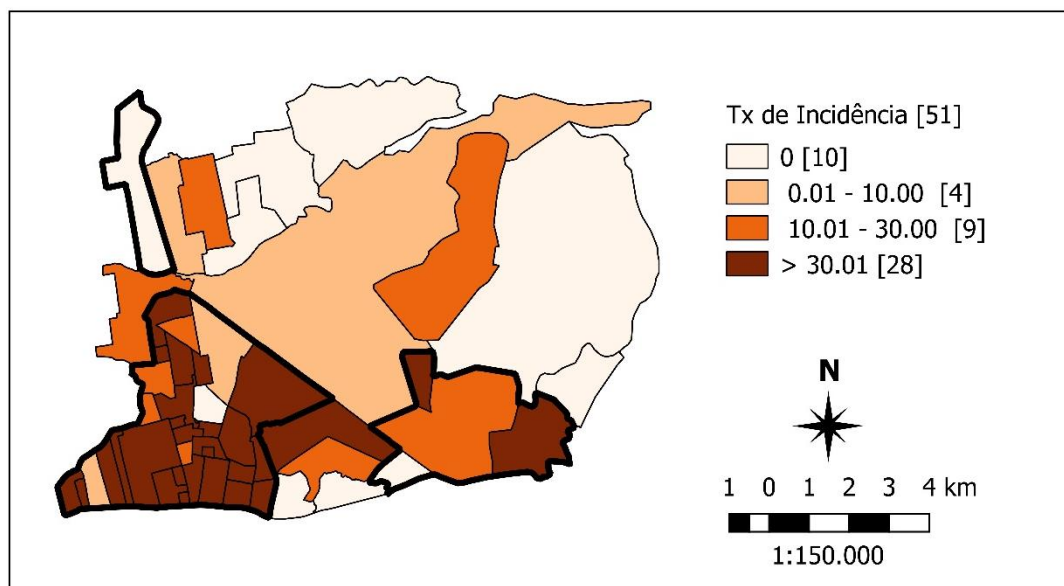


Figura 5 – Taxa de incidência anual de chikungunya (casos/10.000 habitantes) por bairros (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, em 2016.

6.4 Distribuição espacial das variáveis socioeconômicas e de entorno

Dos 51 polígonos, 37 foram considerados urbanos, segundo o IBGE (2011), visivelmente concentrados em 3 áreas do município (Figura 6).

Observando a distribuição do número de moradores, ressaltada a área urbana (Figura 7), é possível identificar os polígonos destas áreas como os mais populosos. A densidade demográfica revela que todas as áreas consideradas rurais (fora do destaque) são menos povoadas, isto é, possuem menos pessoas por km². A zona classificada como rural também é aquela em que os polígonos dos bairros possuem menor renda média (até 1 salário mínimo), enquanto 4 dos 5 bairros cuja renda é de 2 a 3 salários são urbanos (Figura 8), além da proporção de pessoas responsáveis pelo domicílios analfabetas ser superior na área considerada rural, com 10,1 a 23% em seus polígonos contra 0,8 a 10% de pessoas responsáveis analfabetas nos bairros urbanos.

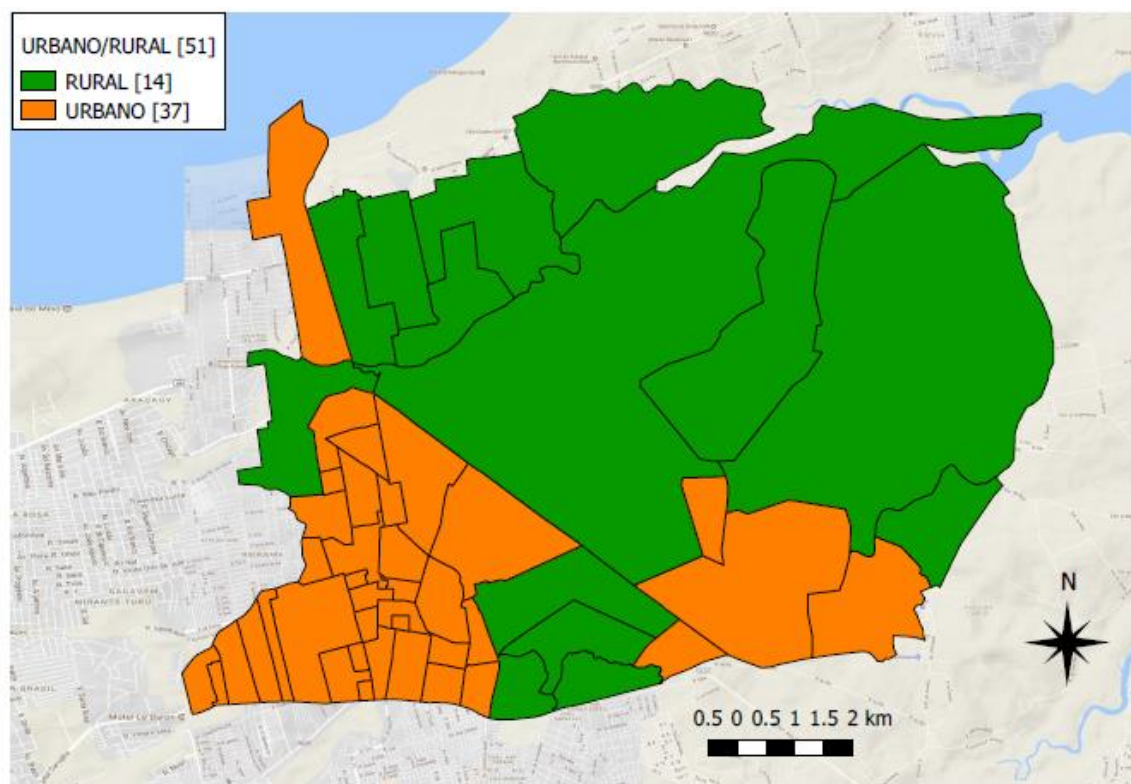


Figura 6 – Classificação dos polígonos de bairros de Paço do Lumiar, Maranhão, por tipo (urbano ou rural) segundo o censo demográfico 2010 (IBGE).

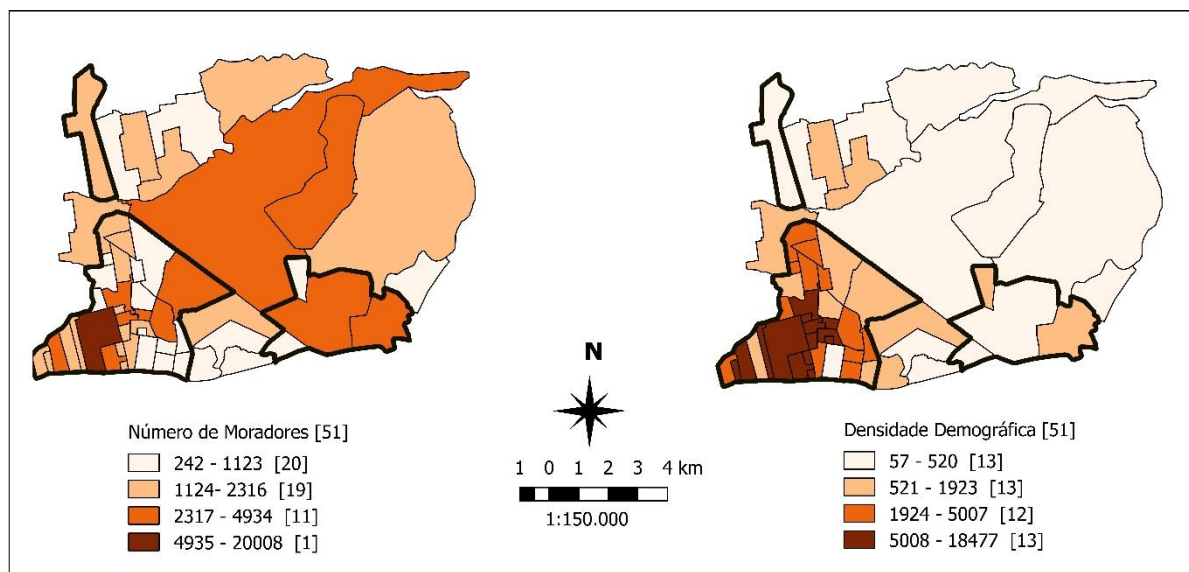


Figura 7 – Distribuição do número de moradores e densidade demográfica dos polígonos (com destaque para área urbana) de Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE).

A área rural do município possui maior déficit no abastecimento de água, cuja maioria dos bairros possui menos de 50% dos domicílios particulares permanentes abastecidos por água proveniente da rede geral. Quanto à proporção de domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto pluvial ou fossa séptica, a área urbana é bastante heterogênea quanto aos seus bairros, possuindo cobertura de 0 a 100%, enquanto na área rural apenas 3 bairros possuem acima de 75% de esgotamento sanitário – sendo estes limítrofes à área urbana (Figura 9).

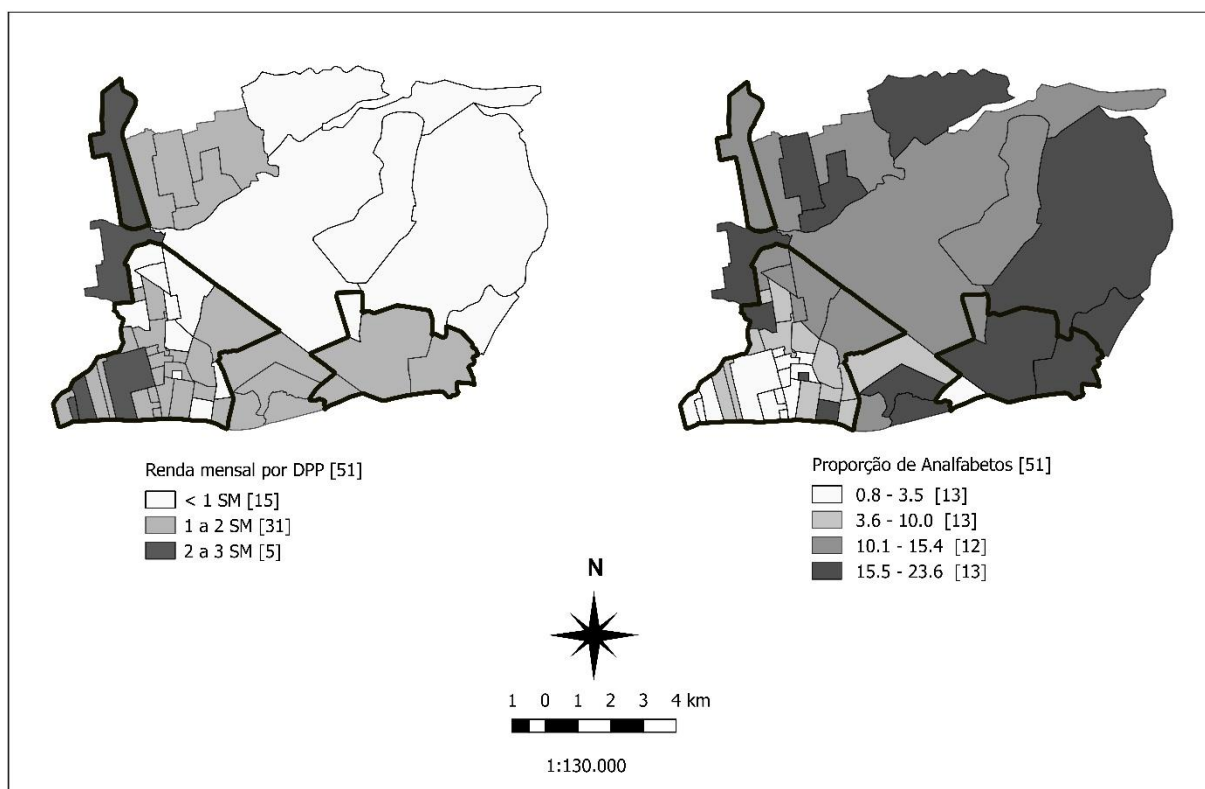


Figura 8 – Renda mensal média dos domicílios particulares permanentes e proporção de domicílios com responsável analfabeto por bairro (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE).

O comportamento dos indicadores de proporção de domicílios particulares permanentes com pavimentação e com iluminação pública (Figura 10) foram idênticos entre si e aos indicadores de lixo coletado e esgotamento sanitário, ou seja, a maioria dos polígonos com mais de 50% dos serviços está localizada na área urbana.

A proporção de domicílios particulares permanentes com arborização, sendo definidos pelo IBGE (2011) como aqueles que possuem arborização – isto é, árvore – em sua face, na sua face confrontante ou no canteiro central, ou estando no mesmo logradouro, mesmo que apenas em parte, além de considerar arborização se existente em logradouros sem pavimentação e/ou sem calçada/passeio, foi menor do que 25% em 75,55% (37) dos bairros; aqueles bairros que possuíam arborização superior a 25% localizavam-se todos na área urbana (Figura 11).

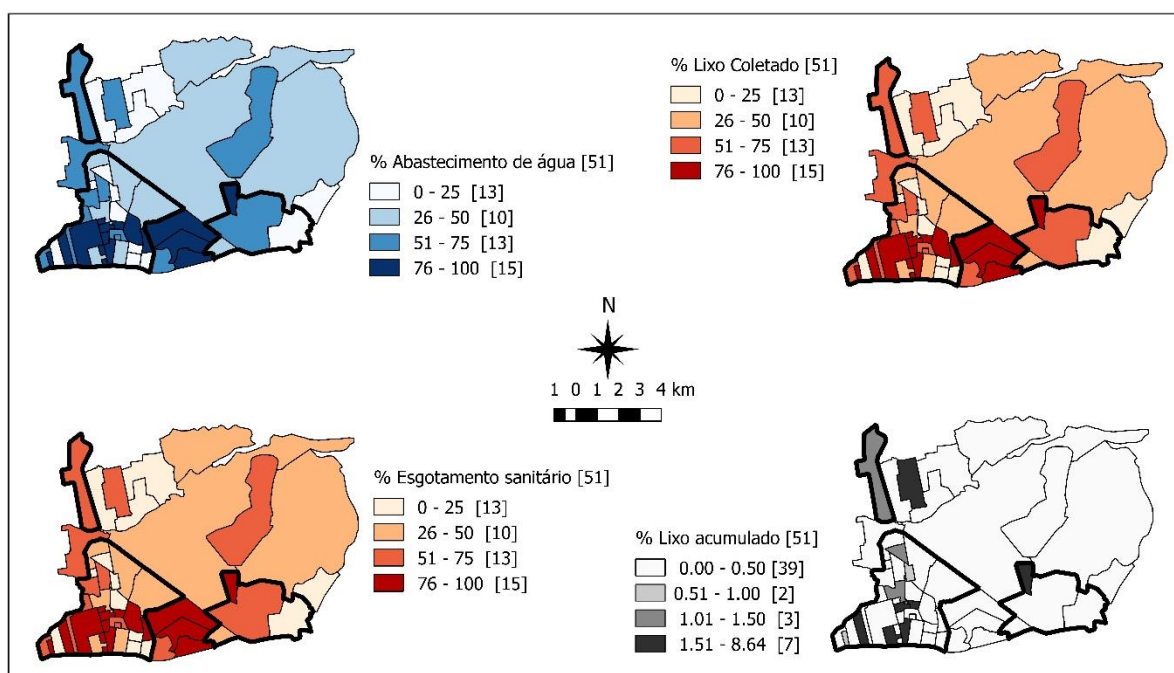


Figura 9 – Proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral, esgotamento sanitário via rede geral ou fossa séptica, lixo coletado e lixo acumulado nos logradouros por bairro (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE).

Os indicadores de número absoluto de moradores por bairro e percentual de arborização por bairro não foram considerados nas análises posteriores, pois não se mostraram bons descritores do espaço geográfico de Paço do Lumiar.

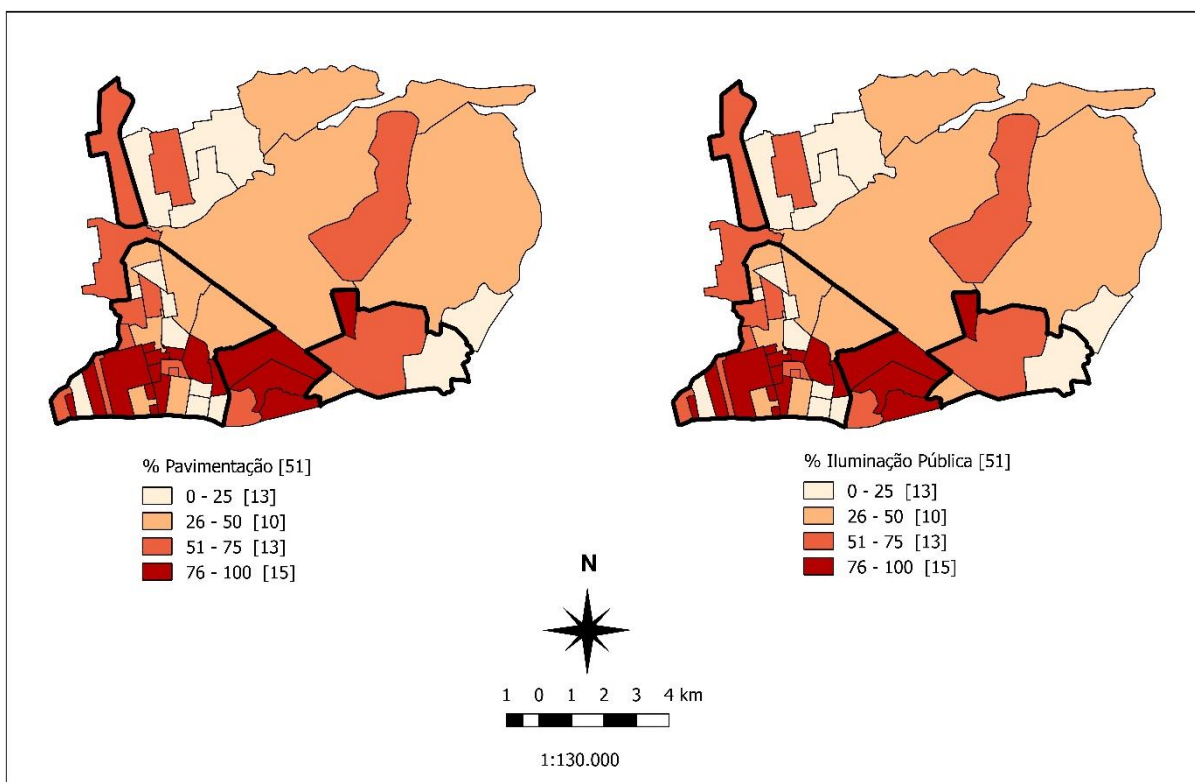


Figura 10 – Proporção de domicílios particulares permanentes com pavimentação e com iluminação pública por polígono (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE).

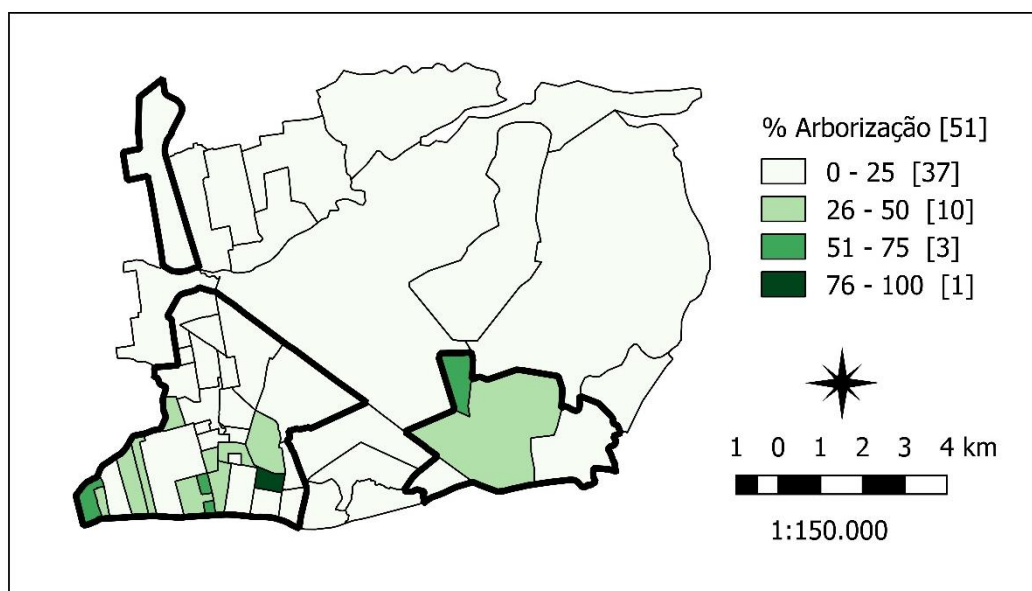


Figura 11 – Proporção de domicílios particulares permanentes com arborização por polígono (com destaque para área urbana) em Paço do Lumiar, Maranhão, segundo o censo demográfico 2010 (IBGE).

6.5 Comparação entre a ocorrência de dengue e chikungunya

Ao comparar a ocorrência de casos de dengue e chikungunya em 2016 (Tabela 8), observa-se que a informação proveniente das fichas de notificação difere da classificação real dos casos segundo as áreas rural e urbana (IBGE, 2011): a maioria dos casos de ambas as doenças pertence à área urbana do município, com maior percentual para chikungunya. As fichas de notificação indicavam que menos de 25% dos casos de chikungunya ocorreram na área urbana, sendo esta informação classificada pelo profissional que realizou a notificação. O percentual de casos urbanos da dengue aumentou gradativamente no decorrer do período: 69,01% (49) em 2013; 76,00% (38) em 2014; 80,95% (76) em 2015; e 92,72% (140) em 2016.

Quanto aos bairros com taxas de incidência consideradas altas (>30,01 casos/10.000 habitantes), para chikungunya os bairros urbanos foram mais frequentes (quase 80%), sendo menos de 60% de bairros urbanos com taxa de incidência alta para dengue.

Notadamente a ocorrência de casos de chikungunya foi mais frequente em bairros cuja densidade demográfica era maior, com 81,68% dos casos nos bairros mais povoados, enquanto a ocorrência de dengue nestes bairros foi de apenas 30,25%. A maioria dos registros de dengue (62,25%) ocorreu em bairros mais pobres, com renda média mensal inferior a 1 salário mínimo, o que não ocorreu para os casos de chikungunya, que tiveram menos de 50% de casos registrados nestas áreas.

Cerca de 25% dos casos de dengue ocorreram nas áreas com maior percentual registrado de analfabetismo entre os responsáveis por domicílio, com percentual ligeiramente inferior para chikungunya (21,43%).

Outros resultados permaneceram similares entre os agravos no ano de 2016, quando comparados o percentual de casos em bairros com abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo e iluminação pública inferiores a 50% de cobertura em seus domicílios. Em contrapartida, o percentual de casos ocorridos em bairros com baixa cobertura de pavimentação e de lixo acumulado nos logradouros foi diverso entre as doenças, com maior ocorrência de chikungunya nos bairros com menor proporção destes indicadores.

Tabela 8 - Características dos casos de dengue e chikungunya em 2016, em Paço do Lumiar, Maranhão.

Resultados	Dengue em 2016 (%)	Chikungunya em 2016 (%)
Casos na área urbana segundo SINAN	79,27	24,06
Casos na área urbana segundo IBGE	85,37	93,45
Bairros com taxa de incidência > 30,01 casos/10.000 habitantes na área urbana	57,14	78,57
Casos em bairros com densidade demográfica alta (superior a 1927 habitantes/km ²)	30,25	81,68
Casos em bairros com renda média mensal inferior a 1 SM	62,25	45,19
Casos em bairros com proporção de analfabetismo superior a 10% entre pessoas responsáveis pelo domicílio	25,17	21,43
Casos em bairros com proporção de abastecimento de água inferior a 50% dos domicílios particulares permanentes	27,81	29,26
Casos em bairros com proporção de esgotamento sanitário inferior a 50% dos domicílios particulares permanentes	28,48	28,16
Casos em bairros com proporção de lixo coletado inferior a 50% dos domicílios particulares permanentes	31,79	31,04
Casos em bairros com proporção de lixo acumulado nos logradouros superior a 1% dos domicílios particulares permanentes	21,85	31,46
Casos em bairros com proporção de pavimentação inferior a 50% dos domicílios particulares permanentes	41,06	61,26
Casos em bairros com proporção de iluminação pública inferior a 50% dos domicílios particulares permanentes	31,13	28,30

6.6 Descrição da ocorrência de *Aedes* sp.

Tabela 9 - Número de imóveis trabalhados e Índice de Infestação Predial (IIP) por ciclo de trabalho dos ACE de 2013 a 2016, em Paço do Lumiar/MA.

Ciclo	Ano/Meses	Número total de imóveis	Número de imóveis trabalhados	% imóveis trabalhados	IIP (%)
2013					
1	Janeiro/Fevereiro	46982	15579	33,16	0,52
2	Março/Abril	46982	19303	41,09	0,88
3	Maió/Junho	46982	28635	60,95	1,12
4	Julho/Agosto	46982	29391	62,56	0,88
5	Setembro/Outubro	46982	33461	71,22	0,54
6	Novembro/Dezembro	46982	12641	26,91	0,66
2014					
1	Janeiro/Fevereiro	51158	36804	68,86	0,68
2	Março/Abril	51158	30654	60,48	1,11
3	Maió/Junho	51158	30941	79,27	2,00
4	Julho/Agosto	51158	40551	79,12	1,62
5	Setembro/Outubro	51158	13407	77,90	1,40
6	Novembro/Dezembro	51158	39854	68,86	0,40
2015					
1	Janeiro/Fevereiro	52428	35711	68,11	2,10
2	Março/Abril	52428	39536	75,41	2,60
3	Maió/Junho	52428	41467	79,29	1,46
4	Julho/Agosto	52428	41350	78,96	2,80
5	Setembro/Outubro	52428	43042	82,10	3,10
6	Novembro/Dezembro	52428	18107	34,54	0,59
2016					
1	Janeiro/Fevereiro	53134	43934	82,69	2,00
2	Março/Abril	53134	50301	94,67	2,30
3	Maió/Junho	53134	48213	90,74	1,40
4	Julho/Agosto	53134	39549	72,55	0,80
5	Setembro/Outubro	53134	42725	80,41	0,40
6	Novembro/Dezembro	53134	39023	73,44	0,60

No período entre 2013 a 2016 foram realizados 24 ciclos de trabalho pelos Agentes Comunitários de Endemias (ACE) atuantes no Programa Municipal de Controle da Dengue (PMCD), divididos em 6 ciclos anuais com dois meses cada (Tabela 9). Segundo a classificação

dos Índices de Infestação Predial (IIP), 11 ciclos obtiveram resultado satisfatório (< 1%), 12 apontaram situação de alerta (1 a 3,9%) e apenas o ciclo 5 de 2015 demonstrou situação de risco (IIP > 3,9%). No ano de 2013, 5 ciclos foram considerados satisfatórios, enquanto em 2015 apenas um ciclo teve IIP menor que 1%.

A tabela 10 demonstra os índices de infestação predial e as taxas de incidência por ciclo e ano, sendo dengue de 2013 a 2016 e chikungunya em 2016. De modo geral, as taxas de incidência aumentaram a cada ano neste período, embora não seguiram um padrão dentro dos ciclos nem coincidiram regularmente com os níveis e variações de IIP ao longo do período.

Tabela 10 – Índices de Infestação Predial e taxas de incidência de dengue de 2013 a 2016 e chikungunya em 2016, por ciclo de trabalho, em Paço do Lumiar/MA.

Ciclo	2013		2014		2015		2016		
	IIP (%)	Tx Inc Dengue (casos/100mil hab)	IIP (%)	Tx Inc Dengue (casos/100mil hab)	IIP (%)	Tx Inc Dengue (casos/100mil hab)	IIP (%)	Tx Inc Dengue (casos/100mil hab)	Tx Inc Chikung. (casos/100mil hab)
1	0,52	0,00	0,68	1,73	2,10	4,24	2,00	8,34	20,01
2	0,88	14,99	1,11	3,46	2,60	27,15	2,30	97,57	397,78
3	1,12	7,94	2,00	3,46	1,46	32,24	1,40	25,02	182,63
4	0,88	16,76	1,62	26,80	2,80	15,27	0,80	2,50	22,52
5	0,54	18,52	1,40	7,78	3,10	4,24	0,40	0,83	0,83
6	0,66	7,06	0,40	0,86	0,59	11,03	0,60	2,50	0,00

Na figura 12 é possível visualizar que as taxas de incidência da dengue foram diferentes às tendências das variações de IIP em grande parte dos ciclos, aumentando quando os índices vetoriais caíram e vice-versa, ou assumindo valores divergentes entre si – baixas taxas de incidência em ciclos com alto IIP e alto número de casos com IIP medianos. Ainda é visível o aumento geral dos IIP no decorrer dos anos e a mudança no padrão de variação, que assumiu a partir de 2014 picos e baixas mais acentuados, entretanto sem seguir nenhum padrão claro. Os ciclos do ano de 2016, por sua vez, apresentaram tendências semelhantes entre índices de infestação predial e taxas de incidência.

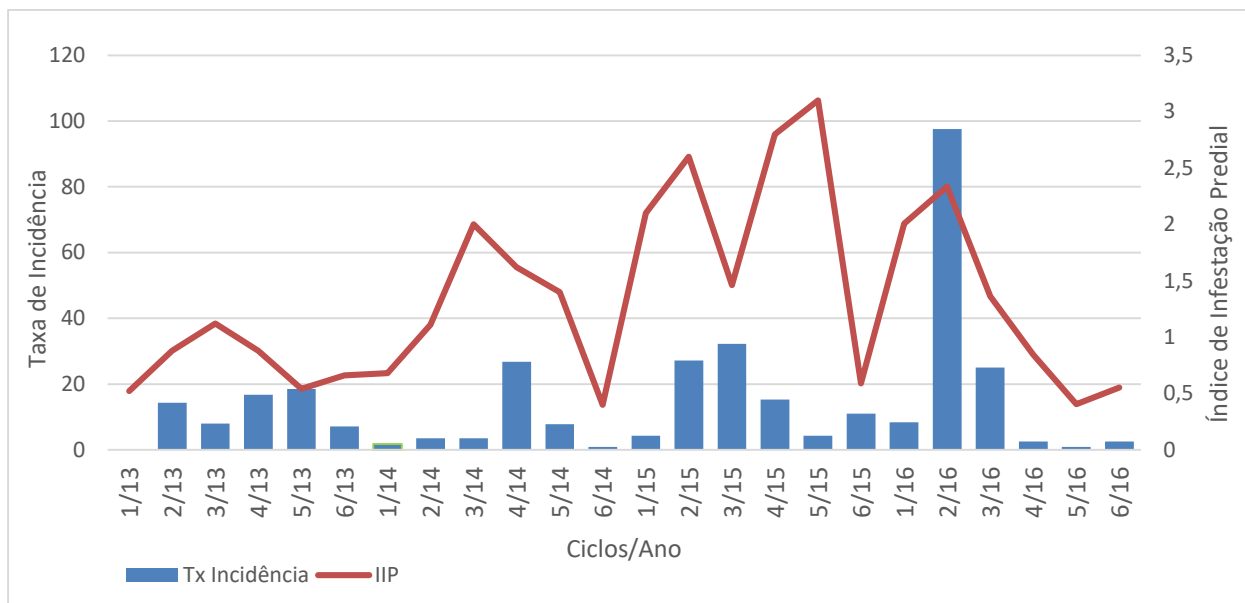


Figura 12 - Distribuição da taxa de incidência da dengue segundo o índice de infestação predial por ciclos de trabalho em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016.

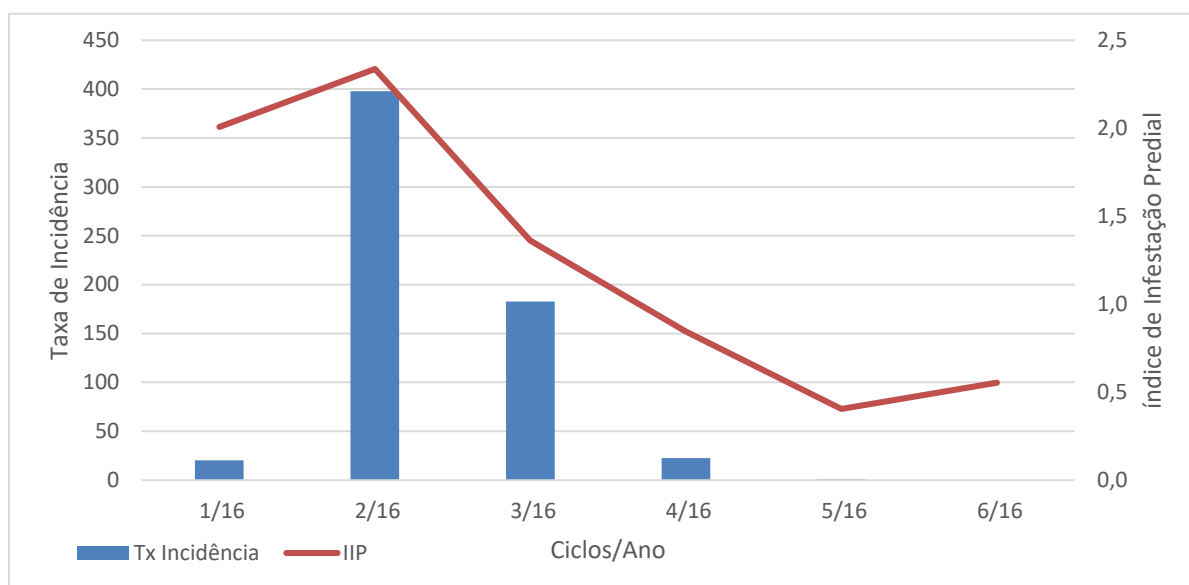


Figura 13 - Distribuição da taxa de incidência de chikungunya segundo o índice de infestação predial por ciclos de trabalho em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016.

Para o adoecimento por chikungunya, na figura 13 observa-se que, apesar do ciclo 1 possuir alto IIP e baixa taxa de incidência, ciclos 2 a 5 seguiram a mesma tendência – maiores índices no ciclo 2 e decrescendo até o fim de 2016.

Ao classificar os índices de infestação predial e as taxas de incidência de dengue por estação seca e chuvosa – as únicas bem definidas na cidade de Paço do Lumiar – a cada

ano, percebe-se que na maioria dos anos os IIP possuem maior elevação no período em que ocorrem as chuvas (primeiro semestre do ano). Entretanto, as taxas de incidência não acompanham esse padrão, havendo maior número de casos no período de estiagem nos anos de 2013 a 2015, ocorrendo o contrário apenas em 2016 (Figura 14).

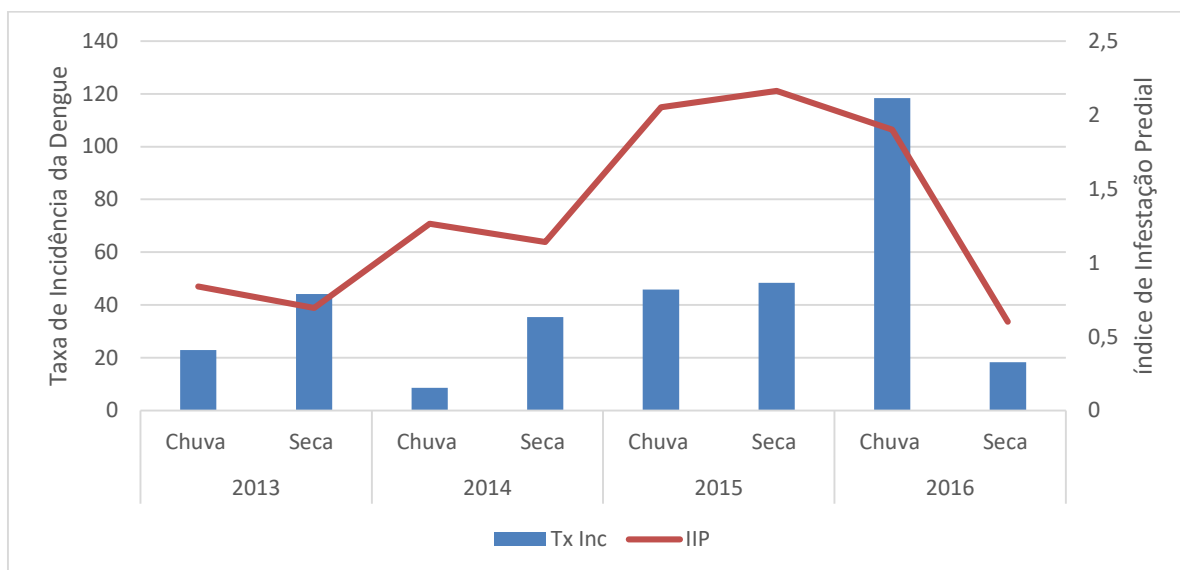


Figura 14 - Distribuição da taxa de incidência da dengue segundo o índice de infestação predial por período de precipitação e estiagem em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016.

Ao estratificar os polígonos de bairros segundo o Índice de Infestação Predial anuais, na Tabela 12, encontramos valores diversos entre os anos. Quanto aos dados faltantes, em 2013, 03 bairros não foram trabalhados (todos urbanos); em 2014, apenas 01 bairro (urbano) conteve informação ausente; em 2015, 02 bairros (um urbano e outro rural) tiveram informações faltantes e, em 2016, 04 bairros (dois urbanos e dois rurais) não apresentaram dados de IIP (Apêndice D). Os bairros Vila Nova Pernambucana e Itapera não possuíam informações de 2013 a 2015, não havendo outras repetições no período. Entre os 10 polígonos por ano com maiores IIP se destaca o polígono 36, que figura nesta categoria nos 4 anos estudados, seguido os números 17 e 18, que aparecem em 3 anos. Em 2016, 09 bairros apresentaram índice de infestação zero, e em 2013 apenas 02 polígonos não possuíam focos do vetor na pesquisa larvária; destacam-se os polígonos de números 15 (figurando entre os 10 com menores IIP nos 4 anos), 10 e 20 (estiveram entre os 10 polígonos menos infestados por 3 anos, cada).

A Tabela 11 demonstra a situação dos polígonos quanto à classificação dos Índices de Infestação por *Aedes aegypti* (BRASIL, 2009) anuais, em frequências absolutas. Em todos os anos a maioria dos polígonos situou-se em situação de alerta, representando cerca de metade dos polígonos de bairros em 2013, 2014 e 2015; em 2016 a maioria dos polígonos se mostrou com IIP satisfatórios.

Tabela 11 – Classificação dos polígonos de bairros quanto aos Índices de Infestação Predial, segundo Ministério da Saúde (2009), em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016.

Classificação/Ano	2013	2014	2015	2016
Satisfatório (< 1%)	19	25	17	23
Alerta (1 – 3,9%)	25	25	26	20
Risco (> 3,9%)	04	-	06	04
Dados ausentes	03	01	02	04
Total	51	51	51	51

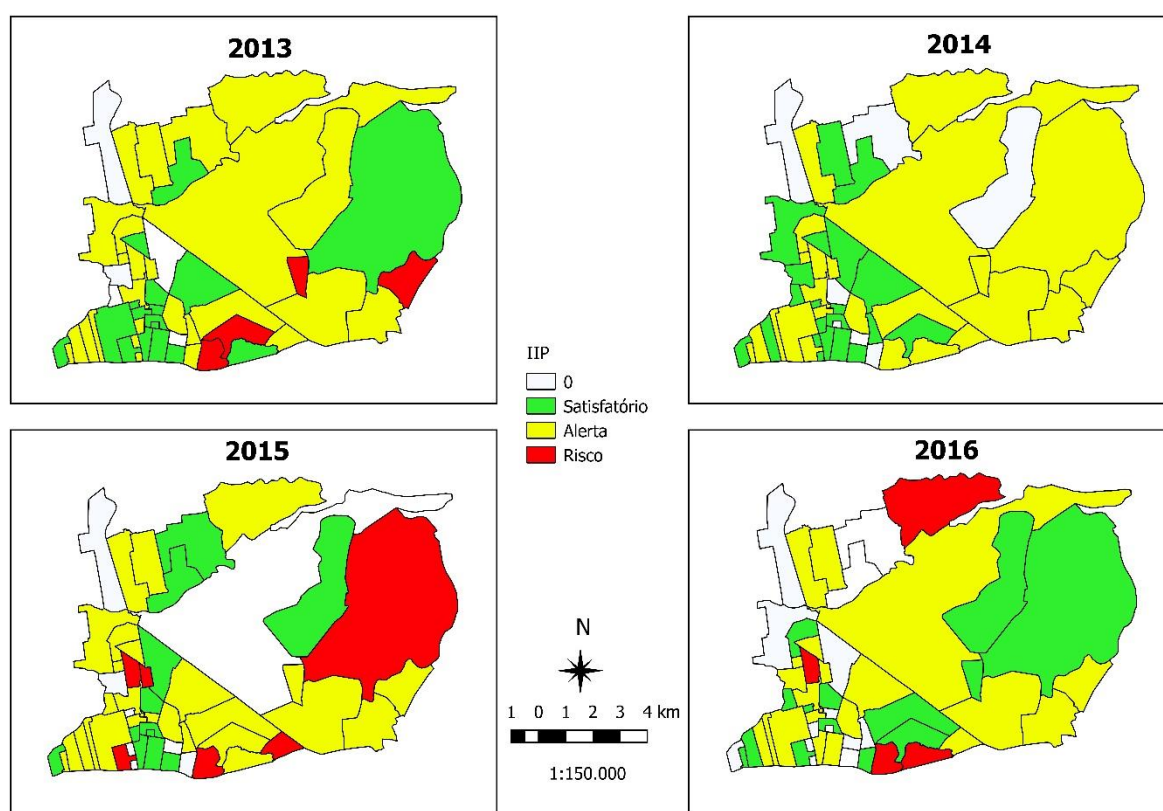


Figura 15 – Distribuição espacial da classificação dos Índices de Infestação Predial (IIP) em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016.

A figura 15 demonstra espacialmente os índices descritos na Tabela 11; o ano de 2014, com menor número de casos da série, manteve os IIP em satisfatórios, enquanto 2015 possuiu mais áreas em alerta e em risco. Não existe nenhum padrão visual claro, havendo alternância dos status nos polígonos no decorrer dos quatro anos.

6.7 Identificação das associações entre as distribuições espaciais das variáveis

6.7.1 Índices de Moran Globais Univariados e Bivariados

Para reconhecer o padrão da distribuição espacial das variáveis estudadas, foi estimada a autocorrelação espacial de cada uma pelo índice de Moran Global Univariado. Apenas os Índices de Infestação Predial de 2013 e 2015 obtiveram significância estatística, enquanto a taxa de incidência de chikungunya (disponível apenas em 2016) foi a única com índice de Moran global significativo. Quanto aos indicadores socioeconômicos e de entorno dos domicílios, apenas o relacionado a presença de esgoto/fossa séptica e de lixo acumulado nos logradouros (Tabela 12).

Todos os resultados significantes apresentaram autocorrelação espacial positiva, indicando que existe alguma concentração dos dados no espaço, em diferentes magnitudes. Apresentaram autorrelação espacial $\geq 0,50$ (considerada forte pela autora) a densidade demográfica, a proporção de domicílios com responsável analfabeto, a renda mensal média, a proporção de DPP com com lixo coletado e a proporção de DPP com iluminação pública.

Tabela 12 - Índice de Moran Global Univariado das taxas de incidência anuais de dengue e chikungunya e IIP anuais de 2013 a 2016 e dos indicadores socioeconômicos e de entorno (segundo IBGE, 2010) de Paço do Lumiar, Maranhão.

Variável	Índice de Moran Global	p-valor*
Taxa de Incidência de Dengue 2013	0,0271	0,16
Taxa de Incidência de Dengue 2014	0,0172	0,26
Taxa de Incidência de Dengue 2015	- 0,0811	0,27
Taxa de Incidência de Dengue 2016	0,0723	0,17
Taxa de Incidência de Chikungunya 2016	0,0200	0,04
IIP 2013	0,2506	0,02
IIP 2014	0,0376	0,19
IIP 2015	0,1331	0,04
IIP 2016	0,0559	0,26
Densidade demográfica	0,5732	0,01
Proporção de domicílios com responsável analfabeto	0,4996	0,01
Renda mensal média	0,3779	0,01
Proporção de DPP com abastecimento de água da rede geral	0,2195	0,01
Proporção de DPP com lixo coletado	0,7609	0,01
Proporção de DPP com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto pluvial ou fossa séptica	0,0439	0,29
Proporção de DPP com pavimentação	0,4261	0,01
Proporção de DPP onde existe lixo acumulado nos logradouros	0,0413	0,26
Proporção de DPP com iluminação pública	0,7425	0,01

*Valores significantes em negrito.

Tabela 13 – Índices de Moran Globais Bivariados para taxas de incidência de Dengue de 2013 a 2016 e para Taxa de incidência de chikungunya em 2016, em Paço do Lumiar, Maranhão.

Variáveis	Índice de Moran e p-valor*	Tx Inc Dengue 2013	Tx Inc Dengue 2014	Tx Inc Dengue 2015	Tx Inc Dengue 2016	Tx Inc CHIK 2016
IIP 2013	I: -0,0347 p-valor: 0,31	-	-	-	-	-
IIP 2014	I: - p-valor: 0,26	-	0,0508	-	-	-
IIP 2015	I: - p-valor: 0,02	-	-	-0,1649	-	-
IIP 2016	I: - p-valor: 0,43	-	-	-	-0,0198	-0,0417
Densidade demográfica	I: -0,0344 p-valor: 0,36	-	-0,089	0,0516	0,1382	0,1614
Proporção de domicílios com responsável analfabeto	I: 0,1195 p-valor: 0,04	0,1195	0,1420	-0,0460	-0,1208	-0,1343
Renda mensal média	I: -0,1926 p-valor: 0,02	-0,1926	-0,0940	-0,0057	-0,0406	-0,0323
Proporção de DPP com abastecimento de água da rede geral	I: -0,1108 p-valor: 0,03	-0,1108	-0,0177	-0,0644	-0,0391	0,0222
Proporção de DPP com lixo coletado	I: -0,1454 p-valor: 0,02	-0,1454	-0,0803	0,0906	0,0983	0,1761
Proporção de DPP com esgotamento sanitário (rede geral ou fossa séptica)	I: -0,0345 p-valor: 0,34	-0,0345	-0,0592	-0,0598	0,0051	0,0256
Proporção de DPP com pavimentação	I: -0,0853 p-valor: 0,14	-0,0853	-0,0517	-0,0705	0,0541	0,0503
Proporção de DPP onde existe lixo acumulado nos logradouros	I: -0,0173 p-valor: 0,42	-0,0173	-0,0463	0,0325	0,0308	0,0325
Proporção de DPP com iluminação pública	I: -0,1288 p-valor: 0,02	-0,1288	-0,1002	0,1599	0,1556	0,2534

* Valores significantes em negrito.

Quanto aos Índices de Moran Globais Bivariados, foi calculada a autocorrelação da taxa de incidência de dengue e chikungunya anual (Tabela 13) e dos índices de Infestação Predial (Tabela 14) de cada ano com o restante dos indicadores estudados. A única taxa de incidência que apresentou autocorrelação espacial (fraca e negativa) significativa com o índice de infestação predial correspondente foi em 2015. A densidade demográfica foi significativa

para a taxa de incidência de dengue em 2014 e 2016 e para a taxa de incidência de chikungunya (2016); de iluminação pública obteve significância com todas as taxas, enquanto proporção de analfabetismo não o foi em apenas um ano. Durante o período houve contradição na autocorrelação, sendo algumas vezes positiva e outras vezes negativas. Todas as estatísticas de Moran permaneceram inferiores a 0,30.

A proporção de analfabetismo só não teve significância em 2015, enquanto a renda média foi significativa apenas em 2013 e 2014. As variáveis referentes ao esgotamento sanitário, domicílios com pavimentação e lixo acumulado nos logradouros não obtiveram significância em relação a nenhuma das taxas de incidência, em nenhum dos anos. A proporção de abastecimento de água aos domicílios foi significativa apenas em 2013; proporção de domicílios com lixo coletado teve comportamento diverso no período, alternando entre valores significantes e não significantes. A proporção de domicílios com iluminação pública foi significativa em todos os anos, variando entre correlação negativa e positiva (Tabela 14).

No Moran Global Bivariado (Tabela 15) dos índices de infestação predial foi confirmado o ano de 2015 com significância em relação à taxa de incidência correspondente, com índice negativo. Para densidade demográfica, proporção de analfabetismo, renda média mensal e proporção de domicílios com lixo coletado apenas o ano de 2014 não teve resultado significativo, sendo analfabetismo a única que manteve correlação diretamente proporcional – as outras tiveram correlação negativa (inversamente proporcional). Proporção de domicílios com presença de iluminação pública foi significativa em todo o período (inversamente proporcional), enquanto as demais variáveis tiveram comportamento diverso durante os anos estudados – ora significantes estatisticamente, ora não significantes. Os valores dos índices que obtiveram significância não elevaram-se além de 0,40.

O índice de Moran global bivariado entre as taxas de incidência de dengue e chikungunya, em 2016, não alcançou significância ($I = 0,0768$; $p\text{-valor} = 0,16$).

Tabela 14 – Índices de Moran Globais Bivariados para os índices de infestação predial de 2013 a 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão.

Variáveis	Índice de Moran e p-valor*	IIP 2013	IIP 2014	IIP 2015	IIP 2016
Tx Inc Dengue 2013	I: p-valor:	- 0,0227 0,41	-	-	-
Tx Inc Dengue 2014	I: p-valor:	-	-0,0152 0,39	-	-
Tx Inc Dengue 2015	I: p-valor:	-	-	- 0,1816 0,02	-
Tx Inc Dengue 2016	I: p-valor:	-	-	-	-0,0599 0,21
Tx Inc CHIK 2016	I: p-valor:	-	-	-	-0,0780 0,16
Número de moradores em DPP	I: p-valor:	0,1828 0,01	0,0634 0,17	0,1434 0,04	0,0121 0,46
Densidade demográfica	I: p-valor:	-0,3271 0,01	-0,0684 0,23	-0,1718 0,02	-0,1251 0,04
Proporção de domicílios com responsável analfabeto	I: p-valor:	0,3014 0,01	0,0791 0,17	0,1492 0,03	0,1294 0,04
Renda mensal média	I: p-valor:	-0,1954 0,01	0,0479 0,25	-0,1456 0,02	-0,1497 0,04
Proporção de DPP com abastecimento de água da rede geral	I: p-valor:	-0,0432 0,23	0,1157 0,04	0,0610 0,10	-0,1081 0,02
Proporção de DPP com com lixo coletado	I: p-valor:	-0,3338 0,01	-0,0524 0,15	-0,1822 0,01	-0,2150 0,01
Proporção de DPP com esgotamento sanitário (rede geral ou fossa séptica)	I: p-valor:	-0,0898 0,09	0,0277 0,37	-0,0406 0,33	-0,0249 0,38
Proporção de DPP com pavimentação	I: p-valor:	-0,2376 0,01	0,0915 0,07	-0,0756 0,14	-0,1374 0,03
Proporção de DPP onde existe arborização	I: p-valor:	-0,1477 0,03	0,1002 0,21	0,0144 0,45	-0,1603 0,02
Proporção de DPP onde existe lixo acumulado nos logradouros	I: p-valor:	-0,1587 0,01	-0,0041 0,48	-0,0734 0,19	-0,0497 0,17
Proporção de DPP com iluminação pública	I: p-valor:	-0,3954 0,01	-0,1244 0,04	-0,2494 0,02	-0,2513 0,01

* Valores significantes em negrito.

6.7.2 Índices de Moran Locais Univariados e Bivariados

Como a análise global pode ocultar resultados locais, foram realizados os índices de Moran locais univariados para os índices de infestação predial e das taxas de incidência de cada ano, e destes indicadores com todos os demais através do índice de Moran local bivariado, independente da existência ou não de significância global, gerando os mapas de clusters ou aglomerados espaciais.

Na figura 16 os mapas de cluster para os índices de infestação predial (IIP) do período são apresentados. Resultaram indefinidos os bairros que não possuíam registro de IIP no ano, mas a maioria não apresentou nenhum agrupamento, isto é, seus valores de IIP não diferiram estatisticamente da média de todas as regiões. Os clusters variaram no período, havendo similaridade entre quatro polígonos de bairros urbanos nos anos de 2013 e 2015 para a associação espacial alto-alto (Vila Nossa Senhora da Luz, Cidade Verde, Parque Novo Horizonte, Mercês, Plaza das Flores e Vila Gaspar), quando seus IIP foram acima da média, assim como os de seus vizinhos, e baixo-baixo (Residenciais Paranã I, Paranã II e Paranã III, Sítio Natureza e Jardim Paranã), quando seus IIP e de seus vizinhos foram menores do que a média dos demais. No ano de 2016 figuram apenas dois clusters, um alto-baixo e outro baixo-alto, isto é, o valor do bairro é contrário ao que demonstra a média de seus vizinhos.

Os mapas de cluster para as taxas de incidência de dengue de 2013 a 2016 apresentam poucos aglomerados no período, com um cluster baixo-baixo apenas em 2016 e 2015 sem cluster alto-alto; alto-baixo e baixo-alto foram aglomerados mais frequentes em todos os anos, demonstrando que aqueles bairros tinham taxas de incidência média contrária aos seus vizinhos (Figura 17).

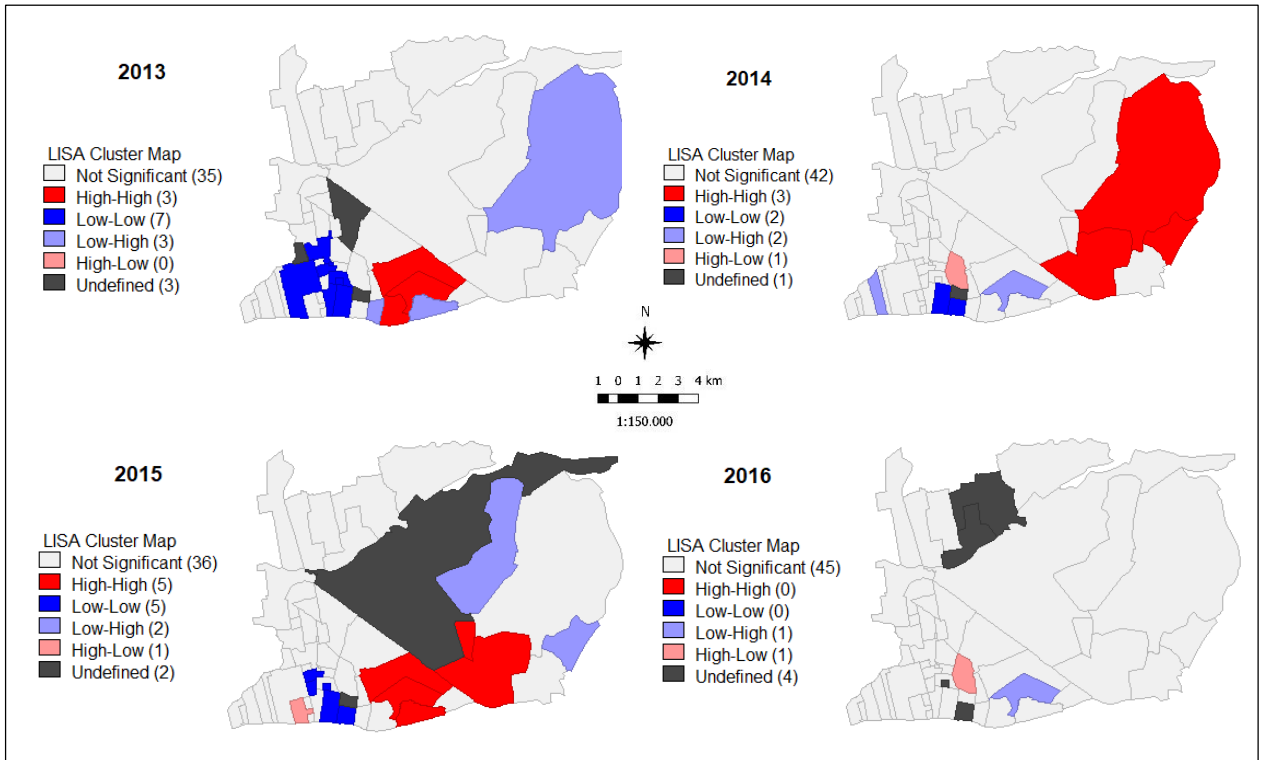


Figura 16 - Índices de Moran Local Univariados para os índices de infestação predial de 2013 a 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão.

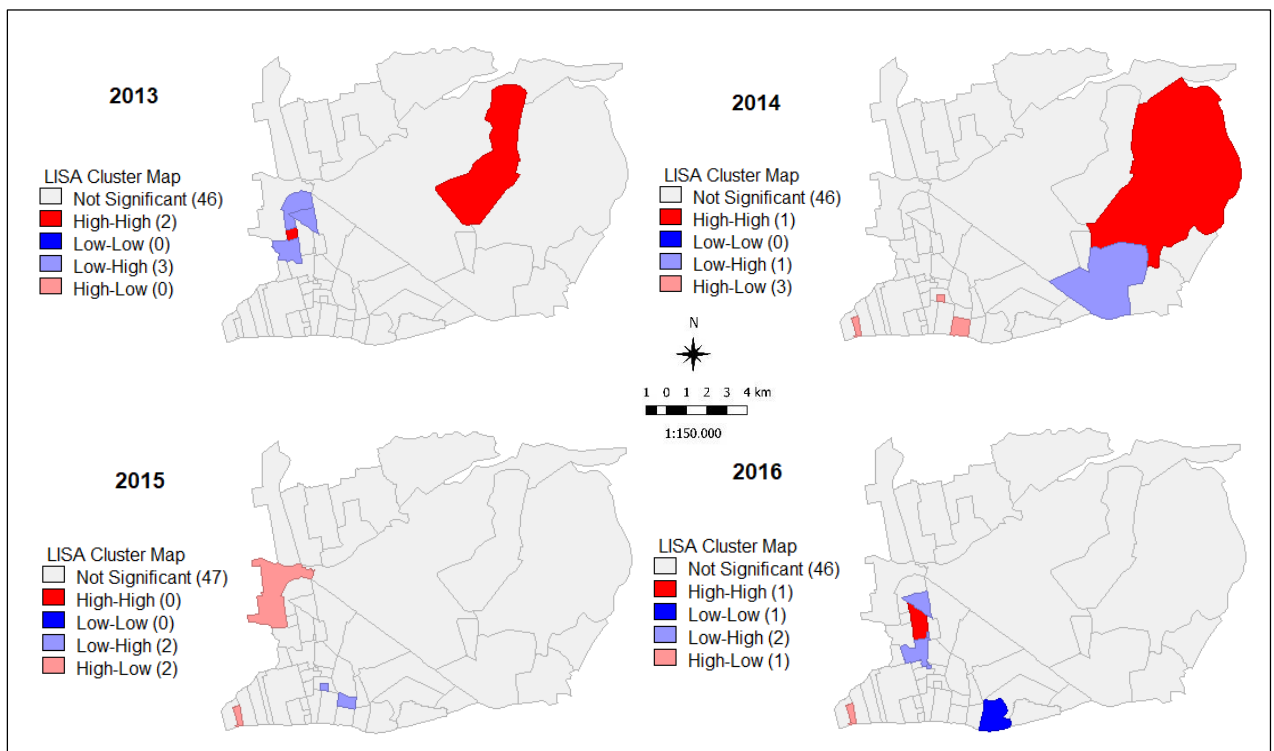


Figura 17 - Índices de Moran Local Univariado das taxas de incidência anuais de dengue (casos/10.000hab), de 2013 a 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão.

Entretanto, a autocorrelação espacial local para a taxa de incidência de chikungunya apresentou mais aglomerados, com 8 bairros classificados como baixo-baixo (sendo 7 na área rural) e 5 como alto-alto (todos na área urbana) (Figura 18).

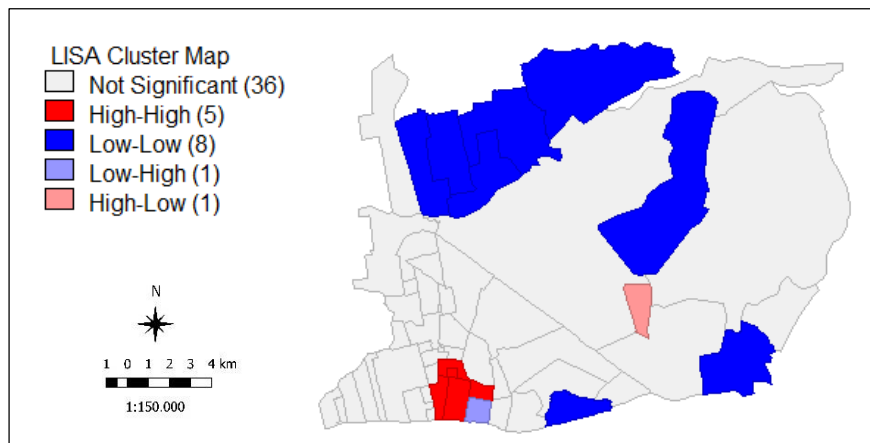


Figura 18 - Índices de Moran Local Univariado da taxa de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) em 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão.

No Cluster Map referente ao índice de Moran bivariado entre as taxas anuais de incidência de dengue e os respectivos índices de infestação predial do período (Figura 19) observa-se que os cluster alto-alto (alta incidência local e altos índices de infestação nos vizinhos) foram minoria entre os significantes; é possível visualizar maior número de aglomerados espaciais nos anos de 2013 e 2014, com as categorias alto-alto na área rural (bairros Fazendinha e Mojó persistem) e baixo-baixo na área urbana (bairros Sítio Natureza e Jardim Paranã se repetem), respectivamente. Os bairros Mercês, Plaza das Flores e Vila Gaspar classificaram-se como baixo-alto em todos os anos, para dengue, e para chikugunya em 2016, indicando que o adoecimento foi inferior aos demais bairros, porém com altos índices de infestação predial na vizinhança.

Para a associação entre taxa de incidência de chikungunya e o índice de infestação predial em 2016 (Figura 20) houve apenas dois polígonos de bairros de agrupamentos estatisticamente significativos – um alto-baixo e outro baixo-alto, sendo este último formado pelos bairros Mercês, Plaza das Flores e Vila Gaspar, que tiveram o mesmo comportamento nos 4 anos estudados referentes à dengue (Figura 19).

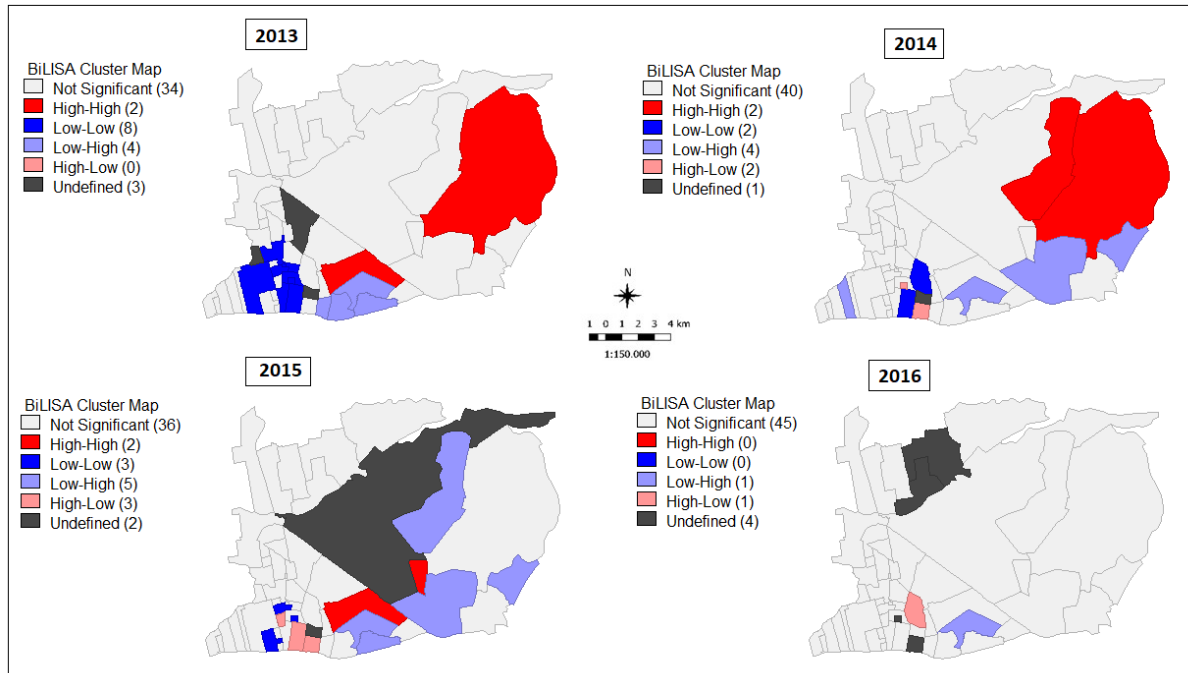


Figura 19 – Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) e índices de infestação predial de 2013 a 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão.

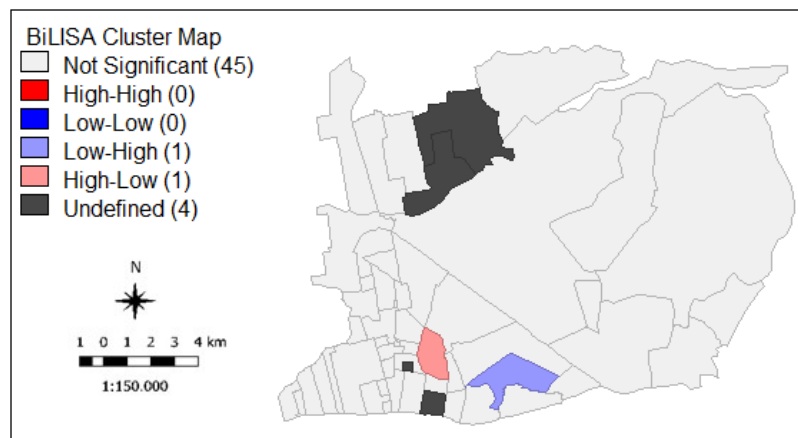


Figura 20 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) e índice de infestação predial de 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão.

A estatística do Moran Local Bivariado entre as taxas de incidência de dengue e chikungunya em 2016 (Figura 21) demonstrou 9 polígonos de bairros como aglomerados espaciais do tipo baixo-baixo, sendo 8 destes na zona rural; os 3 bairros de aglomerados alto-alto ocorreram na área urbana.

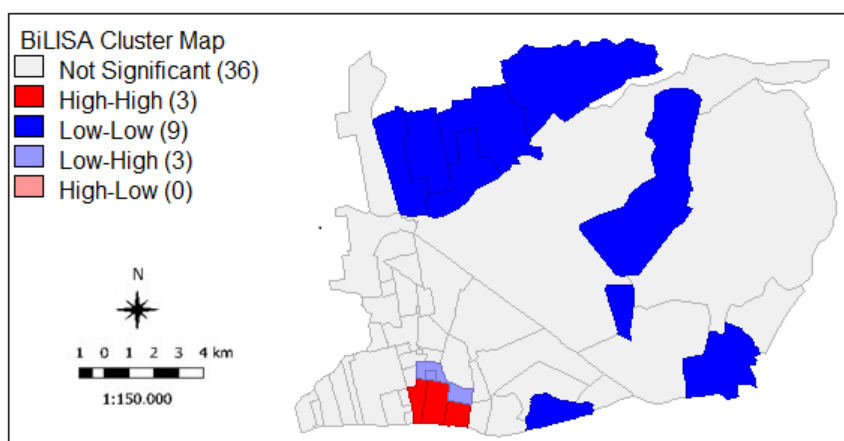


Figura 21 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de dengue e chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 em Paço do Lumiar, Maranhão.

Os mapas de estatística espacial local que relacionam taxa de incidência de dengue por ano e a densidade demográfica (Figura 22) mostram metade dos bairros com significância estatística. Em 2013 e 2014 houve comportamento semelhante de agrupamentos, com uma grande área rural central do tipo alto-baixo rodeada por bairros do tipo baixo-baixo. Dos 12 bairros baixo-baixo, apenas 4 são urbanos (situados na região sudeste do município). Nos anos seguintes a significância baixo-baixo se expandiu ainda mais na área rural, indicando menor incidência da doença em áreas com vizinhos menos povoados.

Na área urbana, de maior densidade demográfica, 9 polígonos de bairros permaneceram significantes durante todo o período (Vila Nazaré, Jaguarema, Maiobão, Tambaú, Manaíra, Upaon-Açu, Nova vida, Loteamento Silvana, Paranã I, Paranã II e Paranã III, Res. Carlos Augusto, Alto Paranã e Res. das Orquídeas), exceto Vila Nazaré em 2016; é notável a transição dos bairros urbanos do padrão baixo-alto (em 2013 e 2014) para alto-alto em 2015 e 2016, demonstrando aumento da incidência da doença nas áreas cujos vizinhos são mais povoados (Figura 22).

A taxa de incidência de chikungunya (2016) relacionada à densidade demográfica (Figura 23) demonstra em 12 bairros rurais e 3 urbanos que a primeira variável foi abaixo da média com bairros vizinhos com baixa densidade demográfica (tipo de cluster baixo-baixo), enquanto os 4 polígonos de bairros significantes em alto-alto eram urbanos (Tambaú, Manaíra, Paranã I, Paranã II e Paranã III e Alto Paranã e Res. das Orquídeas). Muitos bairros tiveram comportamento idêntico para dengue e chikungunya em relação a esta associação espacial, em 2016.

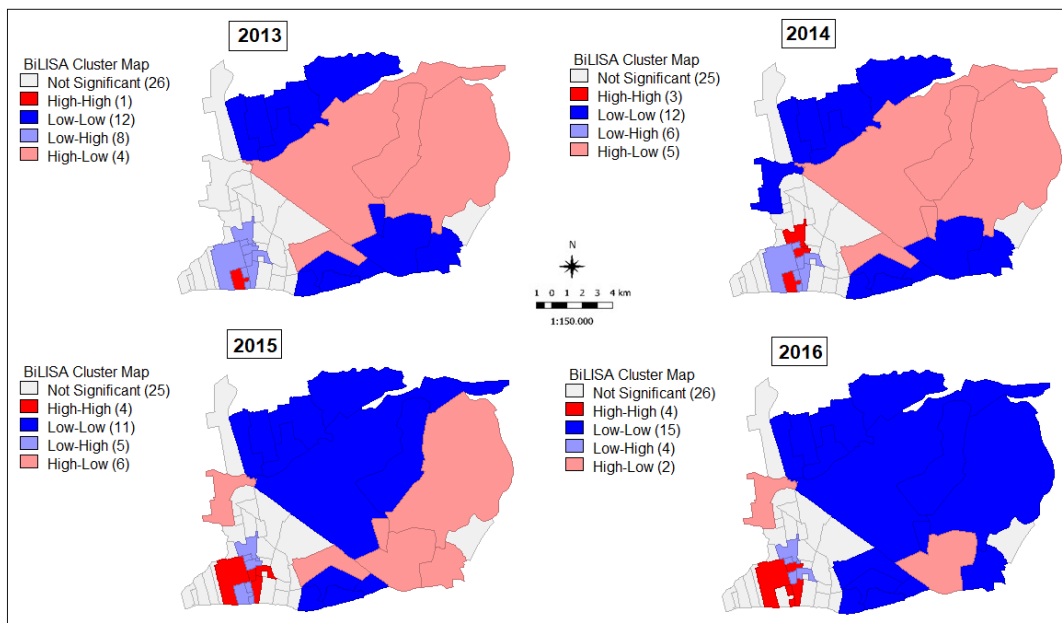


Figura 22 – Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e densidade demográfica em Paço do Lumiar, Maranhão.

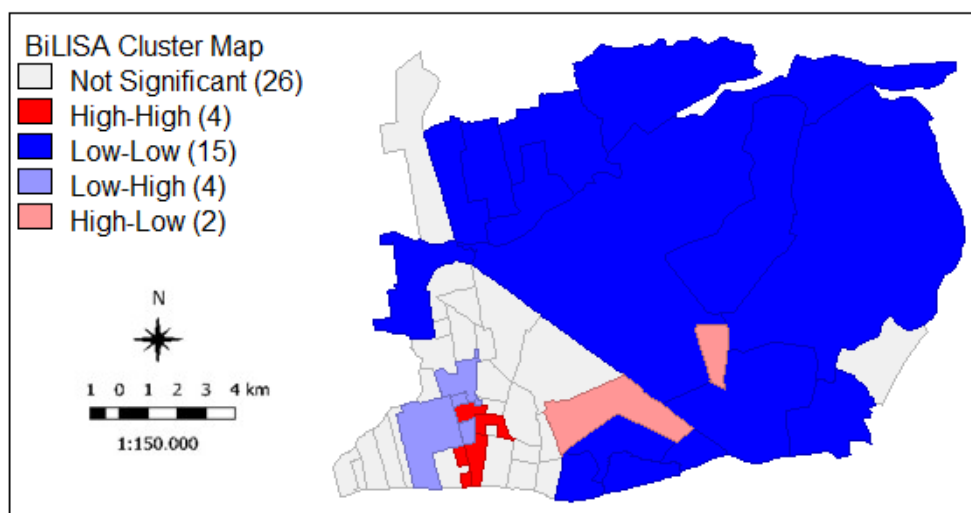


Figura 23 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e densidade demográfica em Paço do Lumiar, Maranhão.

O comportamento de associação espacial significante das taxas de incidência de dengue no período em relação à renda média mensal dos bairros vizinhos (Figura 24) foi demonstrada em 14 polígonos de bairros, aglomerados na região sul/sudoeste, da seguinte

maneira: 4 polígonos (com os bairros Rio de São João, Taboca, Mercês, Plaza das Flores, Vila Gaspar, Alto Laranjal, Pindaí e Riozinho) foram considerados baixo-baixo em todos os anos, isto é, apresentaram menor incidência de casos apesar de possuírem vizinhos mais pobres, e destes apenas o Alto do Laranjal é urbano; este padrão também ocorreu para a taxa de incidência de chikungunya (Figura 25). Os demais bairros eram urbanos e sofreram mudança de padrão baixo-alto nos primeiros anos para alto-alto nos últimos, indicando que houve aumento da ocorrência da doença nos bairros vizinhos aos de maior renda. Alto do laranjal foi o único bairro (e urbano) que apresentou alta incidência de dengue aliada à vizinhança com menor renda mensal média, de 2014 a 2016, indicando associação espacial entre adoecimento e pobreza, quando comparado aos demais.

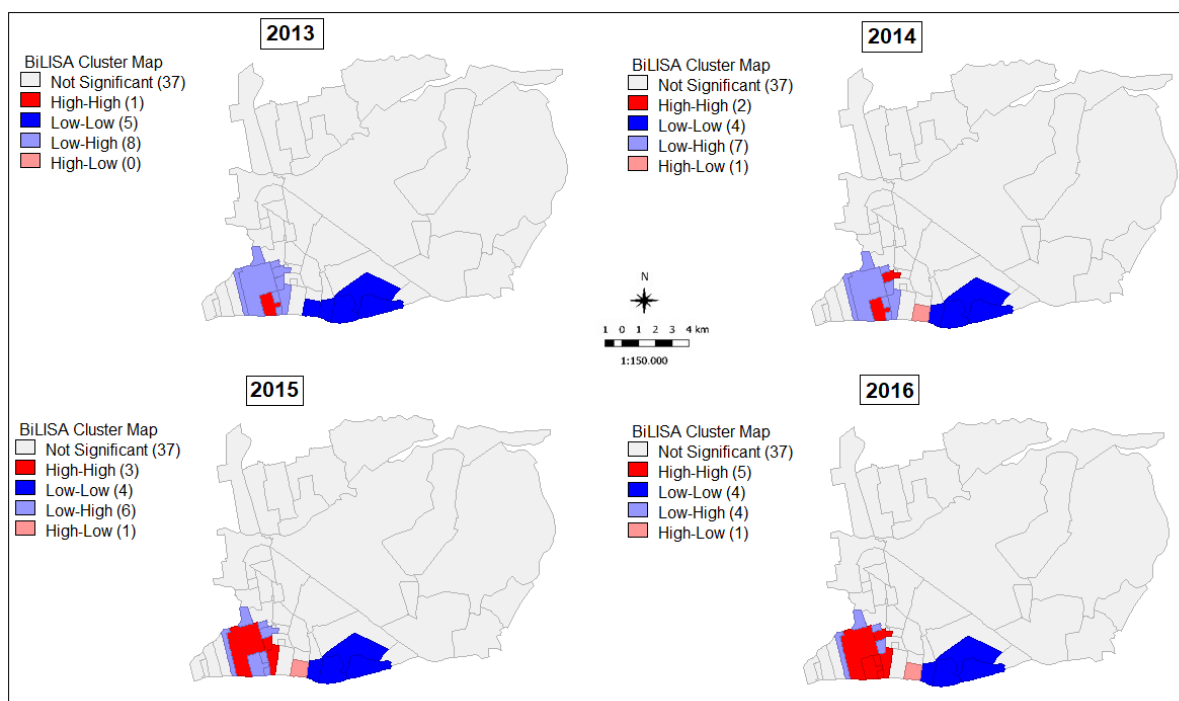


Figura 24– Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e renda média mensal por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

A taxa de incidência de chikungunya (2016) obteve os mesmos polígonos de bairros significantes visualizados para a análise das taxas de incidência de dengue na estatística local bivariada para renda média mensal (Figura 25), com 4 polígonos de bairros do tipo alto-alto coincidindo com o resultado para incidência de dengue em 2016. Para chikungunya não houve associação espacial significativa do tipo alto-baixo (alta incidência local e baixa renda na vizinhança).

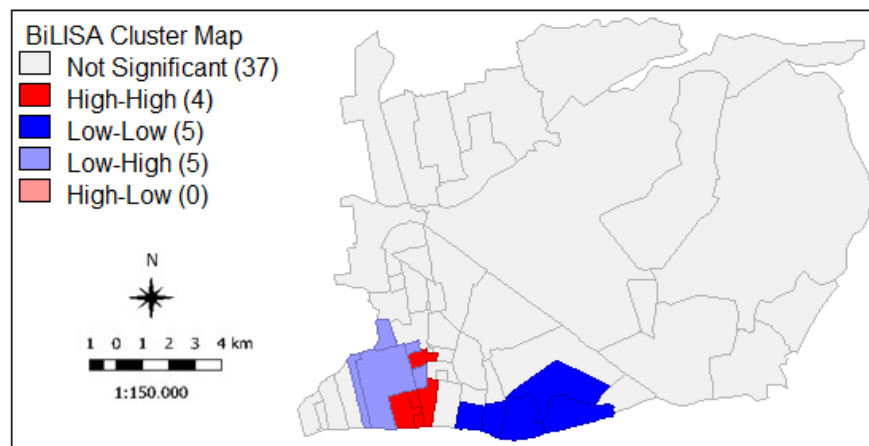


Figura 25 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e renda mensal média por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

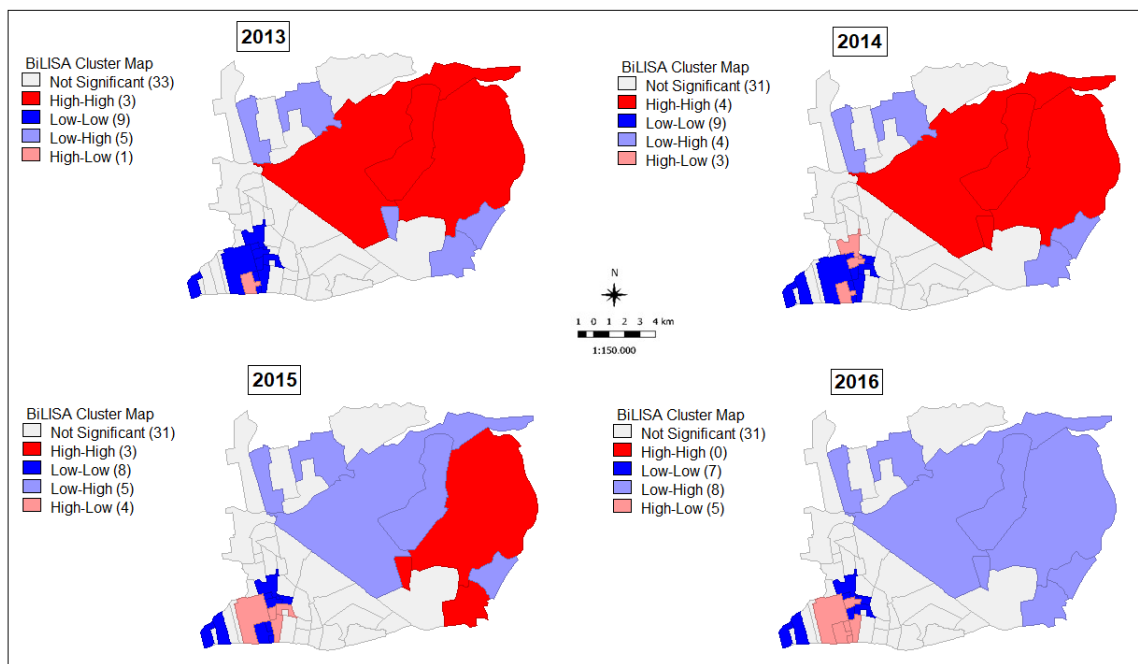


Figura 26 – Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de analfabetismo entre os responsáveis pelo domicílio particular permanente por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

Duas tendências são visualizadas no decorrer do período de 4 anos para a taxa de incidência de dengue e a proporção de analfabetismo dos bairros (Figura 26), quando realizada a estatística espacial local bivariada, formando clusters distintos para área urbana e rural. Os bairros rurais inicialmente (em 2013) apresentavam aglomerados de alta incidência da doença relacionados às maiores taxas de analfabetismo nos vizinhos, modificando-se no decorrer do

período até que em 2016 todos os significantes tornaram-se baixo-alto, isto é, houve menor incidência da doença apesar das altas taxas de analfabetismo dos bairros ao redor. A zona urbana concentrada a sudoeste possuía quase todos os bairros significantes com padrão espacial baixo-baixo em 2013, passando a ter metade destes como alto-baixo em 2016, ou seja, houve aumento do número de casos mesmo nos locais circundados por bairros melhor escolaridade (menores taxas de analfabetismo).

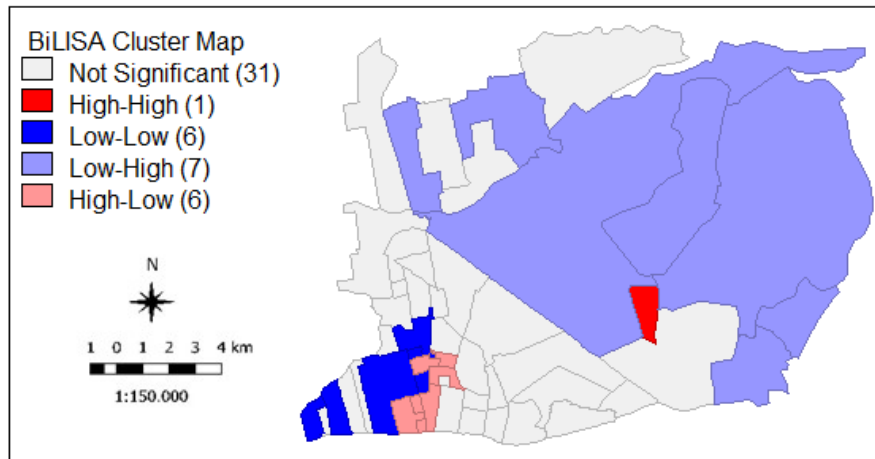


Figura 27 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de analfabetismo entre os responsáveis pelo domicílio particular por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

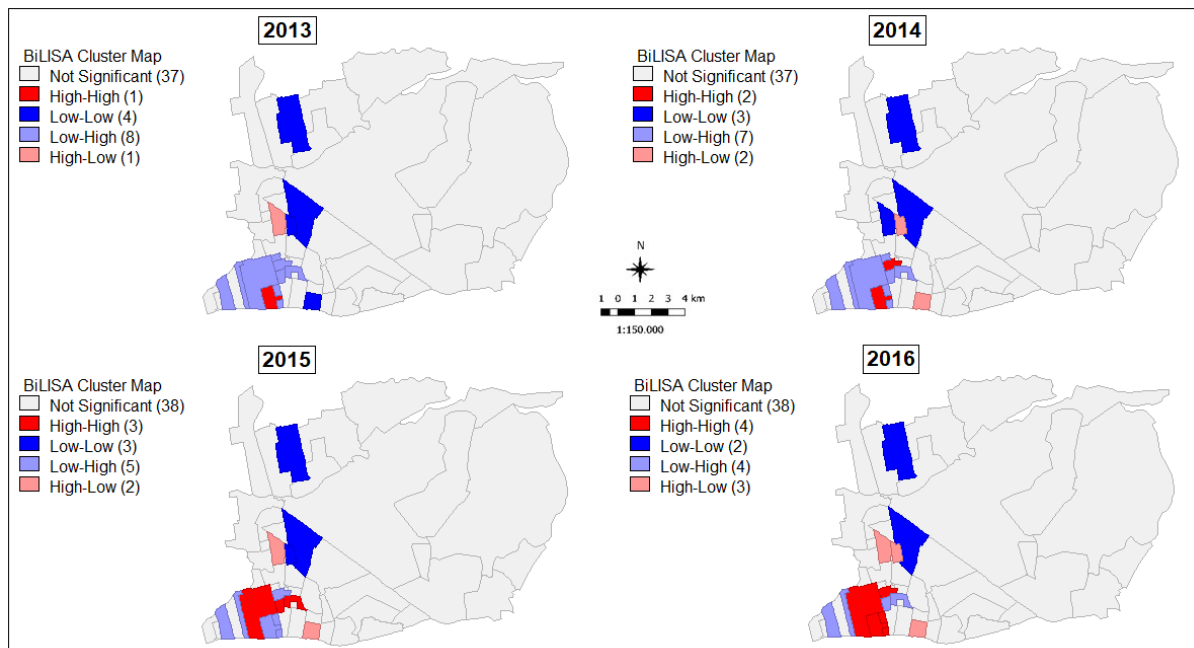


Figura 28 – Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de abastecimento de água da rede geral por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

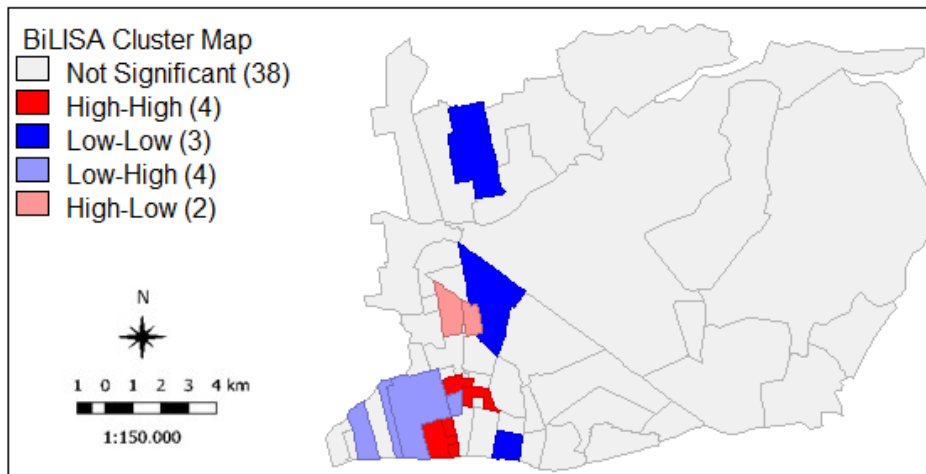


Figura 29 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de abastecimento de água da rede geral por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

A estatística local da taxa de incidência de chikungunya (2016) e a proporção de analfabetismo (Figura 27) apresentou o mesmo padrão demonstrado para dengue no mesmo ano: área rural com menores taxas de incidência apesar das maiores taxas de analfabetismo circundantes. A área urbana a sudoeste possuiu os mesmos 12 polígonos de bairros significantes, entretanto para chikungunya metade deles teve padrão de baixa incidência local com baixo analfabetismo ao redor (baixo-baixo) e os demais apresentaram alta incidência apesar dos baixos índices de analfabetismo vizinhos (alto-baixo).

Mais uma vez os resultados da estatística espacial local bivariada entre taxas de incidência de dengue e outra variável – neste caso, proporção de abastecimento de água da rede geral (Figura 28) – demonstraram que os anos de 2013 e 2014 seguem comportamento semelhante entre si, assim como o fazem 2015 e 2016. Quatorze polígonos de bairros foram significantes no primeiro biênio (sendo 13 urbanos), com maioria seguindo padrão baixo-alto, isto é, menores taxas de incidência em locais cujos vizinhos possuíam melhor abastecimento de água; no segundo biênio as taxas de incidência aumentam nestes mesmos locais (aglomerado alto-alto). Os bairros Pirâmide e Nova Canaã apresentaram baixa incidência apesar do pior abastecimento de água ao redor, e os bairros Res. Luís Fernando, Vila do Povo e Vila São José I foram os únicos que apresentaram alta incidência da doença associada ao pior abastecimento de água aos domicílios dos bairros circundantes. O adoecimento por chikungunya foi muito semelhante ao ocorrido por dengue em 2016, com apenas dois bairros alto-baixo (Vila do Povo e Vila São José I) (Figura 29).

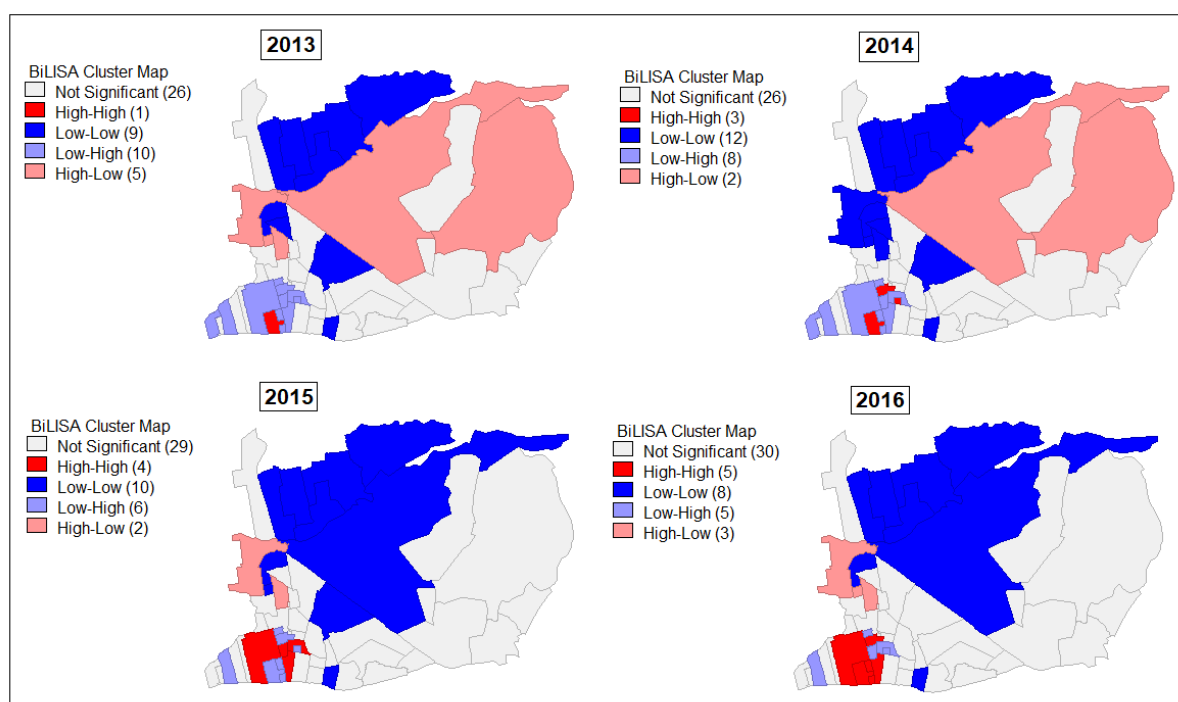


Figura 30 – Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de coleta de lixo por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

Quanto às taxas de incidência de dengue e o percentual de lixo coletado por bairros, o Moran local bivariado (Figura 30) demonstra que nos 4 anos a área rural se modificou de um padrão misto de clusters baixo-baixo e alto-baixo (altas incidências em locais com vizinhos com baixa coleta de lixo) em 2013/2014 para predominantemente baixo-baixo em 2015/2016. Semelhante ao comportamento em relação a outras variáveis, a área urbana a sudoeste do município passou de padrão baixo-alto no primeiro biênio para alto-alto no segundo, demonstrando alta incidência da doença apesar da maior disponibilidade da coleta de lixo para os locais vizinhos.

O cluster map que relaciona taxa de incidência de chikungunya com o percentual de cobertura de coleta de lixo (Figura 31) guarda muita semelhança com o cluster map anterior (Figura 30), porém com maior área rural de significância (baixo-baixo), e mesma área urbana significativa – dividida entre baixo-alto e alto-alto.

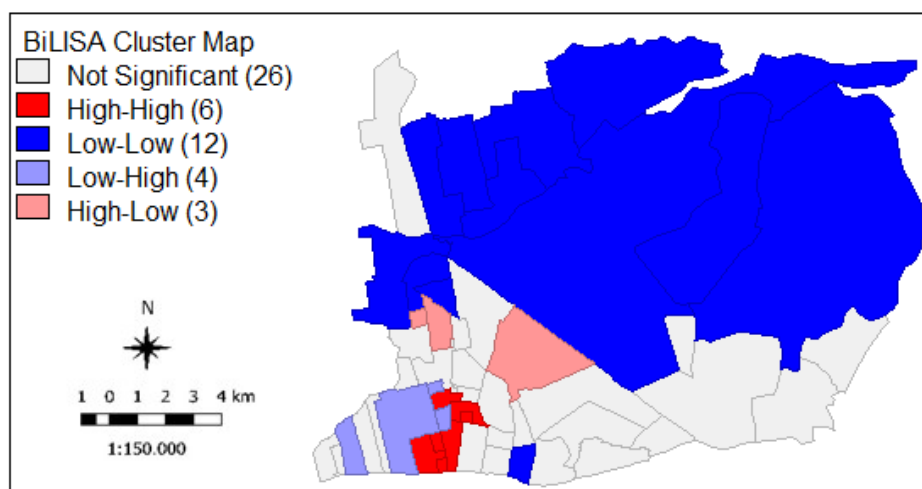


Figura 31 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de coleta de lixo por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

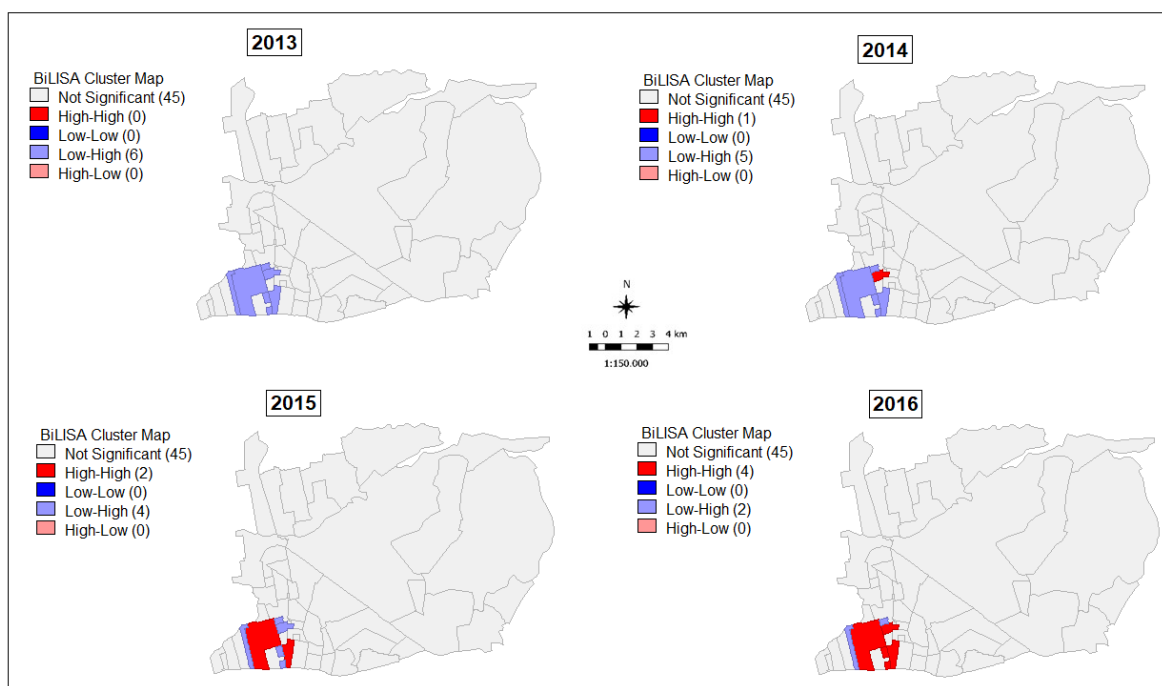


Figura 32 – Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de esgotamento sanitário por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

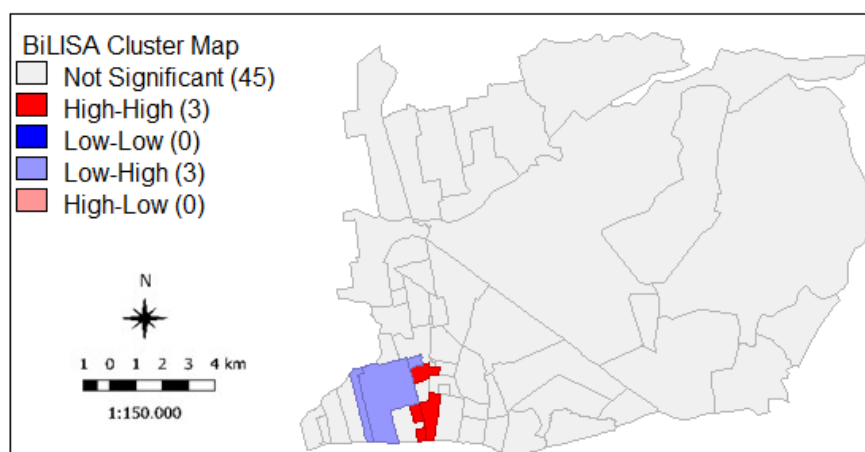


Figura 33 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de esgotamento sanitário por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

Apenas 6 polígonos (todos urbanos) foram significantes para a associação entre as taxas de incidência de dengue e cobertura de esgotamento sanitário (Figura 32). Em 2013 todos possuíam baixa incidência, avançando gradualmente, em 2014 e 2015, para maioria (4 bairros) com alta incidência da doença apesar da melhor cobertura de esgotamento sanitário ao redor (baixo-alto para alto-alto). Os mesmos bairros foram significantes na análise da taxa de chikungunya (Figura 33), sendo 3 com padrão baixo-alto e 3 alto-alto.

Também foi pouco significativa espacialmente a associação entre taxas de incidência de dengue e proporção de lixo acumulado nos bairros (Figura 34), não havendo aglomerado de alta incidência local e alta proporção de lixo acumulado ao redor (alto-alto) no primeiro biênio, surgindo no Conjunto Tambaú em 2015 e no Conjunto Manaíra 2016 (ambos urbanos). Os bairros Novo Paço, Nova Vida e Loteamento Silvana permaneceram baixo-baixo durante todo o período. A associação da taxa de incidência de chikungunya com esta variável (Figura 35) demonstra 2 clusters alto-alto (os mesmos bairros com este padrão para dengue, Manaíra e Tambaú) e 4 clusters alto-baixo (alta incidência local apesar da menor proporção de lixo acumulado nos vizinhos).

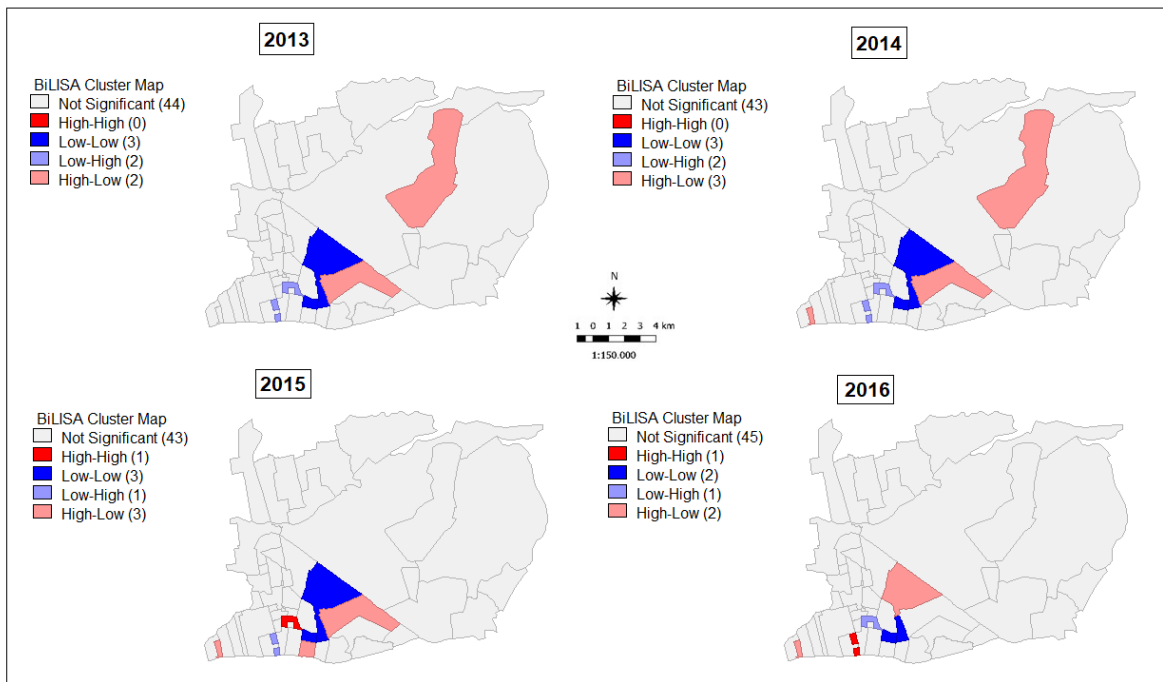


Figura 34 – Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de lixo acumulado por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

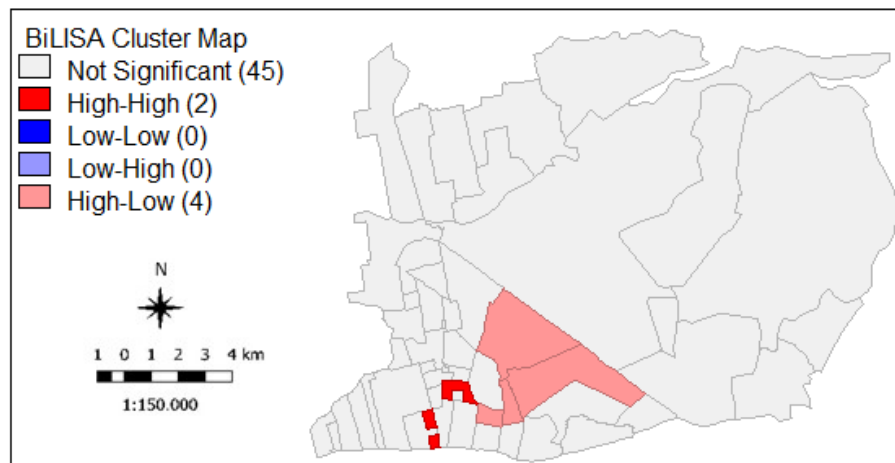


Figura 35 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de lixo acumulado por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

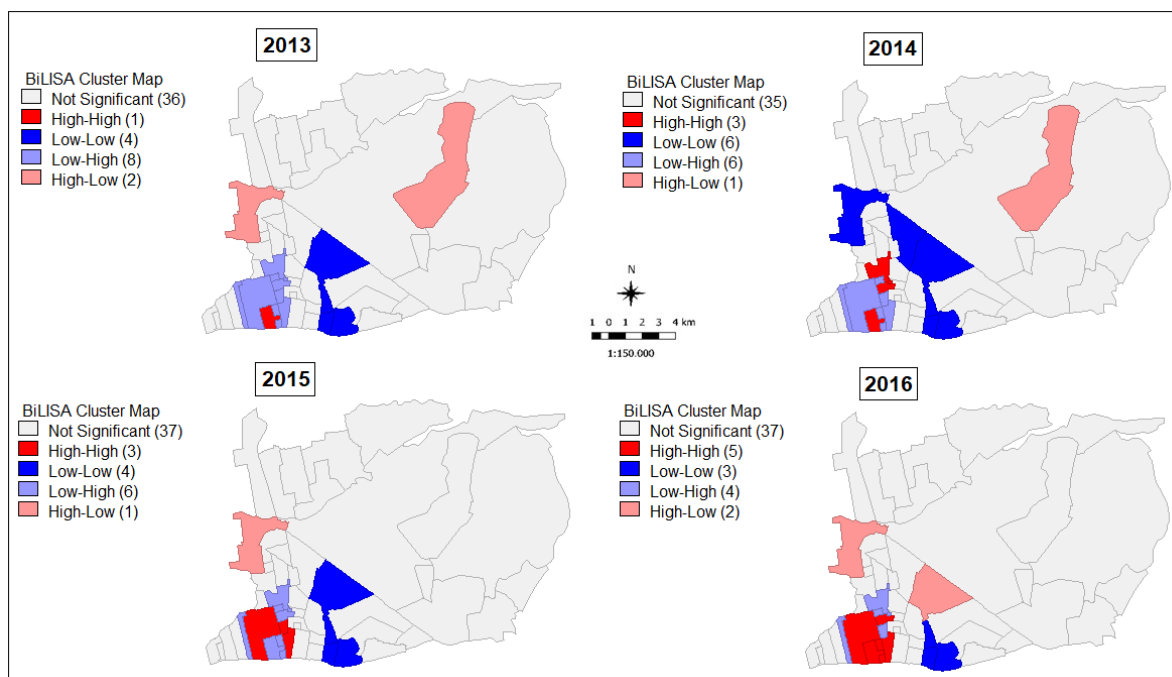


Figura 36 – Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/10.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de pavimentação por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

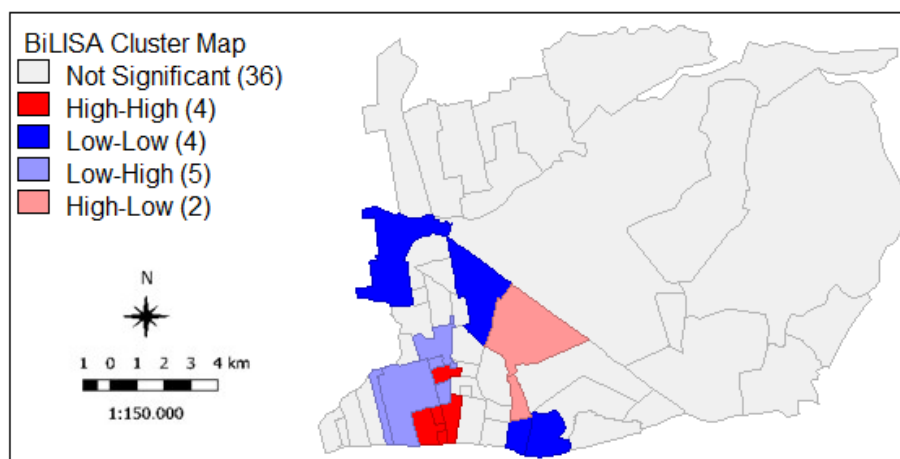


Figura 37 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/10.000hab) de 2016 e proporção de pavimentação por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

Os bairros Maioba do Mocajituba e Iguaíba (ambos rurais) foram significantes com alta incidência de dengue e menor proporção de pavimentação nos vizinhos (Figura 36), em todo o período; de 2013 a 2016 os bairros urbanos significantes modificaram-se de padrão baixo-alto para alto-alto, passando de 1 para 5 bairros nesta condição: alta incidência de dengue

apesar da maior cobertura de pavimentação ao redor. A taxa de chikungunya (Figura 37) apresentou aglomerados predominantemente urbanos quando associada ao percentual de pavimentação existente, que de todos os tipos foi minoria o tipo alto-baixo.

Quanto aos domicílios que possuem maior proporção de iluminação pública, as taxas de incidência de dengue formaram aglomerados significantes em mais da metade dos bairros, de modo heterogêneo (Figura 38). Entretanto, pode-se observar a área rural mesclada entre baixo-baixo e baixo-alto em 2013 gradativamente modificar-se de um padrão parte baixo-baixo e parte alto-baixo para totalmente do tipo baixo-baixo (baixa incidência apesar da baixa proporção de iluminação pública ao redor) em 2016. Na área urbana, por sua vez, é notável a progressão de um padrão predominante de baixo-alto para maioria alto-alto no fim do período. Para a taxa de chikungunya a associação com proporção de iluminação pública (Figura 39) foi similar ao cluster map para dengue em 2016, porém a área urbana está dividida, com bairros de baixa e alta incidência, apesar das altas coberturas de pavimentação de seus vizinhos (baixo-alto e alto-alto).

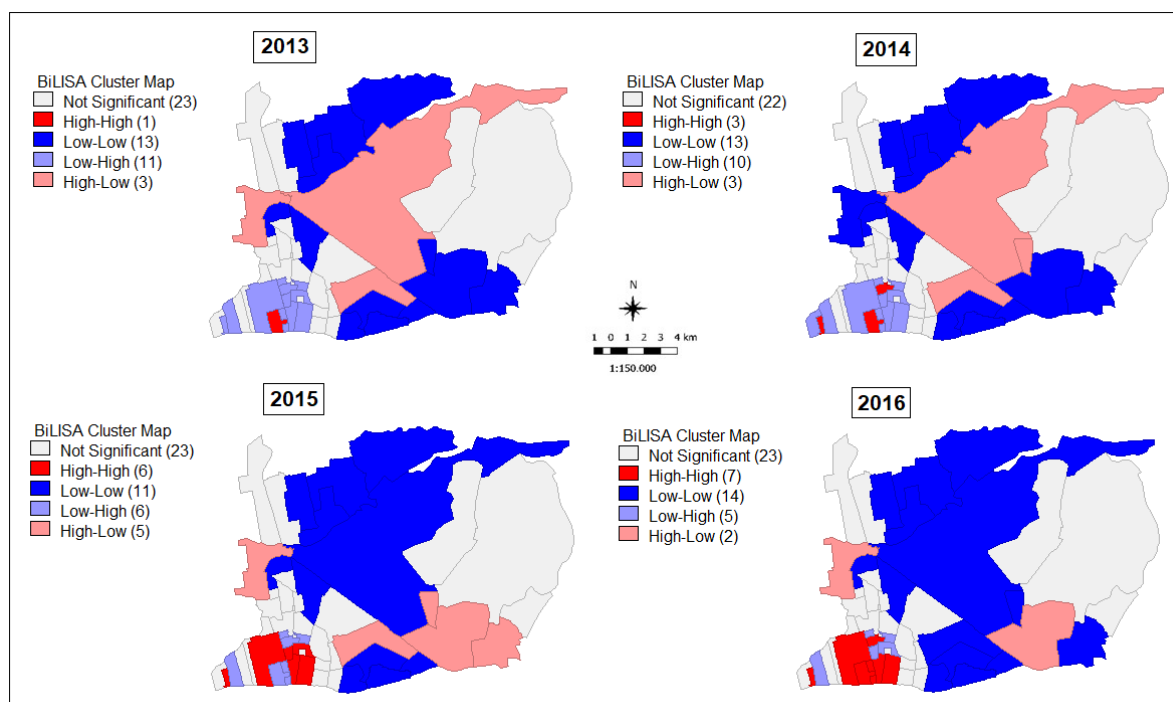


Figura 38 – Mapas de Cluster bivariados das taxas de incidência de dengue (casos/100.000hab) de 2013 a 2016 e proporção de iluminação pública por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

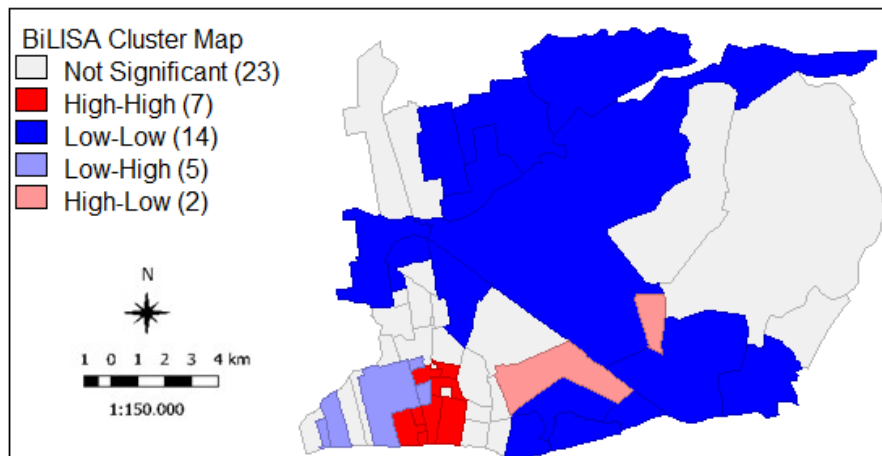


Figura 39 – Mapas de Cluster bivariado das taxas de incidência de chikungunya (casos/100.000hab) de 2016 e proporção de iluminação pública por bairros em Paço do Lumiar, Maranhão.

7 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados desta pesquisa, no período estudado houve uma tendência crescente da taxa de incidência de dengue, como também encontraram diversos autores em várias regiões: Melchior (2016) para o Acre, Borges *et al.* (2014) para Rondônia, Carvalho *et al.* (2016) para São Luís (capital do Maranhão) e Lima *et al.* (2013) para o Ceará. Entretanto, a maioria destes estudos descreve períodos maiores de tempo e apresenta momentos de flutuação, isto é, anos interepidêmicos com menores incidências e anos epidêmicos com pico de casos, os quais dependem de fatores climáticos, inerentes ao vetor, à disponibilidade dos hospedeiros, estrutura de serviços de saúde, entre tantos outros.

Apesar de Paço do Lumiar não ter realizado vigilância dos sorotipos virais para dengue no período estudado, existem dados disponíveis sobre a capital do estado do Maranhão, São Luís, de onde o município faz parte como região metropolitana. O ano de 2007 foi epidêmico em Paço do Lumiar (PAÇO DO LUMIAR, 2015), coincidente ao ressurgimento do sorotipo viral DENV3 na região, que havia diminuído sua participação em 2004 e retornou neste ano; da mesma maneira, o maior número de casos já notificados em Paço do Lumiar ocorreu em 2011 (167 casos), quando o DENV4 foi introduzido na capital (São Luís), como afirma Esashika (2012) e Carvalho *et al.* (2016), que descrevem o aumento e agravamento dos casos também naquela cidade. Assim, provavelmente os dois primeiros anos aqui estudados podem ser considerados interepidêmicos, especialmente 2014, sendo 2016 o ano epidêmico. Para validar tais afirmações é necessário realizar séries temporais mais longas e resgatar dados sobre a circulação viral.

A confirmação laboratorial dos casos em Paço do Lumiar excedeu a proporção exigida pelo Ministério da Saúde: realizar a sorologia para 10% dos casos na ocorrência de surtos e epidemias (NASCIMENTO *et al.*, 2015; BRASIL, 2014b). Entretanto, em 2016 o município não cumpriu tal meta para dengue, provavelmente devido ao volume excessivo de doentes: os casos de dengue e chikungunya daquele ano ultrapassaram em números absolutos a soma de casos dos outros anos aqui estudados.

Semelhante ao resultado de Lima *et al.* (2013), o ano de 2014 obteve uma taxa de incidência de dengue relativamente baixa, entretanto foi o ano em que ocorreu o único óbito no período estudado. As formas graves da dengue ainda não estão bem descritas, mas a teoria chamada sequencial assume que casos graves ocorrem após epidemias da doença, pois a imunidade prévia aos outros sorotipos causaria amplificação da imunidade dependente de

anticorpos já existentes, isto é, a resposta exacerbada do indivíduo que já adoeceu por dengue a uma infecção por outro sorotipo (OLIVEIRA *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2016; GUERRA-GOMES *et al.*, 2017).

O sexo feminino predominante em número de casos é uma referência constante nos estudos epidemiológicos que abordam o adoecimento por dengue, justificado pelo padrão de vida domiciliar do mosquito transmissor e a maior permanência feminina não somente doméstica, mas em intradomicílio de trabalho, além de mulheres realizarem maior parcela de serviços internos do que externos. Outro aspecto importante é que os dados podem estar subnotificados, resultado da maior procura dos serviços de saúde pelas mulheres, ao contrário dos homens (ALVES *et al.*, 2011; ROQUE; SANTOS; MEDEIROS, 2015; CARVALHO *et al.*, 2016).

Para chikungunya também tem sido encontrado o sexo feminino como o mais prevalente por diversos autores (SISSOKO *et al.*, 2008; NSOESIE *et al.*, 2015; FERNANDEZ-GARCIA *et al.*, 2016; MIRANDA; MORAIS; SILVA, 2017), tendo Genderen *et al.* (2016) justificado este fato também por suas atividades domiciliares e por seu vestuário diferenciado, que permitiria maior acesso ao vetor; além disso, seus hábitos são diurnos, compatíveis aos do mosquito (DOKE; DAKHURE; PATIL, 2011).

Muitos estudos encontram maior concentração de casos de dengue nas faixas etárias adultas, acima de 15 anos, como Alves *et al.* (2017) no Centro-Oeste brasileiro e Borges *et al.* (2014) em Rondônia, assim como os resultados desta pesquisa. A maior capacidade de relacionamento pessoal em virtude do estado de vida produtiva desta parcela da população favorece o contato com indivíduos que podem ter sido picados previamente pelo *Aedes aegypti* contaminado e que desta forma tornam-se reservatório para infecção dos vetores que ainda não portam o vírus, seja em ambiente domiciliar, peridomiciliar, escritórios ou outros menos iluminados.

Porém, estudos mais recentes trazem evidências da mudança deste panorama no Brasil e a nível mundial: tem ocorrido o aumento do número de casos nas faixas etárias mais jovens, como demonstrado neste período em Paço do Lumiar, com crianças e adolescentes aumentando em proporção de doentes no decorrer dos anos (SIQUEIRA, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012; CARDOSO *et al.*, 2011; WHARDANI *et al.*, 2017). Branco, em 2014, ao encontrar a predominância infantil entre os casos da doença, explica que o fenômeno acontece em virtude da aquisição de imunidade por parte dos adultos devido à hiperendemicidade da dengue, restando as crianças não imunes suscetíveis ao adoecimento. Autores como Lima *et al.* (2013),

Evangelista, Oliveira e Gonçalves (2012) e Wardhani *et al.* (2017) alertam não só para a diminuição da faixa etária no adoecimento por dengue, mas para o aparecimento de casos graves nesta parcela da população.

Os adultos têm sido o grupo etário mais afetado pela febre de chikungunya, provavelmente pela maior exposição e por constituir maior parcela populacional (IBGE, 2011). Entretanto, é ampla a faixa de idade que adoece, com Pastula *et al.* (2017) encontrando resultados semelhante a este estudo na Micronésia, em 2014 e Nsoesie *et al.* (2015) em Dominica (Caribe): média de 30/33 anos e amplitude de 3 semanas/1 ano a 92 anos; provavelmente devido à ausência de qualquer tipo de imunidade prévia ao agravo, o que também é determinante essencial de surtos explosivos. Genderen *et al.* (2016) informa que no Suriname as crianças foram as menos afetadas em 2015, e Garay-Morán (2017) descreve adultos como principal grupo de idade atingido, ressaltando que a faixa etária de 60 anos e mais constituiu um grupo vulnerável significativo no México em 2013/2014, semelhante a Fuller *et al.* (2017) para o Rio de Janeiro em 2015/2016.

Ao observar a faixa etária atingida, Flauzino (2009) alertou para o comprometimento econômico gerado pelo adoecimento por dengue – doença aguda e auto-limitada – na faixa etária economicamente ativa (faixa etária adulta), enquanto Elsinga *et al.* (2017) e Cunha e Trinta (2017) descreveram que a febre por chikungunya carrega alta morbidade, sendo a cronificação de sintomas como a artralgia e a fadiga responsável por altas taxas de absenteísmo com grande impacto social e econômico.

Autores como Sissoko *et al.* (2008) e Kumar *et al.* (2011) explicam seus achados sobre gênero e idade para chikungunya a partir da experiência de exposição das populações estudadas ao vetor transmissor. Assim, Kumar *et al.* (2011) encontraram maior prevalência masculina em virtude da exposição dos trabalhadores que extraíam látex, pois o *Ae. albopictus* habitava áreas suburbanas e rurais (PESSOA *et al.*, 2013), sendo o responsável pela transmissão nas ilhas do Oceano Índico e na Índia naquele período.

No Brasil, a presença do *Ae. albopictus* ainda é incipiente quando comparada ao *Ae. aegypti*, sendo este o maior transmissor de chikungunya no país e um dos mais eficientes para a transmissão de arboviroses (CUNHA; TRINTA, 2017), assim como no Nepal (DHIMAL *et al.*, 2015). Portanto, é provável que parte do perfil epidemiológico seja diretamente relacionada ao comportamento do vetor transmissor – urbano, peridomiciliar, prefere repasto em humanos.

Para explorar os dados sobre raça/cor encontrados faz-se necessário conhecer primeiramente a estratificação populacional para este dado no local estudado e sob quais condições foi coletado (ficha de notificação). Cardoso *et al.* (2011) discute que tal dado populacional, para fins de pesquisa censitária (IBGE), é auto-declarado, enquanto no momento da notificação muitas vezes é registrado subjetivamente pelo profissional de saúde, e que de ambas as maneiras não é suficiente determinar o fenótipo individual apenas pelo tom da pele, quando existem diversas outras características a serem consideradas.

Em Paço do Lumiar, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, no último censo 63,60% da população luminense declarou-se parda (IBGE, 2010), o que condiz com os achados deste estudo. Pesquisas realizadas em várias cidades brasileiras encontraram resultados diversos, como inexistência de diferença entre as raças (CARDOSO *et al.*, 2011), predomínio da raça/cor parda (FATINATI *et al.*, 2013) ou raça/cor branca (SILVA JUNIOR, 2012), devendo-se levar em conta os aspectos concernentes a cada local e população.

Com o passar dos anos, foram acometidas por dengue mais pessoas com maior escolaridade, porém no período total estudado cerca de 20% de pessoas declararam baixa escolaridade (até 8 anos de estudo); outrossim, é alta a porcentagem de ausência deste dado no SINAN. Fatinati *et al.* (2013) obteve mais da metade de ignorados, e ainda assim evidenciou poucos anos de estudo, fator relacionado em outras pesquisas à maior probabilidade de adoecimento por dengue (FLAUZINO; SOUZA-SANTOS; OLIVEIRA, 2011; CARDOSO *et al.*, 2011).

Para chikungunya a porcentagem de acometidos com 11 anos e de estudo mais foi superior entre os infectados, podendo estar relacionada ao adoecimento mais prevalente nas áreas urbanas no município, onde usualmente encontra-se a população com maior nível de escolaridade, pois Fatinati *et al.* (2013) e Zellweger *et al.* (2017) encontraram a baixa escolaridade como fator de risco para o adoecimento na Nova Caledônia, um achado comum nos estudos sobre dengue.

A ocorrência de dados ignorados em raça/cor e escolaridade é considerada alta, assim como em outras pesquisas que se utilizaram de dados secundários oriundos de sistema de informação, porém foi menor do que as porcentagens encontradas por Fatinati *et al.* (2013), que o levaram a alertar sobre as limitações impostas pelo trabalho com dados secundários, como a garantia da completude e qualidade de preenchimento dos dados.

Martins *et al.* (2015), analisando 7 anos de ocorrência de dengue na microrregião de Salvador, Bahia, constataram que 90% dos casos ocorreram em residentes da área urbana,

fato esperado pois os aglomerados urbanos possuem elevada transmissibilidade da doença em virtude de características como a alta densidade populacional (FULLER *et al.*, 2017); Mendez *et al.* (2017) assim descreve o predomínio de casos urbanos de chikungunya no México. Além disso, normalmente o vetor é mais encontrado em ambiente urbano, devido a suas preferências para reprodução (LAGROTTA; SILVA; SOUZA-SANTOS, 2008). O mapa de Moran local univariado da incidência de chikungunya demonstrou baixa incidência significativa em alguns bairros rurais, bem como no mapa bivariado de Moran local entre a taxa de incidência de dengue e chikungunya em 2016, indicando a menor ocorrência de ambas as doenças na área rural.

Segundo o IBGE (2011), aproximadamente 75% da população luminense habita área urbana, e o dado registrado (ou não) pelos distintos profissionais notificadores da ponta se mostra equivocado principalmente quanto à chikungunya. A informação sobre classificação das zonas em urbana ou rural pelo IBGE, quando do georreferenciamento dos endereços e análise espacial, demonstrou que verdadeiramente os casos de chikungunya ocorreram em sua maioria na área urbana no município, e não na área rural como anotado nas fichas de notificação. Dentre os fatores que explicam esta ocorrência, Pastula *et al.* (2017) cita a ausência de imunidade populacional e o maior número de suscetíveis naquela área, e Rey e Lounibos (2015) descreve que o *Aedes aegypti* possui estreita relação com os humanos, picando-os com frequência, sendo um mosquito de caráter urbano e residente no intradomicílio. Fuller *et al.* (2017) encontrou fraca correlação, embora significativa, entre a ocorrência de chikungunya e a urbanização no Rio de Janeiro.

Assim como Ruiz (2015), que abordou o adoecimento por dengue em Chocó (Colômbia) entre 2008 e 2014 e Teurlai *et al.* (2015) que trabalhou na Nova Caledônia o período de 1995 a 2012, o presente estudo encontrou distribuição heterogênea de casos no território, com visível dispersão no decorrer do período estudado e acréscimo de incidência nos bairros e concentração na área urbana no último biênio. O aumento do percentual urbano de casos de dengue é visível a cada ano no período, e pode ocorrer devido ao incremento populacional mais esperado nessa área, como concluem Struchiner *et al.* (2015) ao investigar fatores que levaram ao aumento da doença em Singapura.

Os índices de Moran Globais (uni e bivariado) mostraram significância das taxas de incidência quando associadas à densidade demográfica em metade do período estudado, enquanto os mapas do Moran local bivariado apontaram grandes áreas de significância, com predominância de clusters de baixa incidência na área rural e heterogeneidade espacial na área

urbana no decorrer do período (sugerindo modulação do adoecimento por outros fatores), embora não se evidencie padrão de adoecimento nos bairros, no período estudado.

Outro fator que merece destaque é que os limites do município ao sul e oeste são rodovias estaduais, as MA-201 e MA-202, por onde escoam grande parte da população que habita os municípios metropolitanos (Paço do Lumiar, São Luís e São José de Ribamar) em seus fluxos diários rumo ao trabalho ou estudo nas cidades vizinhas, e onde existe grande contingente populacional residente às margens, cujos bairros pertencem à área urbana e possuíam as maiores taxas de incidência para ambas as doenças, como discutiu Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2011) em Niterói. Para chikungunya a área de alta incidência (> 30 casos/10.000 habitantes) segue claramente este padrão, confirmado pelo Moran local bivariado que mostra baixa incidência na área com menor densidade demográfica (cluster baixo-baixo), área rural e distante das rodovias mencionadas e dos centros urbanos.

A caracterização de altas incidências influenciadas pela proximidade de rodovias foi descrita por autores como Machado, Oliveira e Souza-Santos (2009) no Rio de Janeiro e Siqueira (2011) no Mato Grosso, destacando a importância da dinâmica das populações na formação de conglomerados de risco para doenças como a dengue. Fuller *et al.* (2017), ao estudar chikungunya no Rio de Janeiro, ressalta que o *Aedes aegypti* é uma espécie diurna, podendo os indivíduos serem picados em outros locais, durante o dia, que não suas casas.

A caracterização espacial de Paço do Lumiar revelou um município com clara distinção entre área urbana e rural, sendo a área urbana distribuída em 3 regiões desligadas entre si. A área considerada urbana pelo IBGE, que possui maiores densidades demográficas, maior renda média e menor proporção de analfabetismo entre responsáveis por domicílio apresentou melhor cobertura para o abastecimento de água e esgotamento sanitário aos domicílios, maiores taxas de pavimentação e iluminação pública e também maiores proporções de coleta de lixo, mas, contraditoriamente, maior proporção de lixo acumulado nos logradouros. Entretanto, existe uma área ao sul, composta por 4 bairros e situada entre duas áreas urbanas, que possui as mesmas características, exceto para a densidade demográfica, e é considerada rural pelo IBGE.

Mais de 80% dos casos de dengue e acima de 90% do adoecimento por chikungunya ocorreram na área urbana no período estudado, onde existem melhores condições de vida, achado semelhante ao de Machado, Oliveira e Souza-Santos (2009) e contrário ao de Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2011), que encontraram maior concentração de casos nas áreas com pior perfil socioeconômico, assim como Anchundia (2017) em Honduras para chikungunya (maior número de casos nas áreas urbanas pobres ou zonas rurais). A autocorrelação espacial

local das taxas de incidência de dengue aqui apresentada mostrou heterogeneidade no período estudado, com no máximo 5 bairros significantes em cada ano; o primeiro biênio apresentou significância em bairros rurais, o que não ocorreu no segundo, e o Residencial Lima Verde apresentou alta incidência apesar da baixa incidência em seus vizinhos de 2014 a 2016.

A análise exploratória do percentual de casos de dengue e chikungunya ocorridos nas áreas urbanas do município, neste período, aponta a chikungunya como mais urbanizada, ocorrendo em sua maioria nos bairros mais povoados e com melhor cobertura de pavimentação. A maioria dos casos de dengue, por sua vez, apresentaram-se em bairros com menor renda (inferior a 1 salário mínimo), de modo mais acentuado do que ocorreu para o adoecimento por chikungunya, assim como encontraram Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2011) ao estudarem a distribuição da dengue em Niterói.

Estes autores salientam também que locais menos pavimentados tornam-se de difícil acesso, tornando precárias a limpeza pública e coleta de lixo; Anchundia (2017) associou a baixa pavimentação à alta incidência de chikungunya em Honduras. Apesar disso, os mapas de Moran foram significantes para as áreas com alta cobertura de pavimentação (superior a 75%, todas urbanas), com heterogeneidade no espaço e entre os anos. O grande conjunto urbano Maiobão e seus vizinhos apresentavam padrão de baixa incidência associada a alta porcentagem de pavimentação no primeiro biênio, entretanto tornaram-se significantes com alta incidência apesar de maior pavimentação, mais uma vez sugerindo a modulação do adoecimento pelos outros fatores da complexa cadeia causal de adoecimento por arboviroses; o indicador de pavimentação apresenta-se como indicador do grau de urbanização e da possibilidade de acesso a serviços públicos e até mesmo aos serviços de saúde da região.

A característica urbana da doença vem sendo confirmada por diversos estudos ao longo dos anos (SILVA JUNIOR, 2012; FATINATI *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2016). Entretanto, a área centro-leste do município, considerada rural, possui taxas de incidências médias em alguns dos anos estudados para dengue e para chikungunya em 2016, sendo provavelmente devido à existência da Prefeitura e demais centros administrativos (algumas Secretarias), no bairro chamado de Paço do Lumiar (Sede), trazendo movimento diário de ida e volta de pessoas de várias partes do município e das cidades vizinhas, suscetíveis à infecção ou portando algum arbovírus, o que poderia justificar os aglomerados de alta incidência e baixa densidade demográfica para dengue existentes no primeiro biênio nos Mapas de Moran bivariado nesta área.

Quanto à renda média mensal dos bairros, os mapas de Moran locais bivariados com as taxas de incidência foram significantes apenas em bairros urbanos ou vizinhos a eles. Chamou a atenção o cluster de baixa incidência apesar de baixa renda do conjunto de 4 bairros rurais situado entre duas áreas urbanas, que persistiu nos 4 anos estudados para dengue e ocorreu para chikungunya em 2016, indicando a predominância de outros fatores, como as baixas densidades demográficas destes bairros, por exemplo, ou seus menores índices de lixo acumulado nos logradouros.

Semelhante a outros indicadores socioeconômicos, os achados sobre renda e alfabetização associadas a arboviroses são diversos na literatura, com indícios de baixos níveis estarem associados a maiores incidências para Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2011) em Niterói, Ruiz (2015) na Colômbia, Teurlai *et al.* (2015) na Nova Caledônia, bem como não apresentou significância no Moran de Barbosa e Silva (2015) em Natal. Para o analfabetismo, muitos bairros foram significantes no Moran local bivariado com as taxas de incidência, apresentando todos os tipos de aglomerados. A região de maior taxa de analfabetismo (rural) passou de alta incidência para baixa no segundo biênio, ocorrendo o contrário na área urbana significativa, que possui menor analfabetismo e tornou-se região de alta incidência nos últimos anos.

Apesar de a área urbana apresentar melhores indicadores e segundo Almeida, Medronho e Valência (2009) as condições de vida e sanitárias favoráveis proporcionarem diminuição no impacto de doenças como dengue, também é neste tipo de espaço que existem os maiores índices de lixo acumulado, que San Pedro *et al.* (2009) e Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2011) definem como fator de risco para a ocorrência de doenças causadas por mosquitos do gênero *Aedes* sp. Apenas um bairro com alta porcentagem de lixo acumulado estava situado fora da zona urbana, neste estudo.

O índice de Moran global não foi significativo, mas o local bivariado demonstra, no primeiro biênio, alta incidência de dengue na área rural, cujo percentual de coleta de lixo é menor, alterando-se para um aglomerado de baixa incidência apesar da insuficiência de coleta de lixo no segundo biênio. Similarmente, alguns bairros significantes da área urbana modificaram-se de locais de baixa incidência de dengue com sua alta cobertura de coleta de lixo nos primeiros dois anos para alta incidência apesar disto nos últimos anos. O comportamento para chikungunya foi similar ao da dengue em 2016 para esta associação, com maior área de abrangência rural e classificada como baixa incidência apesar dos menores percentuais de coleta de lixo. Estes achados novamente indicam a necessidade de analisar a

complexidade que envolve o adoecimento por arboviroses sob o ponto de vista dos diversos fatores envolvidos neste processo.

O bairro Residencial Lima Verde apresentou-se como cluster de alta incidência para dengue apesar do menor percentual de lixo acumulado (achado incomum) e do alto percentual de iluminação pública (que indica alguma urbanização), apenas. Curiosamente, este bairro não foi significativo em nenhuma outra análise local bivariada através do Moran map. Machado, Oliveira e Souza-Santos (2009) também não encontraram agrupamentos de bairros e houve heterogeneidade espacial, assim como no estudo de Resendes *et al.* (2010), que explica que precisam ser analisadas as relações entre espaço e outros fatores como grau de imunidade da população, grau de infestação do vetor, hábitos comportamentais dos residentes, relativos à transmissão da dengue. Tais recomendações devem ser extrapoladas para a investigação das demais arboviroses transmitidas pelo vetor *Aedes aegypti*.

Mais importante, fatores que explicam as maiores taxas de incidência na área urbana, além dos já discutidos anteriormente, são relacionados aos hábitos de vida do vetor, como descreve Teurlai *et al.* (2015) sobre seu voo curto (40 a 80m durante sua vida), um dos fatores que podem explicar a associação entre maior densidade demográfica e ocorrência da dengue.

Contrariamente aos achados de autores como Teixeira e Medronho (2008) e San Pedro *et al.* (2009), que encontraram altos percentuais de cobertura de água encanada como fator protetor para o adoecimento de dengue e Fuller *et al.* (2017) para chikungunya, neste estudo as maiores taxas de incidência de dengue migraram, no decorrer dos quatro anos, da área rural para a área urbana – aquela com maior abastecimento de água aos domicílios. A estatística de Moran local bivariado entre estas variáveis mostrou 13 bairros significantes, a maioria urbana, porém com heterogeneidade espacial, reforçando a recomendação de analisar de maneira aprofundada a relação que de fato existe em cada localidade entre o abastecimento de água e adoecimento por doenças transmitidas pelo *Aedes*.

Tais achados podem ser decorrentes do não detalhamento dos dados do IBGE quanto ao fornecimento de água, se existe irregularidade no abastecimento, e também pelo fato de que mesmo um percentual pequeno de domicílios não ligados à rede geral de água podem tornar-se primordiais na manutenção de criadouros e disseminação do vetor para toda a área circunscrita, se houver armazenamento incorreto da água (FLAUZINO *et al.*, 2009; FLAUZINO; SOUZA-SANTOS; OLIVEIRA, 2011). Além disso, são vários os fatores determinantes para o adoecimento por dengue ou chikungunya, exemplificado pelos bairros que

foram significantes para ambas as doenças (em 2016), porém formando tipos de associação espacial opostas para cada agravo.

De modo geral, durante os 4 anos estudados a maior parte do território luminense permaneceu em situação de alerta (1 a 3,9%) para a transmissão de arboviroses, segundo o Índice de Infestação Predial (IIP), demonstrando a dificuldade em realizar o controle larvário. A análise dos IIP e taxas de incidência anuais detecta mínima coincidência em cada ano, isto é, áreas que se encontravam em situação de risco (IIP >3,9%) devido à alta infestação larvária possuíram menor número de casos de dengue e chikungunya, e vice-versa. O Moran local univariado apresentou áreas rurais como aglomerados de alta infestação em 3 dos 4 anos estudados. O ano de 2016, com maiores taxas de incidência de dengue e chikungunya do período, apresentou apenas dois bairros significantes, evidenciando ausência de autocorrelação espacial desta variável neste ano e aleatoriedade na distribuição da infestação larvária entre os bairros.

Os índices de infestação de 2013 e 2015 apresentaram índice global de Moran significantes, com fraca correlação, e apenas o IIP de 2015 apresentou significância quando calculado o Moran global bivariado com a taxa de incidência anual correspondente. Siqueira (2011) também encontrou este tipo de ocorrência ao analisar os municípios de Mato Grosso entre 2007 e 2009 e chama a atenção para a insuficiência deste indicador quanto à receptividade das doenças, situação que indica a existência de outros fatores modulando a transmissão de arboviroses como dengue e chikungunya, além da presença ou não do vetor. Outrossim, pode haver a existência de mosquitos não infectados e a existência de transmissão alóctone justificando as altas taxas de incidência.

Entretanto, é notável a baixa cobertura dos ciclos de trabalho em metade do período estudado, permanecendo muito aquém do recomendado pelo Ministério da Saúde (2009) de 80% de imóveis visitados em vários ciclos, principalmente nos dois primeiros anos. Orrico (2015) encontrou índices de infestação pouco representativos na Bahia e a existência de heterogeneidade na distribuição espacial dos focos nos bairros, discutindo que apesar de várias evidências acerca deste padrão as zonas de trabalho para Agentes de Combate às Endemias (ACE) não são organizadas com base nessa realidade, o que pode levar à ineficiência e ineficácia do controle vetorial naquele estado, bem como na cidade de Paço do Lumiar, aqui estudada.

Diversos trabalhos realizados na região nordeste do Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2012; BRANCO, 2014; BESSA JÚNIOR *et al.*, 2013) apontam o primeiro semestre do ano como

aquele em que os índices vetoriais e de casos de dengue são mais elevados, demonstrando correlação positiva com os índices pluviométricos maiores nesse período do ano – estação chuvosa. Anchundia (2017) encontrou o mesmo padrão em Honduras e Fuller *et al.* (2017) no Rio de Janeiro, ambos para chikungunya. Entretanto, apesar de Carvalho *et al.* (2016) descreverem o clima da cidade de São Luís – e de toda a ilha – como do tipo tropical, quente e semiúmido da zona equatorial com duas estações distintas: o verão, de julho a dezembro, e o inverno, de janeiro a junho, no período estudado Paço do Lumiar inverteu o padrão esperado de adoecimento, com maior número de casos no segundo semestre, período de estiagem, exceto no ano de 2016.

Carvalho *et al.* (2016) apontaram os meses que iniciam a estiagem (julho e agosto) como os de maior taxa de incidência para dengue, ao estudarem a série histórica de 2002 a 2012 do adoecimento na capital. Apesar disso, levando em consideração o total de casos em cada estação, Carvalho *et al.* (2016) descreveram significância estatística do adoecimento no período chuvoso (primeiro semestre). Uma possível explicação para tal diferença numérica seria a ocorrência de surtos no segundo semestre, com elevado número de casos, ultrapassando o total do primeiro semestre, como ocorreu na Vila São José I em 2014. Tais surtos podem ocorrer após chuvas isoladas que provisionam criadouros, que por sua vez se associam às altas temperaturas do período de estiagem e promovem rápido desenvolvimento do vetor, menor período de incubação do vírus e aumentam a frequência de picadas (DHIMAL *et al.*, 2015).

Aprofundando o olhar na descrição por ciclo (bimensal) dos índices de infestação predial e taxas de incidência de dengue, o que se percebe é o atraso entre os picos de IIP e os picos de adoecimento. Embora não utilizado neste estudo os dados de pluviosidade, é amplamente descrito que a infestação predial é diretamente associada à ocorrência das chuvas; Fuller *et al.* (2017) encontrou as maiores taxas de adoecimento por arboviroses no período chuvoso, mas até 1 mês após o pico pluviométrico. Tais espaços de tempo englobam os demais fatores importantes para o desenvolvimento do vetor, como temperatura ideal, umidade, tempo de incubação do arbovírus no mosquito (a incubação do CHIKV é a mais curta) e também do hospedeiro, como a própria dinâmica populacional, como encontrado por Dhimal *et al.* (2015) ao estudar os fatores climáticos para o desenvolvimento do mosquito no Nepal.

Diversos autores, inclusive já citados aqui, discutem ainda que o comportamento da dengue não obedece a padrões rígidos, dependendo da interação entre os diversos fatores que se associam à transmissão de dengue, como as características demográficas e

socioeconômicas em análise, além das climáticas e ambientais existentes naquele espaço e a dinâmica das populações (MARTINS *et al.*, 2015).

Neste trabalho foram utilizados apenas os dados informados pelo IBGE, agregados em média para cada bairro, não sendo coletados outros dados que possibilitassem confirmar ou não estas informações. Flauzino (2009) encontrou diferenças entre os dados obtidos do Instituto e de informantes-chaves em Niterói quanto à regularidade do abastecimento de água, da coleta e condições de armazenamento do lixo, com detalhamento importante, porém inexistente no Censo Demográfico brasileiro.

Para este trabalho, de cunho ecológico, foi necessária a construção da malha digital dos bairros, a partir dos setores censitários para que não houvesse perda das informações das variáveis socioeconômicas e ambientais; porém, foram necessárias algumas redefinições de polígonos, e a irregularidade da distribuição dos bairros entre os setores censitários trouxe a necessidade de fusão de alguns deles para adequar aos limites existentes, como em dois grandes polígonos rurais, o que certamente levou a perdas estatísticas por influenciar nas relações de contiguidade e vizinhança. Além disso, esta tarefa demandou cerca de 6 meses para construir uma malha aproximada dos bairros, com maiores deficiências nas áreas rurais.

Ao discutir análise espacial de estruturas intraurbanas, Ramos (2002) as define a partir das inter-relações socioespaciais entre os diferentes elementos que as compõe, levando em consideração o que é fundamental nesse ambiente e analisando a organização espacial e relação entre suas partes. Também explica que existem diferenças na estrutura interna das cidades, relacionadas a distribuição da população, suas características, tipos de atividades que desenvolvem e até seus fluxos de deslocamento. Desta forma, é também complexa a definição de urbano e rural, sendo a classificação aqui utilizada (IBGE) passível de falhas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de indicadores socioeconômicos e ambientais no estudo de arboviroses data de algumas décadas, e aliado às técnicas de geoprocessamento tem possibilitado a exploração de vários níveis de agregação espacial, com diferentes resultados. Atualmente, os estudiosos da área entram em consenso ao afirmar a relevância dos achados, entretanto estes dependem diretamente da maneira como os dados estão agregados e deve-se ter cuidado ao extrapolá-los.

O georreferenciamento de endereços não é isento de erros, mesmo em áreas urbanas (SALJE *et al.*, 2012), entretanto foram poucas as perdas do total inicial dos casos quando realizada a análise espacial neste estudo.

A ausência de série histórica dos dados socioeconômicos impede uma análise mais precisa da sua associação com cada ano estudado (TEURLAI *et al.*, 2015), além de serem gerais e não detalharem processos locais, sendo indicado o uso de metodologia complementar para buscar níveis mais profundos de compreensão dos fatores de risco para o adoecimento. O uso de dados secundários e metodologia ecológica trazem limitações para generalização e inferência com base nos resultados encontrados, em vista da subnotificação de casos e anotação incorreta ou ausência de dados.

Os casos de dengue e chikungunya existentes em Paço de Lumiar concentraram-se nas áreas urbanas do município, as quais detêm os melhores níveis socioeconômicos (melhor escolaridade, melhor renda, maiores coberturas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo, pavimentação e iluminação pública) e maiores densidades demográficas. Tais achados são compatíveis a uma vasta linha de pesquisadores e contrários a outra, levando Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2011) e Resendes *et al.* (2010) a salientar que a existência de tais controvérsias tem raiz na variabilidade dos inúmeros fatores que compõe a complexidade causal das arboviroses, tornando difícil a mensuração deste tipo de associação.

Desta forma, os fatores de risco que aparentemente foram mais influentes para o adoecimento por dengue e por chikungunya foram a alta densidade demográfica e o maior grau de urbanização dos bairros, que coincidiram com melhores condições de vida, pois os melhores indicadores socioeconômicos apresentaram-se intimamente relacionados à área urbana. São necessárias investigações aprofundadas para quantificar a influência da mobilidade populacional existente na região metropolitana nas taxas de incidência nestes locais.

O nível de agregação dos dados é discutível para a validação dos achados, embora Flauzino, Souza-Santos e Oliveira (2009) evidenciem que os níveis locais propiciam melhor

visão da dengue. A unidade aqui utilizada (bairros) permite a utilização dos achados desta pesquisa para direcionar as medidas de prevenção das doenças e controle do vetor a nível de vigilância epidemiológica e nos outros setores político-administrativos do município, que utilizam esta divisão territorial em suas atividades.

Os índices de infestação predial se mostraram pouco explicativos e sem associação com o adoecimento, no território e na linha temporal simples, não sendo realizada associação espacial deste com as demais variáveis estudadas em virtude da sua pouca representatividade, isto é, a baixa cobertura dos ciclos de trabalho. É necessário qualificar as ações da vigilância entomológica, pois os IIP ainda são preditores importantes para o adoecimento e utilizados como indicadores pelo Ministério da Saúde para ações preventivas.

Importante foi o achado de elevado número de casos durante todo o ano, e não apenas na estação chuvosa como comumente encontrado e amplamente disseminado pela mídia; tal fato reforça a recomendação de que as atividades de combate às arboviroses, preventivas a doenças como dengue e chikungunya, devem permanecer durante todo o ano, sendo voltadas à contenção de surtos no segundo semestre em Paço do Lumiar. Além disso, devem ser conduzidos estudos para elucidar a ocorrência destes.

O comportamento do adoecimento por chikungunya mostrou-se semelhante ao da dengue no município, e parte deste perfil provavelmente deve-se ao vetor que vem transmitindo ambas, o *Aedes aegypti*, e suas preferências. Ao contrário dos achados de outros países, em Paço do Lumiar a chikungunya foi predominantemente urbana, onde as condições de vida se apresentaram melhores, atingindo principalmente adultos e com predominância em mulheres.

Os resultados encontrados neste estudo contribuem para o cenário de descobertas acerca das arboviroses: para dengue, que apesar de existente há muitos anos no Brasil passa por transformações decorrentes da endemicidade e mudanças populacionais, e para chikungunya, introduzida recentemente no país e cujo comportamento ainda necessita de investigação.

Assim, diante dos achados deste estudo, seguem algumas recomendações:

- Rever as definições de áreas urbanas e rurais no município, a partir de critérios que sejam compatíveis à sua realidade;
- Realizar a definição dos polígonos de bairros para que seja utilizada por todos os serviços da Prefeitura, de preferência em conjunto com o IBGE, possibilitando o cruzamento de dados e realização de análises com mais facilidade;
- Conscientizar as populações das áreas urbanas sobre o risco aumentado para o adoecimento por arboviroses;

- Manter as ações de prevenção e combate às arboviroses durante todo o ano, visto que a frequência de casos se mostrou semelhante tanto na estação chuvosa quanto na de estiagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Andréa Sobral de; MEDRONHO, Roberto de Andrade; VALENCIA, Luís Iván Ortiz. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 666-673, aug. 2009.

ALVES, Rachel Cruz; CASTRO, Ludiele Souza; ROMA, José Henrique Francisco; LUZ, João Gabriel Guimarães; CARVALHO, Amanda Gabriela; GOULART, Letícia Silveira; ARAÚJO, Claudinéia de; CHÁVEZ-PAVONI, Juliana Helena. Dengue epidemiological profile in southern Mato Grosso, Brazil (2008-2012). **Revista de Patologia Tropical**, v 46, n 1, p. 23-34, jan./mar. 2017.

ALVES, José Antonio Barreto; SANTOS, Jokasta Rodrigues; MENDONÇA, Emanuelle Nabuco de; ABUD, Ana Cristina Freire; NUNES, Mariangela da Silva; FAKHOURI, Ricardo; INAGAKI, Ana Dorcas de Melo; MARCHIORO, Murilo; ANTONIOLLI, Angelo Roberto. Epidemiological aspects of dengue in Aracaju, state of Sergipe, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44, n. 6, p. 670-673, nov./dez., 2011.

ANCHUNDIA, Emily Massiel Pisco. **Análisis geográfico de Dengue y Chikungunya en el municipio de San Antonio de Oriente, Honduras**. 2017. Monografía (Graduação em Engenharia em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, 2017.

ARDUINO, Marylene de Brito; AVILA, Gabriela de Oliveira de. Aspectos físico-químicos da água de criadouros de *Aedes aegypti* em ambiente urbano e as implicações para o controle da dengue. **Revista de Patologia Tropical**, v. 44, n. 1, p. 89-100, abr. 2015.

ARDUINO, Marylene de Brito; MARQUES, Gisela Rita de Alvarenga Monteiro; SERPA, Lígia Leandro Nunes. Registros de larvas e pupas de *Ae. Aegypti* e *Ae. albopictus* em recipientes com água salina em condições naturais. **Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 7, n. 83, p. 22-28, nov. 2010.

ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Paço do Lumiar, MA**. 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/paco-do-lumiar_ma>. Acesso em: 20.outubro.2016.

BARBOSA, Gerson Laurindo; HOLCMAN, Márcia Moreira; PEREIRA, Mariza; GOMES, Antonio Henrique Alves; WANDERLEY, Dalva Marli Valério. Indicadores de infestação larvária e influência do porte populacional na transmissão de dengue no estado de São Paulo, Brasil: um estudo ecológico no período de 2007-2008. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, n. 21, v. 2, p. 195-204, abr./jun. 2012.

BARBOSA, Gerson Laurindo; LOURENÇO, Roberto Wagner. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 43, n. 2, p. 145-151, apr. 2010.

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

BARCELLOS, Christovam; SILVA, Simone Almeida; ANDRADE, Ana Lúcia S. S. Análise de dados em forma de pontos. In: Santos, Simone M.; SOUZA, Wayner, V. (Org.). **Introdução à estatística espacial para a Saúde Pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. cap 2, p. 31-56.

BARCELLOS, Christovam; PUSTAI, Adelaide Kreutz; WEBER, Maria Angélica; BRITO, Maria Regina Varnieri. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 38, n. 3, p. 246-250, may 2005.

BESERRA, Eduardo B; FERNANDES, Carlos R M; SOUSA, José T de; FREITAS, Eraldo M de; SANTOS, Keliana D. Efeito da qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 6, p. 1016-1023, dec. 2010.

BESSA JÚNIOR, Francisco Narcísio; NUNES, Renan Flávio de França; SOUZA, Marcos Antonio de; MEDEIROS, Antônio Carlos de; MARINHO, Maria Jocileide de Medeiros; PEREIRA, Wogelsanger Oliveira. Spatial distribution of dengue disease in municipality of Mossoró, Rio Grande do Norte, using the Geographic Information System. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 603-610, sept. 2013.

BORGES, Rodrigo de Almeida; RAMOS, Leandro José; ZAN, Renato André; MENEGUETTI, Naila Fernanda Sbsczk Pereira; MENEGUETTI, Dionatas Ulises de Oliveira. Panorama epidemiológico da dengue no município de Ariquemes, Rondônia, Amazônia Ocidental, 2002 a 2011. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 4, n. 4, p. 229-232, out./dez. 2014.

BRANCO, Mário Sérgio Duarte. **Dengue no estado do Rio Grande do Norte, 2010-2012: vigilância virológica e aspectos epidemiológicos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Medicina Tropical, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diretoria Técnica de Gestão. **Dengue: manual de enfermagem – adulto e criança**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Plano de Contingência Nacional para a Febre de Chikungunya**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Febre de chikungunya: manejo clínico**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Dengue: diagnóstico e manejo clínico adulto e criança**. 5. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

CAPRARA, Andrea; LIMA, José Wellington de Oliveira; MARINHO, Alice Correia Pequeno; CALVASINA, Paola Gondim; LANDIM, Lucyla Paes; SOMMERFELD, Johannes. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, supl. 1, p. S125-S136, 2009.

CARBAJO, Aníbal e; VEZZANI, Darío. Waiting for chikungunya fever in Argentina: spatio-temporal risk maps. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 110, n. 2, p. 259-262, abril 2015.

CARDOSO, Ivana Macedo; CABIDELLE, Aline de Souza Areias; BORGES, Patrícia de Castro e Leão; LANG, Carolina Ferreira; CALENTI, Fabrício Greco; NOGUEIRA, Larissa de Oliveira; FALQUETO, Aloisio; CERUTTI JUNIOR, Crispim. Dengue: clinical forms and risk groups in a high incidence city in the southeastern region of Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v.44, n. 4, jul./aug. 2011.

CARVALHO, Ana Cláudia Pinho de; PORTELA, Fernando Couto; FERRO, Thiago Azevedo Feitosa; BONFIM, Maria Rosa Quaresma. Epidemiologia do vírus do dengue em São Luís, Maranhão, no período de 2002 a 2012. **Revista de Patologia Tropical**, v. 45, n. 3, p. 243-255, jul./set. 2016.

CASTRO, Márcia Gonçalves de; NOGUEIRA, Rita Maria Ribeiro; SCHATZMAYR, Hermann Gonçalves; MIAGOSTOVICH, Marize Pereira; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, Ricardo. Dengue virus detection by using reverse transcription-polymerase chain reaction in saliva and progeny of experimentally infected *Aedes albopictus* from Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 99, n. 8, p. 809-814, dec. 2004.

CEARÁ (Estado). Secretaria de Saúde. Nota Técnica. **Atualização sobre os métodos utilizados no Levantamento de Índice de Infestação Vetorial do *Aedes aegypti***. Fortaleza, 2015.

CHEVILLON C.; BRIANT L.; RENAUD F.; DEVAUX C. The Chikungunya threat: an ecological and evolutionary perspective. **Trends in Microbiology**, v. 16, n. 2, p. 80-88, jan. 2010.

CUNHA, Rivaldo V. da; TRINTA, Karen S. Chikungunya virus: clinical aspects and treatment - A Review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 112, n. 8, p. 523-531, aug. 2017.

CZERESNIA, Dina; RIBEIRO, Adriana Maria. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, n. 3, p. 595-617, jul./set. 2000.

DHIMAL, Meghnath; GAUTAM, Ishan; JOSHI, Hari Datt; O'HARA, Robert B.; AHRENS, Bodo; KUCH, Ulrich. Risk factors for the presence of chikungunya and dengue vectors (*Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*), their altitudinal distribution and climatic determinants of their abundance in central Nepal. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 9, n. 3, mar. 2015.

DOKE, Prakash Prabhakar Rao; DAKHURE, Deorao Satvaji; PATIL, Archana Vasantrao. A clinico-epidemiological study of chikungunya outbreak in Maharashtra state, India. **Indian Journal of Public Health**, v 55, n 4, oct./dec. 2011.

DONALÍSIO, Maria Rita; FREITAS, André Ricardo Ribas. Chikungunya no Brasil: um desafio emergente. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 18, n. 1, p. 283-5, mar. 2015.

DONALÍSIO, Maria Rita; FREITAS, André Ricardo Ribas; ZUBEN, Andrea Paula Bruno Von. Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 51, n. 30, abr. 2017.

DUARTE, Maria do Carmo Menezes Bezerra; OLIVEIRA NETO, Arino Faria de; BEZERRA, Patrícia Gomes de Matos; CAVALCANTI, Lara Alves; SILVA, Vanessa Máximo de Brito; ABREU, Suelda Grasiela Alves Araújo de; LEITE, Susana Farias Batista; CAVALCANTI,

Nara Vasconcelos. Chikungunya infection in infants. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, v. 16, supl. 1, p. 63-71, nov. 2016.

ELSINGA, Jelte; GERSTENBLUTH, Izzy; VAN DER PLOEG, Symkje; HALABI, Yaskara; LOURENTS, Norédiz T.; BURGERHOF, Johannes G.; VAN DER VEEN, Henry T.; BAILEY, Ajay; GROBUSCH, Martin P.; TAMI, Adriana. Long-term Chikungunya Sequelae in Curaçao: Burden, Determinants, and a Novel Classification Tool. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 216, n. 5, p. 573–581, sept. 2017.

ESASHIKA, Suely Nilsa Guedes de Sousa. **Qualidade da assistência prestada ao paciente com dengue no Município de São Luís – Maranhão, 2011**. 2012. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2012.

EVANGELISTA, Luanna Soares de Melo; OLIVEIRA, Fernando Luiz Lima de; GONÇALVES; Larissa Maria Feitosa. Aspectos Epidemiológicos do Dengue no Município de Teresina, Piauí. **BEPA**, v. 9, n. 103, p. 32-39, 2012.

FARES, Rafaelle C. G.; SOUZA, Katia P. R.; AÑEZ, Germán; RIOS, Maria. Epidemiological Scenario of Dengue in Brazil. **BioMed Research International**, v. 1, 13 p., 2015.

FARNESI, Luana Cristina; MARTINS, Ademir Jesus; VALLE, Denise; REZENDE, Gustavo Lazzaro. Embryonic development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): influence of different constant temperatures. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 104, n. 1, p. 124-126, feb. 2009.

FATINATI, Adriana Márcia Monteiro; SANTOS, Ana Carolina Almeida dos; INUMARU, Suely Satoko; VALÉRIO, Viviane Teixeira Duarte; FATINATI, Marcelo Silva. Perfil epidemiológico e demográfico dos casos de dengue na região central de Goiânia – Goiás: de 2008 a março de 2013. **Revista Tempus - Actas de Saúde Coletiva**, v. 7, n. 12, 2013.

FERNANDEZ-GARCIA, M.D.; BANGERT, M.; DE ORY, F., POTENTE, A.; L HERNANDEZ, L.; LASALA, F; HERRERO, L; MOLERO, F.; NEGREDO, A.; VÁZQUEZ, A.; MINGUITO, T.; BALFAGÓN, P.; DE LA FUENTE, J.; PUENTE, S.; RAMÍREZ DE

ARELLANO, E.; LAGO, M.; MARTINEZ, M.; GASCÓN, J.; NORMAN, F.; LOPEZ-VELEZ, R.; SULLEIRO, E.; POU, D.; SERRE, N.; ROBLAS, R. F.; TENORIO, A.; FRANCO, L.; SANCHEZ-SECO, M. P. Chikungunya virus infections among travellers returning to Spain, 2008 to 2014. **Euro Surveillance**, v. 21, n. 36, sept. 2016.

FIGUEIREDO, Luiz Tadeu Moraes. The emergent arbovirus disease epidemic in Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48, n. 3, p. 233-234, may-jun., 2015.

FIGUEIREDO, Luiz Tadeu Moraes. How are so many foreign arboviruses introduced in Brazil? **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 49, n. 6, p. 665-667, dez. 2016.

FLAUZINO, Regina Fernandes; SOUZA-SANTOS, Reinaldo; BARCELLLOS, Christovam; GRACIE, Renata; MAGALHÃES, Mônica de Avelar Figueiredo Mafra; OLIVEIRA, Rosely Magalhães de. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais, Niterói, RJ. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 6, p. 1035-1043, dec. 2009.

FLAUZINO, Regina Fernandes; SOUZA-SANTOS, Reinaldo; OLIVEIRA, Rosely Magalhães de. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 25, n. 5, p. 456-461, 2009.

FLAUZINO, Regina Fernandes; SOUZA-SANTOS, Reinaldo; OLIVEIRA, Rosely Magalhães de. Indicadores socioambientais para vigilância da dengue em nível local. **Saúde e sociedade**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 225-240, mar. 2011.

FULLER, Trevon L.; CALVET, Guilherme; ESTEVAM, Camila Genaro; ANGELO, Jussara Rafael; ABIODUN, Gbenga J.; HALAI, Umme-Aiman; SANTIS, Bianca de; SEQUEIRA, Patricia Carvalho; ARAUJO, Eliane Machado; SAMPAIO, Simone Alves; MENDONÇA, Marco Cesar Lima de; FABRI, Allison; RIBEIRO, Rita Maria; NIELSEN-SAINES, Karin. Behavioral, climatic, and environmental risk factors for Zika and Chikungunya virus infections in Rio de Janeiro, Brazil, 2015-16. **PLOS One**, v. 12, n. 11, nov. 2017.

FURTADO, Marcia Silva; LIMA, Neilianne de F. Costa; GONÇALVES, Lílian Daniele P.; FEITOSA, Antônio Cordeiro. A intervenção antrópica na dinâmica da paisagem na área do município de Paço do Lumiar – Maranhão. **Geo UERJ Revista do Departamento de Geografia**, Rio de Janeiro, número especial, p. 1772 a 1777, 2003.

GARAY-MORÁN, Carolina; ROMÁN-PEDROZA, Juan Francisco; LÓPEZ-MARTÍNEZ, Irma; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, José Cruz; RUIZ-MATUS, Cuitláhuac; KURI-MORALES, Pablo; DÍAZ-QUIÑONEZ, José Alberto. Caracterización clínica y epidemiológica de fiebre chikungunya en México. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 41, n. 21, ago. 2017.

GENDEREN, Farah T. van; KRISHNADATH, Ingrid; SNO, Rachel; GRUNBERG, Meritha G.; ZIJLMANS; Wilco; ADHIN, Malti R. First Chikungunya Outbreak in Suriname; Clinical and Epidemiological Features. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v 10, n 4, apr. 2016.

GIBSON, Gerusa; SOUZA-SANTOS, Reinaldo; BRASIL, Patrícia; PACHECO, Antonio Guilherme; CRUZ, Oswaldo G; HONÓRIO, Nildimar Alves; KUBELKA, Claire; CARVALHO, Marília Sá. From primary care to hospitalization: clinical warning signs of severe dengue fever in children and adolescents during an outbreak in Rio de Janeiro, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 82-90, jan. 2013.

GUERRA-GOMES, Isabel Cristina; GOIS, Bruna Macêdo; PEIXOTO, Rephany Fonseca; OLIVEIRA, Camila Alves; MACIEL, Bruna Leal Lima; SARMENTO, Maria Izabel Ferreira; PACHÁ, Anna Stella Cysneiros; ARAÚJO, Josélio Maria Galvão; AMARAL, Ian Porto Gurgel; KEESSEN, Tatjana Souza Lima. Molecular and clinical epidemiological surveillance of dengue virus in Paraíba, Northeast Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 50, n. 1, p. 19-26, jan./feb. 2017.

HONÓRIO; Nildimar Alves; CÂMARA, Daniel Cardoso Portela; CALVET, Guilherme Amaral; BRASIL, Patrícia. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 5, p.906-908, mai. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de clima do Brasil**. Rio de Janeiro, 2002. 1 mapa. Escala 1:5.000.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 09.setembro.2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário**. Rio de Janeiro: Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2011.

JULIANO, Steven A.; LOUNIBOS, L Philip. Ecology of invasive mosquitoes: Effects on resident species and on human health. **Ecology Letters**, v. 8, n. 5, p. 558-74, may 2005.

KUMAR, NarendranPradeep; SURESH, Abidha; VANAMAIL, Perumal; SABESAN, Shanmugavelu; KRISHNAMOORTHY, KaliannaGounder; MATHEW, Jacob; JOSE,Varakilparambil Thomas; JAMBULINGAM, Purushothaman. Chikungunya virus outbreak in Kerala, India, 2007: a seroprevalence study. **Memórias Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 106, n. 8, p. 912-916, dec. 2011.

LAGROTTA, Marcos Thadeu Fernandes; SILVA, Wellington da Costa; SOUZA-SANTOS, Reinaldo. Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. 1, p. 70-80, jan. 2008.

LAMBRECHTS Louis; SCOTT Thomas W.; GUBLER, Duane J. Consequences of the expanding global distribution of *Aedes albopictus* for dengue virus transmission. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 4, n. 5, may 2010.

LIMA, Estelita Pereira; GOULART, Marília Oliveira Fonseca; ALBUQUERQUE, Mário Ronaldo; VICTOR, Fernanda Moura; PINTO, Natália Bitu. Série histórica da dengue e do *Aedes aegypti* no Ceará. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, v. 26, n. 3, p. 340-348, jul./set., 2013.

LIMA-CAMARA, Tamara Nunes. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 50, n. 36, 2016.

LOPES, Nayara; NOZAWA, Carlos; LINHARES, Elisa Carvalho Linhares. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 5, n. 3, p. 55-64, 2014.

LOPES, Tatiana Forte; HOLCMAN, Marcia Moreira; BARBOSA, Gerson Laurindo; DOMINGOS, Maria de Fatima; BARREIROS, Rosa Maria Oliveira Veiga. Laboratory evaluation of the development of *Aedes aegypti* in two seasons: influence of different places and different densities. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 56, n. 5, p. 369-374, sept. 2014.

MACHADO, Juliana Pires; OLIVEIRA, Rosely Magalhães de; SOUZA-SANTOS, Reinaldo. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, p. 1025-1034, may 2009.

MACIEL-DE-FREITAS, Rafael; SOUZA-SANTOS, Reinaldo; CODEÇO, Claudia Torres; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, Ricardo. Influence of the spatial distribution of human hosts and large size containers on the dispersal of the mosquito *Aedes aegypti* within the first gonotrophic cycle. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 24, p. 74-82, 2010.

MARTINS, Maísa Mônica Flores; ALMEIDA, Ana Maria Freire de Lima; FERNANDES, Narla Denise Rodrigues; SILVA, Liliane Santana; LIMA, Taís Batista de; ORRICO, Agnaldo de Souza; RIBEIRO JÚNIOR, Howard Lopes. Análise dos aspectos epidemiológicos da dengue na microrregião de saúde de Salvador, Bahia, no período de 2007 a 2014. **Revista Espaço para a Saúde**, Londrina, v. 16, n. 4, p. 64-73, out/dez. 2015.

MADARIAGA, Miguel; TICONA, Eduardo; RESURRECCION, Cristhian. Chikungunya: bending over the Americas and the rest of the world. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 20, n. 1, p. 91-98, 2016.

MAGALHÃES, Monica de Avelar F. M.; SANTOS, Simone Maria dos; GRACIE, Renata; BARCELLOS, Christovam. Sistemas de informações geográficas em saúde. In: SANTOS, Simone M.; BARCELLOS, Christovam (Org.). **Abordagens espaciais na saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. cap. 2, p. 47-77.

MELCHIOR, Leonardo Augusto Kohara. **Análise temporal, espacial e espaçotemporal da ocorrência da dengue, leishmaniose tegumentar americana e malária no estado do Acre**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Acre, São Paulo, 2016.

MÉNDEZ, Nina; BAEZA-HERRERA, Luís; OJEDA-BARANDA, Rafael; HUCHIM-LARA, Oswaldo; GÓMEZ-CARRO, Salvador. Perfil clinicoepidemiológico de la infección por Chikungunya en casos hospitalários atendidos en 2015 en Mérida, México. **Revista Panamerica de Salud Publica**, v. 41, 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. **Dengue instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas**. 3. ed., rev. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico**. Brasília, v. 48, n. 3, 2017.

MINISTÉRIO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico 2010 - Características da População e dos domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

MIRANDA, Avanilde Paes; MORAIS, Dayanna Karka Valentim de; SILVA, José Ricardo da. Perfil e sintomas apresentados por pacientes com febre Chikungunya notificados em uma unidade de enfermagem. **Nursing**, São Paulo, v. 20, n. 233, p. 1889-1892, out. 2017.

MOCELLIN, Márcio Goulart. **Avaliação da importância das bromeliáceas como criadouro de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1972) (Diptera: Culicidae) no ambiente urbano do Rio de Janeiro**. 2010. 86 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Parasitária) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2010.

MURUGAN, Shanmugaraj Bala; SATHISHKUMAR, Ramalingam. Chikungunya infection: A potential re-emerging global threat. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v.9, n. 10, p. 933–937, 2016.

NASCIMENTO, Laura Branquinho do; OLIVEIRA, Patrícia dos Santos; MAGALHÃES, Daniel de Paiva; FRANÇA, Divânia Dias da Silva;MAGALHÃES, Alessandro Leonardo Álvares; SILVA, Juliana Brasiel; SILVA, Flúvia Pereira Amorim da; LIMA, Dione Marçal. Caracterização dos casos suspeitos de dengue internados na capital do estado de Goiás em 2013: período de grande epidemia. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 475-484, jul./set., 2015.

NSOESIE, Elaine O.; RICKETTS, R. Paul; BROWN, Heidi E.; FISH, Durland; DURHAM, David P.; MBAH, Martial L. Ndeffo; CHRISTIAN, Trudy; AHMED, Shalauddin; MARCELLIN, Clement; SHELLY, Ellen; OWERS, Katharine; WENZEL, Natasha; GALVANI, Alison P.; BROWNTAIN, John. Spatial and temporal clustering of chikungunya vírus transmission in Dominica. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 9, n. 8, aug. 2015.

OLIVEIRA, Gleidson Benevides de; FONSECA, Zuliete Aliona Araújo de Souza; MOURA, Edinaidy Suianny Rocha; SOUSA, Rejane dos Santos; ARAÚJO, Luciane Barreto; MOREIRA, Josué de Oliveira; LEITE, Alexandro Iris. Aspectos epidemiológicos do dengue no município de Mossoró, Rio Grande do Norte (2006-2010). **Revista De Patologia Tropical**, v. 41, n. 2, p. 136-144. abr./jun. 2012.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPAS). Organización Mundial de la Salud. **Dengue: Guías para el diagnostico, tratamiento, prevencion y control**. La Paz: OPS/OMS, 2010.

ORRICO, Agnaldo de Souza. Análise da distribuição espacial da infestação por *Aedes aegypti* em Jacobina, Bahia, Brasil, no período 2010-2013. 2015. 31 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - de Saúde Coletiva. Universidade Federal da Bahia.

PAÇO DO LUMIAR (município). Secretaria Municipal de Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde. Coordenação de Vigilância Epidemiológica. **Sistema de Informação de Agravos Notificáveis (SINAN)**. Paço do Lumiar: Secretaria Municipal de Saúde, 2016a.

PAÇO DO LUMIAR (município). Secretaria Municipal de Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde. Coordenação de Endemias. **Sistema do Programa Nacional para Controle da Dengue (SISPNCND)**. Paço do Lumiar: Secretaria Municipal de Saúde, 2016b.

PAÇO DO LUMIAR (município). Secretaria Municipal de Saúde. **Plano de Contingência da Dengue**. Paço do Lumiar: Secretaria Municipal de Saúde, 2015.

PAIXÃO, Enny Santos; COSTA, Maria da Conceição Nascimento; RODRIGUES, Laura Cunha; RASELLA, David; CARDIM, Luciana Lobato; BRASILEIRO, Alcione Cunha; TEIXEIRA, Maria Gloria Lima Cruz. Trends and factors associated with dengue mortality and fatality in Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 48, n. 4, p. 399-405, aug. 2015.

PASTULA, Daniel M.; HANCOCK, W. Thane; BEL, Martin; BIGGS, Holly; MARFEL, Maria; LANCIOTTI, Robert; LAVEN, Janeen; CHEN, Tai-Ho; STAPLES, J. Erin; FISCHER, Marc; HILLS, Susan L. Chikungunya virus disease outbreak in Yap State, Federated States of Micronesia. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v 11, n. 3, mar. 2017.

PEITER, Paulo César; BARCELLOS, Christovan; ROJAS, Luisa Basilia Iniguez; GODIM, Gracia Maria de Miranda. Espaço geográfico e epidemiologia. In: SANTOS, Simone M.; BARCELLOS, Christovam (Org.). **Abordagens espaciais na saúde pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. cap. 1, p. 13-38.

PESSOA, Victor E.; SILVEIRA, David Aurélio; CAVALCANTE, Izabel L.; FLORINDO, Maria Izabel. *Aedes albopictus* no Brasil: aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue. **Entomotrópica**, v. 28, n. 2, p. 75-86, ago. 2013.

PINA, Maria de Fátima de; MAGALHÃES, Mônica Avelar F. M., OLIVEIRA, Evangelina X. G.; SKABA, Daniel Albert; BARCELLOS, Christovam. Análise de dados espaciais. In: Santos,

Simone M.; SOUZA-SANTOS, Reinaldo (Org.). **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. cap 3, p. 87-112.

PIOVEZAN, Rafael; ROSA, Stéfany Larissa; PENSUTI, Marcus; AZEVEDO, Thiago Salomão de; VISOCKAS, Alexandre; VON ZUBEN, Claudio José. Estudo epidemiológico dos casos de dengue no município de Santa Bárbara d'Oeste/SP– 2010. **Boletim Epidemiológico Paulista (Online)**, São Paulo, v. 9, n. 104, ago. 2012.

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

RAMOS, Frederico Roman. **Análise espacial de estruturas intra-urbanas: o caso de São Paulo**. 2002. 139 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos: INPE, 2002.

RAJAPAKSE, Senaka; RODRIGO, Chathuraka; RAJAPAKSE. Anoja. Atypical manifestations of chikungunya infection. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine & Higiene**, London, v. 104, n. 2, p. 89-96, feb. 2010.

REDE INTERAGENCIAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE (RIPSA). **Indicadores básicos para a saúde no Brasil: conceitos e aplicações**. 2. ed. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.

RESENDES, Ana Paula da Costa; SILVEIRA, Nelson Artur Prado Rodrigues da; SABROZA, Paulo Chagastelles; SOUZA-SANTOS, Reinaldo. Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da dengue. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 2, p. 274-282, abril 2010.

REY, Jorge R.; LOUNIBOS, Philip. Ecología de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en América y transmisión enfermedades. **Biomédica**, v. 35, p. 177-85, 2015.

ROCHA, Lúcia Alves da; TAUIL, Pedro Luiz. Dengue em criança: aspectos clínicos e epidemiológicos, Manaus, Estado do Amazonas, no período de 2006 e 2007. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 42, n. 1, p. 18-22, fev. 2009.

ROQUE, Anne Caroline Monteiro; SANTOS, Paula Fernanda Brandão Batista dos; MEDEIROS, Eliabe Rodrigues de. Perfil epidemiológico da dengue no município de Natal e região metropolitana no período de 2007 a 2012. **Revista Ciência Plural**, v. 1, n. 3, p. 51-61, 2015.

RUIZ, Edinso Rafael Mosquera. **Descrição epidemiológica e entomológica do dengue no município de Istmina, estado de Chocó, Colômbia em população afrodescendente**. 2015. 127 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015.

SALJE, Henrik; LESSLER, Justin; ENDY, Timothy P.; CURRIERO, Frank C.; GIBBONS, Robert V.; NISALAK, Ananda; NIMMANNITYA, Suchitra; KALAYANAROOJ, Siripen; JARMAN, Richard G.; THOMAS, Stephen J.; BURKER, Donald S.; CUMMINGS, Derek A. T. Revealing the microscale spatial signature of dengue transmission and immunity in an urban population. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 24, p. 9535-9538, jun. 2012.

SAN PEDRO, Alexandre; SOUZA-SANTOS, Reinaldo; SABROZA, Paulo Chagastelles; OLIVEIRA, Rosely Magalhães de. Condições particulares de produção e reprodução da dengue em nível local: estudo de Itaipu, Região Oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 9, p. 1937-1946, sept. 2009.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Saúde. Superintendência de Controle de Endemias. **Normas e orientações técnicas para vigilância e controle de *Aedes aegypti***. 2008.

SILVA, Djalma Antonio da. **Perfil epidemiológico e demográfico dos casos de dengue em Goiânia - Goiás, numa série histórica de 2001 a 2009**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2012.

SILVA, Janilci Serra. **Análise multitemporal do uso e ocupação da terra e identificação de ilhas de calor no município de Paço do Lumiar (MA)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2016.

SILVA, Luiz Jacintho da. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 13, n. 4, p. 585-593, out./dez. 1997.

SILVA JUNIOR, Djalma Antonio da. **Perfil epidemiológico e demográfico dos casos de dengue em Goiânia - Goiás, numa série histórica de 2001 a 2009**. 2012. Dissertação (Mestrado em em Ciências Ambientais e Saúde) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2012.

SIQUEIRA, Sabrina da Costa Fernandes. **Análise espacial da dengue no Estado de Mato Grosso no período de 2007 a 2009**. 2011. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

SISSOKO, Daouda; MOENDANDZE, Amrat; MALVY, Denis; GIRY, Claude; EZZEDINE, Khaled; SOLET, Jean Louis; PIERRE, Vincent. Seroprevalence and Risk Factors of Chikungunya Virus Infection in Mayotte, Indian Ocean, 2005-2006: A Population-Based Survey. **PLoS ONE**, v. 3, n. 8, aug. 2008.

SOLIGO, Valdecir. Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 23, n. 52, p. 12-25, mai./ago. 2012.

SOUSA, Denise Maria Cunha de. **Caracterização genética e evolução dos vírus dengue no estado do Rio Grande do Norte**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN, Natal, 2014.

SOUZA, Wayner V.; CARVALHO, Marília Sá; CRUZ, Oswaldo G.; RAGONI, Virgínia. Análise espacial de dados de áreas. In: Santos, Simone M.; SOUZA, Wayner, V. (Org.). **Introdução à estatística espacial para a Saúde Pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. cap 3, p. 63-78.

STRUCHINER C. J.; ROCKLÖV J.; WILDER-SMITH A.; MASSAD E. Increasing Dengue Incidence in Singapore over the Past 40 Years: Population Growth, Climate and Mobility. **PLoS ONE**, v. 10, n.8, aug. 2015.

TARANTO, Martinelle Ferreira da Rocha; SOUZA, Juliano de Paula; SANTOS, Michelli dos; ANDRADE, Ana Cláudia dos Santos Pereira; CAMARGOS, Vidyleison Neves; MAGALHÃES, Juliana; SANTOS, Luciana Lara dos; OLIVEIRA, Cláudia Di Lorenzo de; TARANTO, Alex Gutterres; KROON, Erna; FIGUEIREDO, Leandra Barcelos, FERREIRA, Jaqueline Maria Siqueira. Distribuição geográfica de *Aedes aegypti* e *aedes albopictus* em Divinópolis/MG utilizando técnicas de geoprocessamento. In: JORNADA ACADÊMICA INTERNACIONAL DE BIOQUÍMICA, 4, SEMANA CIENTÍFICA DE BIOTECNOLOGIA, 1, 2013, Divinópolis. BBR - Biochemistry and Biotechnology Reports, **Anais...**, Edição Especial, v. 2, n. 2, jun., p. 96-98, 2013.

TAVARES, Amanda Pereira Nunes; MARQUES, Rita De Cássia; LANA, Francisco Carlos Félix. Ocupação do espaço e sua relação com a progressão da hanseníase no Nordeste de Minas Gerais - século XIX. **Saúde e Sociedade**, v 24, n. 2, p.691-702, 2015.

TEIXEIRA, Tatiana Rodrigues de Araujo; MEDRONHO, Roberto de Andrade. Indicadores sócio-demográficos e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n 9, p. 2160-2170, set. 2008.

TEURLAI, Magali; MENKÈS, Christophe Eugène; CAVARERO, Virgil; DEGALLIER, Nicolas; DESCLOUX, Elodie; GRANGEON, Jean-Paul; GUILLAUMOT, Laurent; LIBOUREL, Thérèse; LUCIO, Paulo Sergio; MATHIEU-DAUDÉ, Françoise; MANGEAS, Morgan. Socio-economic and Climate Factors Associated with Dengue Fever Spatial Heterogeneity: A Worked Example in New Caledonia. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 9, n. 12, dec. 2015.

VAZEILLE, Marie; MOUTAILLER, Sara; COUDRIER, Daniel; ROUSSEAU, Claudine; KHUN, Huot; HUERRE, Michel; THIRIA, Julien; DEHECQ, Jean-Sébastien; FONTENILLE, Didier; SCHUFFENECKER, Isabelle; DESPRES, Philippe; FAILLOUX, Anna-Bella. Two

chikungunya isolates from the outbreak of La Reunion (Indian Ocean) exhibit different patterns of infection in the mosquito, *Aedes albopictus*. **Plos One**, v. 11, nov. 2007.

VEGA-RÚA, Anubis; ZOUACHE, Karima; GIROD, Romain; FAILLOUX, Anna-Bella; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, Ricardo. High vector competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from ten American countries as a crucial factor of the spread of Chikungunya. **Journal of Virology**, v. 88, n. 11, p. 6294 – 6306, jun. 2014.

WARDHANI, Puspa; ARYATI, Aryati; YOHAN, Benediktus; TRIMARSANTO, Hidayat; SETIANINGSIH, Tri Y.; PUSPITASARI, Dwiyaniti; ARFIJANTO, Muhammad Vitanata; BRAMANTONO, Bramantono; SUHARTO, Suharto; SASMONO, R. Tedjo. Clinical and virological characteristics of dengue in Surabaya, Indonesia. **PLoS ONE**, v. 12, n. 6, jun. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Entomological surveillance for *Aedes* spp. in the context of Zika virus: interim guidance for entomologists**. Geneva: WHO, 2016.

ZANLUCA, C.; MELO, V. C. A.; MOSIMANN, L P.; SANTOS, G. I. V.; SANTOS C. N. D.; LUZ, K. First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Memórias Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 110, n. 4, p. 569-572, june. 2015.

ZELLWEGER, Raphael M.; CANO, Jorge; MANGEAS, Morgan; TAGLIONI, François; MERCIER, Alizé; DESPINOY, Marc; MENKÈS, Christophe E.; DUPONT-ROUZEYRO, Myrielle; NIKOLAY, Birgit; TEURLAI, Magali. Socioeconomic and environmental determinants of dengue transmission in an urban setting: An ecological study in Nouméa, New Caledonia. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 4, apr. 2017.

APÊNDICE A

Descrição e cálculo dos indicadores socioeconômicos e ambientais.

Indicador	Descrição	Cálculo (valores extraídos do Censo Demográfico de 2010)
Número absoluto de moradores em domicílios particulares permanentes (DPP)	Trata-se do número total de pessoas residentes contabilizado por bairro, em 2010.	Utilização direta da base de dados, expressando-se os resultados em números absolutos, segunda a data de referência do Censo 2010.
Densidade demográfica	É a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, expressa em habitantes por quilômetro quadrado por bairro, em 2010.	$= \frac{\text{População total do bairro}}{\text{área do bairro em km}^2}$
Proporção de domicílios particulares permanentes com responsável analfabeto	Percentual de domicílios particulares permanentes cujo responsável é analfabeto. Foi considerada analfabeta a pessoa que aprendeu a ler e escrever, mas que esqueceu devido a ter passado por um processo de alfabetização que não se consolidou e a que apenas assinava o próprio nome (IBGE, 2011).	$= \frac{\text{Quantidade de DPP com resp. analf.}}{\text{Total de DPP}} \times 100$
Renda mensal média dos domicílios particulares permanentes	Média da renda dos domicílios particulares permanentes por bairro, em 2010.	$= \frac{\text{Total do rendimento mensal do bairro}}{\text{Total de DPP}}$
Proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral	Percentual de DPP servidos por rede geral de distribuição de água, definida como quando o domicílio ou o terreno, ou	$= \frac{\text{Total de DPP com água da rede geral}}{\text{Total de DPP}} \times 100$

	a propriedade onde estava localizado, estava ligado a uma rede geral de distribuição de água, em 2010.	
Proporção de domicílios particulares permanentes com lixo coletado	Percentual de DPP atendidos por serviço regular de coleta de lixo domiciliar, seja quando o lixo do domicílio era coletado diretamente ou depositado em uma caçamba, tanque ou depósito, fora do domicílio, para depois ser coletado por serviço de empresa pública ou privada, em 2010.	$= \frac{\text{Total de DPP com coleta de lixo}}{\text{Total de DPP}} \times 100$
Proporção de domicílios particulares permanentes com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto pluvial ou fossa séptica	Percentual de DPP que dispõe de escoadouro de dejetos através de ligação do domicílio à rede coletora ou que possui fossa séptica, em 2010.	$= \frac{\text{Total de DPP com esgotamento}}{\text{Total de DPP}} \times 100$
proporção de domicílios particulares permanentes com pavimentação	Percentual de DPP que dispõe de pavimentação, definida como existência de cobertura da via pública com asfalto, cimento, paralelepípedos, pedras etc. no trecho do logradouro ou na face percorrida, em 2010.	$= \frac{\text{Total de DPP com pavimentação}}{\text{Total de DPP}} \times 100$
Proporção de domicílios particulares onde existe arborização	Percentual de DPP que possuía arborização na face ou na sua face confrontante ou no canteiro central, ou seja, existia árvore ao longo da	$= \frac{\text{Total de DPP com arborização}}{\text{Total de DPP}} \times 100$

	<p>calçada/passeio e/ou em canteiro que dividia pistas de um mesmo logradouro, mesmo que apenas em parte, em 2010.</p> <p>Considerou-se também a arborização quando existente em logradouros sem pavimentação e/ou sem calçada/passeio.</p>	
<p>Proporção de domicílios particulares permanentes onde existe lixo acumulado nos logradouros</p>	<p>Percentual de DPP com lixo acumulado no logradouro, considerado quando, na face ou na sua confrontante, existia local de depósito e acúmulo de lixo.</p> <p>A existência de caçamba de serviço de limpeza não foi considerada como lixo acumulado em via pública, em 2010.</p>	$= \frac{\textit{Total de DPP com lixo acumulado}}{\textit{Total de DPP}} \times 100$
<p>Proporção de domicílios particulares permanentes com iluminação pública</p>	<p>Percentual de DPP com iluminação pública, quando em sua face em trabalho ou na sua face confrontante existia pelo menos um ponto fixo (poste) de iluminação pública, em 2010.</p>	$= \frac{\textit{Total de DPP com iluminação pública}}{\textit{Total de DPP}} \times 100$

APÊNDICE B

Compatibilização dos bairros em polígonos, em Paço do Lumiar/MA.

POLÍGONO	Bairros
1	Conj. Jaguarema
2	Conj. Maiobão
3	Iguaíba
4	Maioba do Cururuca
5	Maioba do Mocajituba
6	Pernambucana
7	Sítio Grande
8	Conj. Tambaú
9	Timbuba
10	Conj. Upaon-Açu
11	Vila Eptácio Cafeteira
12	Vila Nazaré
13	Pq. Thiago Aroso
14	Conj. Manaíra
15	Pq. Bob Kennedy
16	Pq. Marly Abdalla
17	Vila São José I
18	Vila São José II
19	Maracajá
20	Morada nova Bom negócio
21	Res. Paranã IV
22	Res. Pirâmide
23	Res. Luís Fernando
24	Res. Nova vida Loteamento Silvana
25	Res. Carlos Augusto
26	Lot. Presidente Vargas
27	Res. Cordeiro
28	Res. Lima Verde

29	Alto Laranjal
30	Vila do Povo
31	Res. Nova Canaã
32	Res. Novo Paço
33	Fazendinha Mojó
34	Vila Nossa Sra. da Vitória Vila Romualdo
35	Vila Nova Pernambucana Itapera
36	Rio de São João Taboca
37	Pindaí Riozinho
38	Res. Saramanta Cajueiro
39	Res. Paranã I Res. Paranã II Res. Paranã III
40	Recanto dos Poetas Cajual
41	Sítio Natureza Jardim Paranã
42	Pau Deitado São José dos Índios
43	Tendal Paço do lumiar (Sede) Cururuca Rio grande Pedro Careca Joaquim Aroso Morada do Bosque Vila Nova
44	Cumbique Pedrinhas Sururutuia

	Vila Rosinha Res. Thalita
45	Lot. Todos os Santos Conj. Ros. Sarney Hab. Marly Abdalla II Hab. Marly Abdalla II Vila Nova Jerusalém Conj. Zumbi dos Palmares Hab. Edinho Lobão Res. Novo Horizonte Aparecida
46	Alto Paranã Res. das Orquídeas
47	Conj. Maria Firmina II Conj. Maria Firmina II Lot. Santa Filomena Res. Silvia Cantanhede Res. Araguaia
48	Pindoba Uirapuru Ilha Tabembeca
49	Jardim Santa Clara La Belle Park Bacuritua
50	Vila Nossa Sra. da Luz Res. Cidade Verde Parque Novo Horizonte
51	Mercês Plaza das Flores Vila Gaspar

APÊNDICE C

Taxas de incidência anuais de dengue (casos/10.000 habitantes) por bairros, de 2013 a 2016, e de chikungunya em 2016, em Paço do Lumiar, Maranhão.

POLÍGONO*	Tx Inc Dengue 2013	Tx Inc Dengue 2014	Tx Inc Dengue 2015	Tx Inc Dengue 2016	Tx Inc Chik 2016
1	4,66	0,00	9,32	0,00	27,96
2	5,50	2,50	17,99	26,49	74,97
3	11,54	14,42	0,00	5,77	11,54
4	0,00	9,84	0,00	29,53	19,69
5	16,35	0,00	70,84	21,80	10,90
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	11,86
8	0,00	0,00	0,00	30,46	116,75
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	39,91
11	10,30	3,43	17,16	20,59	154,43
12	6,08	10,13	2,03	36,48	129,71
13	0,00	0,00	4,99	0,00	34,93
14	0,00	0,00	17,52	5,84	105,14
15	0,00	0,00	0,00	7,77	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	29,03
17	135,82	0,00	11,32	45,27	169,78
18	32,89	0,00	0,00	32,89	180,92
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	35,77
21	0,00	3,98	0,00	7,96	83,53
22	5,41	0,00	0,00	10,83	10,83
23	0,00	21,98	10,99	10,99	65,93
24	0,00	0,00	0,00	0,00	297,68
25	2,24	22,40	2,24	0,00	42,55
26	0,00	0,00	0,00	0,00	64,77
27	0,00	17,15	0,00	0,00	85,76
28	0,00	6,41	51,28	32,05	57,69
29	0,00	0,00	0,00	0,00	47,39
30	0,00	9,98	0,00	89,82	299,40
31	0,00	0,00	0,00	0,00	8,90
32	0,00	0,00	0,00	0,00	85,23

33	7,72	7,72	15,43	0,00	0,00
34	0,00	123,24	17,61	0,00	228,87
35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38	2,75	0,00	0,00	0,00	2,75
39	3,64	7,27	7,27	18,18	90,88
40	0,00	0,00	0,00	0,00	9,11
41	0,00	0,00	76,92	38,46	576,92
42	0,00	3,76	11,27	7,51	30,04
43	3,95	0,00	7,89	19,73	19,73
44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
45	2,83	0,00	5,66	19,80	104,67
46	0,00	0,00	20,80	26,00	395,22
47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48	30,77	12,31	0,00	6,15	3,08
49	0,00	0,00	0,00	0,00	38,94
50	14,68	9,78	14,68	4,89	88,06
51	0,00	0,00	0,00	0,00	17,73

* Os nomes dos bairros correspondentes estão explicitados no Apêndice B.

APÊNDICE D

Índices de Infestação Predial por bairros, em Paço do Lumiar/MA, de 2013 a 2016.

POLÍGONO*	IIP 2013 (%)	IIP 2014 (%)	IIP 2015 (%)	IIP 2016 (%)
1	1,07	0,95	0,67	0
2	0,88	1,63	1,05	2,10
3	1,27	0	0,49	0,30
4	0	0,67	0	2,94
5	1,47	0,97	1,28	0
6	1,11	0	0,54	-
7	-	0,43	1,13	0,13
8	1,43	0,36	0	0
9	4,65	2,00	1,51	1,54
10	0,33	0,14	0	0,33
11	1,39	2,06	3,59	1,84
12	0,93	2,81	4,32	0,96
13	2,13	1,05	2,27	0,32
14	0,83	0,29	0,26	0,76
15	0	0	0	0
16	0,25	0,65	1,90	1,27
17	2,02	2,05	5,38	4,47
18	3,16	1,53	3,25	2,52
19	1,88	2,14	6,56	1,61
20	0,48	0,81	0,49	0
21	0,74	0,92	1,36	0
22	1,82	1,01	1,39	3,46
23	0,92	0,50	0,53	-
24	3,86	0,16	1,35	0
25	1,15	1,32	1,99	1,29
26	1,30	3,00	2,98	1,50
27	0,53	0	0,89	-
28	1,21	1,23	2,43	0,65
29	1,66	0	0	0,41
30	1,83	1,39	3,94	3,48
31	-	0,33	0,69	0
32	-	-	-	0
33	0,73	1,51	5,74	0,68

34	3,99	1,67	2,64	0,80
35	0,35	0,07	0,57	-
36	7,44	2,02	4,49	4,41
37	0,97	3,75	2,14	4,45
38	2,98	2,25	2,12	0,71
39	0,76	1,77	1,71	2,28
40	1,54	1,41	1,45	2,43
41	0,17	0,23	0,63	2,04
42	3,81	3,57	2,97	1,92
43	2,93	1,28	2,26	1,10
44	3,78	1,63	1,08	4,99
45	0,70	0,51	1,22	1,77
46	0,54	0,63	0,43	3,02
47	0,05	0	0,79	0,95
48	2,96	3,26	-	1,52
49	1,16	0,71	1,72	1,49
50	2,60	1,71	2,77	0,31
51	5,80	0,73	3,17	0,57

* Os nomes dos bairros correspondentes estão explicitados no Apêndice B.