



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento
e Meio Ambiente - PRODEMA



CLIMA URBANO E SUA RELAÇÃO COM AS ARBOVIROSES EM JOÃO PESSOA

Discente: Anne Falcão de Freitas

Orientador: Joel Silva dos Santos

Coorientador: Eduardo Rodrigues Viana de Lima



João Pessoa, 2019

ANNE FALCÃO DE FREITAS

**CLIMA URBANO E SUA RELAÇÃO COM AS ARBOVIROSES EM
JOÃO PESSOA**

Tese apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA da UFPB, como requisito à obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Joel Silva dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima

João Pessoa-PB, 2019

ANNE FALCÃO DE FREITAS

CLIMA URBANO E SUA RELAÇÃO COM AS ARBOVIROSES EM JOÃO PESSOA

Tese apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA da UFPB, como requisito à obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: ___/___/_____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Joel Silva dos Santos
UFPB - *Campus I*
Orientador

Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima
UFPB - *Campus I*
Coorientador

Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza
UFPB - *Campus I*
Examinador Interno

Profa. Dra. Marília Gabriela dos S. Cavalcanti
UFPB - *Campus I*
Examinadora Interna

Prof. Dr. Lincoln Eloi de Araújo
UFPB - *Campus IV*
Examinador Externo

Profa. Dra. Danielle Karla Alves da Silva
UFPB - *Campus IV*
Examinadora Externa

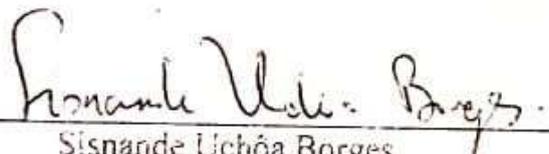


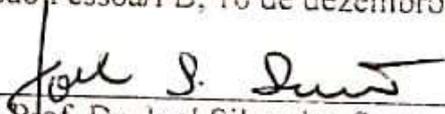
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Programa Regional de Pós-Graduação
Em Desenvolvimento e Meio Ambiente
DOUTORADO

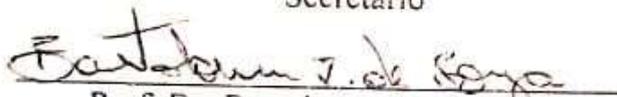


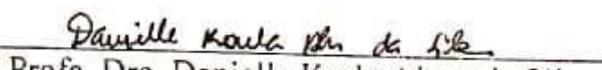
Ata da 29ª Sessão pública de Defesa de Tese de Anne Falcão de Freitas do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, na área de Desenvolvimento e Meio Ambiente. Aos dezesseis dias de dezembro de dois mil e dezenove, às 14h00min, no auditório do ProdeMA/UFPB, João Pessoa, reuniram-se, na forma e termos do art. 82 do Regulamento Geral dos Cursos e Programas de Pós-Graduação "stricto sensu" da UFPB, anexo à Resolução CONSEPE nº 79/2013, a Banca Examinadora, composta pelos professores doutores. Joel Silva dos Santos – PRODEMA/UFPB, na qualidade presidente/orientador, Bartolomeu Israel de Souza PRODEMA/UFPB e Marília Gabriela dos Santos Cavalcanti PRODEMA/UFPB, na qualidade de membros internos, Danielle Karla Alves da Silva / DPMA/UFPB e Lincoln Eloi de Araújo / DPMA/UFPB, na qualidade de membros externos, para julgamento da Tese do Doutorado da aluna, Anne Falcão de Freitas intitulada "Clima urbano e sua relação com as arbovíroses de Dengue, Zika e Chikungunya em João Pessoa". A sessão pública foi aberta pelo Prof. Dr. Joel Silva dos Santos na qualidade de presidente. Após a apresentação dos integrantes da banca examinadora, a candidata iniciou a exposição de seu trabalho. Em seguida o Prof. Dr. Joel Silva dos Santos passou a palavra aos examinadores externos a Profa. Dra. Danielle Karla Alves da Silva e o Prof. Dr. Lincoln Eloi de Araújo, que iniciaram suas arguições. Na sequência, os Professores Doutores Bartolomeu Israel de Souza e Marília Gabriela dos Santos Cavalcanti fizeram seus comentários que foram finalizados pelo Prof. Dr. Joel Silva dos Santos o presidente da banca examinadora solicitou a retirada da Assembléia para, em sessão secreta, avaliar a candidata. Após a análise da banca examinadora foi atribuído o conceito (APROVADO), conforme o art. 83 do anexo à Resolução CONSEPE-UFPB nº 79/2013. Nada mais havendo a tratar, eu, Sisnande Uchôa Borges, secretário, lavrei a presente Ata, que lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

João Pessoa/PB, 16 de dezembro de 2019.

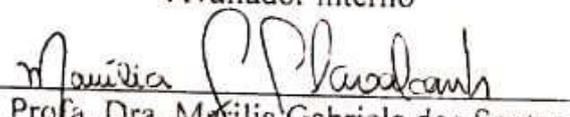

Sisnande Uchôa Borges
Secretário

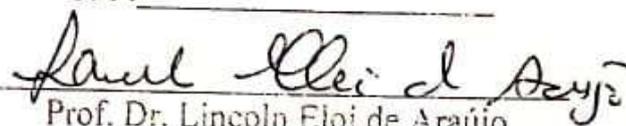

Prof. Dr. Joel Silva dos Santos
Presidente/Orientador


Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza
Avaliador interno


Profa. Dra. Danielle Karla Alves da Silva
Avaliador externo

CPF: _____


Profa. Dra. Marília Gabriela dos Santos
Cavalcanti
Avaliador interno


Prof. Dr. Lincoln Eloi de Araújo
Avaliador externo
CPF: 023.303.044-12

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

Frec Freitas, Anne Falcão de.

Clima urbano e a sua relação com arboviroses em João
Pessoa / Anne Falcão de Freitas. - João Pessoa, 2019.
193f.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

1. Ecologia Urbana, Saúde Pública, Aedes aegypti. I.
Titulo

UFPB/BC

**Dedico a Ele por mais uma etapa superada,
Ele que sempre iluminou o meu caminho.
Um dos que me deu forças, quando precisei.
Só tenho a te agradecer cada momento!**

AGRADECIMENTOS

Escrever uma tese é uma experiência enriquecedora, parece uma tarefa interminável e enigmática, que se torna realizável graças a muitas pessoas as quais gostaria de agradecer:

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, que financiou essa pesquisa com uma bolsa de doutorado.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Ao meu Orientador, professor Dr. Joel Silva dos Santos e Coorientador, professor Dr. Eduardo Rodrigues Viana Lima, pela seriedade e dedicação com o seu trabalho de orientação, pelo incentivo, confiança e pelos ensinamentos transmitidos durante o desenvolvimento dessa pesquisa. Professores muito obrigada!

A minha família, Márcia Almeida, Victor Hugo Falcão e Jéssica Oliveira, pelo amor incondicional, pela oração, pelo exemplo, pela paciência em momentos de correria e ausência, pelas conversas e apoio!

A Deus por me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir, proteção e colocado pessoas tão especiais na minha vida ao longo desse desafio.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para o meu desenvolvimento e conclusão deste trabalho, a todos mais, nesta longa jornada, que entraram e saíram de minha vida, e aqueles que ficaram pelo caminho.

RESUMO

O *Aedes aegypti* é amplamente distribuído no mundo. Considerado um vetor disseminador do vírus da Dengue, Zika e Chikungunya, torna-se uma ameaça à saúde pública principalmente em áreas urbanas. A dinâmica de proliferação e transmissão dessas doenças envolve vários fatores, tais como: os fatores climáticos e socioeconômicos de determinadas regiões. Em regiões tropicais, as condições climáticas são potencializadoras da proliferação e reprodução do *Ae. aegypti*. É diante desse cenário, que se faz necessária a compreensão das condições do clima urbano e sua relação com a proliferação do *Ae. aegypti* e a distribuição das doenças Dengue, Zika e Chikungunya na cidade de João Pessoa/PB localizada em região tropical. Este estudo é de natureza quanti-qualitativa, com metodologia interdisciplinar e holística baseado no Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.). Para a coleta dos dados microclimáticos e socioambiental, foram selecionados alguns bairros da capital paraibana. Para as medições *in loco* levou-se em consideração os fatores segurança e a quantidade dos equipamentos termohigrometros disponíveis. Dessa forma, os equipamentos (Data Loggers Hobo[®]) foram instalados nas antenas da EMBRATEL espalhadas pelos bairros do perímetro urbano da cidade de João Pessoa/PB. Para a caracterização socioambiental da área de estudo foi realizado levantamento dos dados que compõe o S.A.U. adaptado, com base nos dados do IBGE. A análise do clima urbano (subsistema termodinâmico) se deu através de descrições físicas do espaço geográfico e medições *in loco*, em nove bairros, com utilização de Data Loggers Hobo[®] U12, programados em intervalos horários para medição de temperatura e umidade. No que diz respeito à pluviosidade e velocidade do vento foram utilizados dados diários da estação meteorológica de João Pessoa, obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. A periodicidade para o levantamento dos dados compreendeu os dois períodos climáticos da área de estudo: o seco (janeiro, fevereiro, setembro e outubro) e chuvoso (março a agosto) de 2018. Posteriormente, os dados microclimáticos (temperatura e umidade) foram organizados em planilha eletrônica do Microsoft Excel[®] e gerados gráficos: mensal e horário do comportamento das variáveis. Com os dados de precipitação e velocidade do vento coletados pelo INMET foram gerados gráficos mensais do período de coleta. Foi realizado o levantamento do LIRAA (cálculo do Índice de Infestação Predial e Índice de Breteau), a diversidade e quantidade de criadouros e dos dados de notificações de Dengue, Zika e Chikungunya coletados junto a Secretaria Municipal de Saúde do Município. Foram elaborados mapas com a espacialização das notificações das arboviroses durante o período seco e chuvoso utilizando o Google Earth Pro[®]. Também foram elaborados gráficos mensais com a relação entre as variáveis microclimáticas e a quantificação das notificações das doenças arboviroses, de cada ponto experimental e a Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados da pesquisa demonstram que as variáveis socioambientais do input do S.A.U. indicam que P05 (Mangabeira), P06 (Cruz das Armas) e P07 (Alto do Mateus) possui condições que são favoráveis a proliferação do *Ae. aegypti*, e possivelmente para a transmissão de arboviroses. A análise microclimática aponta variação de temperatura e umidade relativa do ar de acordo com os diferentes uso e cobertura do solo e com o comportamento da incidência de radiação solar no decorrer das horas em cada ponto monitorado. O mês com elevadas temperaturas e baixa umidade foi março e o mais ameno foi julho (período chuvoso na região). A infestação do mosquito se deu principalmente no período chuvoso (julho), nos pontos P03 - Manaíra, P01 - Castelo Branco Mata do DSE/UFPB e P07 - Alto do Mateus, frequentemente em recipientes/depósitos A1 e A2 (Armazenamento de água para consumo humano). No que se refere às notificações de Dengue e Chikungunya na área de estudo, essas ocorreram principalmente durante o período da região (com picos em maio e junho), pois analisando o ciclo de vida do *Ae. aegypti*, sua reprodução, eclosão e disseminação ocorre principalmente em março, ou seja, na interfase do período seco para o chuvoso. A análise multivariada não foi significativa entre o clima urbano e as notificações das arboviroses. A pesquisa aponta que a cidade de João Pessoa possui condições socioambientais favoráveis ao *Ae. aegypti* e uma predisposição microclimática que influencia na reprodução do mosquito e conseqüentemente na ocorrência de casos de arboviroses. Vale destacar, que a incidência dos casos de Dengue e Chikungunya são multifatoriais (ecologia, microclima, epidemiologia, transporte/movimentação de mercadorias e pessoas, condições sociais e urbanas) e complexas, pois leva em consideração uma gama de fatores microclimáticos e socioambientais na região e seu ciclo de vida. Dessa forma, não houve uma resposta linear das variáveis analisadas, mas sim uma rede imbricada de vários fatores interligados influenciando as notificações de Dengue, Zika e Chikungunya na área de estudo.

Palavras chaves: Ecologia Urbana, Saúde Pública, *Aedes aegypti*.

ABSTRACT

Aedes aegypti is widely distributed worldwide. Considered a widespread vector of Dengue, Zika and Chikungunya viruses, it becomes a threat to public health mainly in urban areas. The dynamics of proliferation and transmission of these diseases involve several factors, such as climatic and socioeconomic factors of certain regions. In tropical regions, climatic conditions are potentiating from proliferation and reproduction of *Ae. aegypti*. It is in view of this scenario, that it is necessary to understand the conditions of the urban climate and its relationship with the proliferation of *Ae. aegypti* and the distribution of diseases Dengue, Zika and Chikungunya in the city of João Pessoa/PB. This study is of a quanti-qualitative nature, with interdisciplinary and holistic methodology based on the Urban Environmental System (S.A.U.). For the collection of microclimatic and socio-environmental data, some neighborhoods of Paraíba's capital were selected. For on-site measurements took into account the safety factors and quantity of equipment thermohygrometers available. This way, equipment's (Data Loggers Hobo®) were installed on EMBRATEL antennas scattered throughout the urban perimeter of the city of João Pessoa/PB. For characterization socio-environmental of the study area was carried out the data collection on that composes the adapted S.A.U., based on IBGE data. Urban climate analysis (thermodynamic subsystem) took place through physical descriptions of geographic space and on-site measurements in nine neighborhoods, using Data Loggers Hobo® U12, scheduled at time intervals for measuring temperature and humidity. Regarding rainfall and wind speed, daily data from João Pessoa weather station were obtained from the National Institute of Meteorology - INMET. The periodicity for data collection comprised the two climatic periods of the study area: dry (January, February, September and October) and rainy (March to August) 2018. Posteriorly, the microclimatic data (temperature and humidity) were organized in a Microsoft Excel® spreadsheet and graph generated: monthly and time of the behavior of the variables. With data from precipitation and wind speed collected by INMET monthly graph were generated from the collection period. The LIRAA survey (calculation of the Building Infestation Index and the Breteau Index) was performed, the diversity and quantity of breeding sites and data from notifications of Dengue, Zika and Chikungunya collected from the Municipal Health Department of the Municipality. Maps were prepared with the spatialization of arbovirus notifications during the dry and rainy season using Google Earth Pro®. Monthly graphs were also elaborated with the relationship between the microclimatic variables and the quantification of notifications arboviruses diseases of each experimental point and the Principal Component Analysis (PCA). The research results demonstrate that the socio-environmental variables of the input S.A.U. indicate that P05 (Mangabeira), P06 (Cruz das Armas) and P07 (Alto do Mateus) have conditions that are favorable to the proliferation of *Ae. aegypti*, and possibly for the transmission of viral arboviruses. Microclimatic analysis points to temperature and relative humidity variation of air according to different use and soil cover and with the behavior of the incidence of solar radiation over the course of hours at each monitored point. The month with high temperatures and low humidity was March and the mildest was mainly July. Mosquito infestation occurred mainly during the rainy season (July), at points P03 - Manaíra, P01 - Castelo Branco Mata of the DSE/UFPB and P07 - Alto do Mateus, often in containers and deposits A1 and A2 (water storage for human consumption). Regarding the Dengue and Chikungunya notifications in the study area, these occurred mainly during the rainy season of the region (with peaks in May and June), since analyzing the life cycle of *Ae. aegypti*, its reproduction, hatching and dissemination occurs. mainly in March, that is, in the dry to rainy season interphase. Multivariate analysis was not significant between urban climate and arbovirus notifications. Thus, it is concluded that the city of João Pessoa has favorable social and environmental conditions to the *Ae. aegypti* is a microclimatic predisposition that influences mosquito reproduction and consequently the occurrence of arboviruses. It is noteworthy that the incidence of Dengue and Chikungunya cases are multifactorial (ecology, microclimate, epidemiology, transport / movement of goods and people, social and urban conditions) and complex, as it takes into account a range of microclimatic and socioenvironmental factors in the region and its life cycle.

Keywords: Urban Ecology, Public Health, *Aedes aegypti*.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IX	
LISTA DE TABELAS	XII	
LISTA DE SIGLAS	XIII	
1	INTRODUÇÃO	14
2	HIPÓTESES	18
3	OBJETIVOS	18
3.1	Objetivo geral	18
3.2	Objetivos específicos	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO	19
4.1	Distribuição geográfica e ocorrência do <i>Ae. aegypti</i> no mundo	19
4.2	Ciclo de vida do <i>Ae. aegypti</i>	23
4.3	Relação entre o <i>Ae. aegypti</i> e as epidemias	26
4.4	Clima, saúde e as doenças infecciosas	33
4.5	O clima e a sua influência na proliferação do <i>Ae. aegypti</i> e disseminação de doenças	36
5	MATERIAIS E MÉTODOS	41
5.1	Área de estudo	41
5.2	Procedimentos metodológicos	45
5.2.1	Revisão bibliográfica	46
5.2.2	Delimitação dos pontos	46
5.2.3	Caracterização das condições socioambientais	49
5.2.4	Coleta e análise dos dados microclimáticos	49
5.2.5	Cálculo da Intensidade da Ilha de Calor Urbana (ICU)	52
5.2.6	Levantamento do LIRAA e cálculo do Índice de Infestação Predial (IIP) e de Breteau (IB)	53
5.2.7	Levantamento e análise de dados sobre arboviroses	55
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
6.1	Caracterização dos pontos experimentais	56
6.2	Caracterização do uso e cobertura do solo nos pontos experimentais	58
6.3	Avaliação das condições microclimáticas nos pontos experimentais do espaço intra-urbano da cidade de João Pessoa/PB e a formação das ilhas de calor	60
6.4	Infestação do <i>Aedes aegypti</i> e casos de Dengue, Zika e Chikungunya na cidade de João Pessoa/PB da cidade de João Pessoa	67
6.5	Casos de Dengue e Chikungunya e a sua relação com o clima urbano na cidade de João Pessoa/PB da cidade de João Pessoa	91
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
8	REFERÊNCIAS	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Distribuição do <i>Aedes aegypti</i> no mundo	19
Figura 2.	Distribuição do <i>Aedes aegypti</i> no mundo	20
Figura 3.	Municípios brasileiros infestados por <i>Aedes aegypti</i>	22
Figura 4.	Ciclo de vida do <i>Aedes aegypti</i>	25
Figura 5.	Disseminação de CHIV e ZIKV nos municípios brasileiros, afetados em 2015 e 2016	32
Figura 6.	Esquema da interação das mudanças climáticas, ser humano e sociedade e transmissão de doenças infecciosas	34
Figura 7.	Localização geográfica do município de João Pessoa, PB	41
Figura 8.	Histograma dos totais médios mensais de precipitação de João Pessoa, referente ao período histórico (1992 a 2017)	42
Figura 9.	Média mensal de temperatura e umidade de João Pessoa, referente ao período histórico de 1992 a 2017	42
Figura 10.	Localização dos bairros de João Pessoa, PB	44
Figura 11.	Sistema Ambiental Urbano – S.A.U.	45
Figura 12.	Localização dos pontos experimentais	47
Figura 13.	Imagem dos pontos experimentais, a partir do sobrevoo com drone	48
Figura 14.	Área de análise de cada ponto de coleta durante os dois períodos experimentais: período de estiagem e chuvoso	50
Figura 15.	Localização das estações de coleta de dados, no município de João Pessoa, PB	51
Figura 16.	Classificação dos tipos de criadouros do mosquito	54
Figura 17.	Uso e cobertura do solo dos pontos experimentais	58
Figura 18.	Curso temporal mensal de temperatura (A) e umidade (B) dos pontos experimentais em João Pessoa, PB	60
Figura 19.	Curso temporal mensal de precipitação dos pontos experimentais em João Pessoa, PB	61
Figura 20.	Curso temporal mensal de velocidade do vento dos pontos experimentais em João Pessoa, PB	61
Figura 21.	Curso temporal mensal de ilha de calor dos pontos experimentais em João Pessoa, PB	62
Figura 22.	Curso horário de temperatura (A) e umidade (B) dos pontos experimentais, no período seco, em João Pessoa, PB	63
Figura 23.	Curso médio horário de temperatura (A) e umidade (B) dos pontos experimentais, no período chuvoso, em João Pessoa, PB	64
Figura 24.	Curso médio horário de ilha de calor dos pontos experimentais, no período seco, em João Pessoa, PB	65
Figura 25.	Curso horário de ilha de calor dos pontos experimentais, no período chuvoso, em João Pessoa, PB	66
Figura 26.	Índice de Infestação Predial (IIP) dos pontos experimentais, no período seco (janeiro e outubro) e chuvoso (abril e julho), em João	67

	Pessoa, PB	
Figura 27.	Índice de Breteau (IB) dos pontos experimentais, no período seco (janeiro e outubro) e chuvoso (abril e julho), em João Pessoa, PB	68
Figura 28.	Classificação dos recipientes/depósitos positivos nos pontos experimentais, no período seco, em João Pessoa, PB	70
Figura 29.	Classificação de recipientes/depósitos positivos nos pontos experimentais, no período chuvoso, em João Pessoa, PB	70
Figura 30.	Quantidade de casos de Dengue nos pontos experimentais, no período seco, em João Pessoa, PB	71
Figura 31.	Quantidade de casos de Dengue por mês, nos pontos experimentais, em João Pessoa, PB	72
Figura 32.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P01 – Castelo Branco, em João Pessoa, PB	73
Figura 33.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P02 – Expedicionários, em João Pessoa, PB.	74
Figura 34.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P03 – Manaíra, em João Pessoa, PB	75
Figura 35.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P04 – Cabo Branco, em João Pessoa, PB	76
Figura 36.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P05 – Mangabeira, em João Pessoa, PB	77
Figura 37.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P06 – Cruz das Armas, em João Pessoa, PB	78
Figura 38.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P07 – Alto do Mateus, em João Pessoa, PB	79
Figura 39.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P08 – Centro, em João Pessoa, PB	80
Figura 40.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P09 – Bancários, em João Pessoa, PB	81
Figura 41.	Quantidade de casos de Chikungunya nos pontos experimentais, no período seco, em João Pessoa, PB	82
Figura 42.	Quantidade de casos de Chikungunya por mês, nos pontos experimentais, em João Pessoa, PB	82
Figura 43.	Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P01 – Castelo Branco, em João Pessoa, PB	83
Figura 44.	Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P02 – Expedicionários, em João Pessoa, PB	83
Figura 45.	Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P03 – Manaíra, em João Pessoa, PB	84
Figura 46.	Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P05 – Mangabeira, em João Pessoa, PB	85
Figura 47.	Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P06 – Cruz das Armas, em João Pessoa, PB	86
Figura 48.	Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco	87

	(A) e chuvoso (B), no P07 – Alto do Mateus, em João Pessoa, PB	
Figura 49.	Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco	88
	(A) e chuvoso (B), no P08 – Centro, em João Pessoa, PB	
Figura 50.	Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco	89
	(A) e chuvoso (B), no P09 – Bancários, em João Pessoa, PB	
Figura 51.	Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) E	90
	chuvoso (B) e de Chikungunya no período seco (C) e chuvoso (D), nos pontos experimentais, em João Pessoa, PB	
Figura 52.	Relação da temperatura com os casos de Dengue por semana	94
	epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 53.	Relação da umidade com os casos de Dengue por semana	95
	epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 54.	Relação da precipitação com os casos de Dengue por semana	96
	epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 55.	Relação da velocidade do vento com os casos de Dengue por	97
	semana epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 56.	Relação da ilha de calor com os casos de Dengue por semana	98
	epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 57.	Relação da temperatura com os casos de Chikungunya por semana	101
	epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 58.	Relação da umidade com os casos de Chikungunya por semana	102
	epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 59.	Relação da precipitação com os casos de Chikungunya por semana	103
	epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 60.	Relação da velocidade do vento com os casos de Chikungunya por	104
	semana epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 61.	Relação da ilha de calor com os casos de Chikungunya por semana	105
	epidemiológica, nos pontos experimentais	
Figura 62.	Análise multivariada entre as variáveis de clima urbano e as	106
	notificações de Dengue, nos pontos experimentais	
Figura 63.	Análise multivariada entre as variáveis de clima urbano e as	107
	notificações de Chikungunya nos pontos experimentais	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Casos prováveis de epidemias (por 100mil habitantes) durante os anos 2015-2017	31
Tabela 2.	Bairros da cidade de João Pessoa, PB	44
Tabela 3.	Classificação das classes sociais	49
Tabela 4.	Localização dos pontos experimentais em coordenadas	51
Tabela 5.	Classificação da intensidade da Ilha de Calor Urbana	52
Tabela 6.	Classificação do risco de infestação do mosquito <i>Ae. aegypti</i>	54
Tabela 7.	Quantificação das variáveis socioambientais dos pontos experimentais	57
Tabela 8.	Quantificação percentual do uso e cobertura do solo dos pontos experimentais	59
Tabela 9.	Quantidade de criadouros	69

LISTA DE SIGLAS

ACP - Análise de Componentes Principais

Ae aegypti – *Aedes aegypti*

°C - Graus Celsius

CBIOTEC - Centro de Biotecnologia

CHIKV - Chikungunya

DENV - Dengue

GPS - Global Positioning System (Sistema de posicionamento global)

ha – hectares

hab/Km² - habitantes por quilômetro quadrado

IB – Índice de Breteau

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística

ICU - Ilha de Calor Urbana

IIP – Índice de Infestação Predial

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

Km - Quilômetros

Km² - Quilômetros quadrados

LIRAA – Levantamento de Índice Rápido para *Aedes aegypti*

m – Metros

mm - Milímetro

m/s – Metros por segundo

PB – Paraíba

S.A.U. – Sistema Ambiental Urbano

SEDES – Secretaria de Desenvolvimento Social

SINAM – Sistema Nacional de Atendimento Médico

UTM – Universal Transversa Mercator

ZIKV - Zika

1. INTRODUÇÃO

O ser humano, ao longo da sua existência, sempre manteve uma relação de dependência com a natureza. Entretanto, o seu domínio a partir dos diversos modos de produção imprimiram sua pegada ecológica, alterando o equilíbrio dos diversos sistemas ambientais com repercussões diversas na qualidade de vida dos organismos em geral (REES e WACKERNAGEL, 2008). Ellis (2013) afirma que os seres humanos alteram mais de 75% da biosfera transformando os ecossistemas em uma espécie de bioma atropogênico (antroma), e apesar da taxa de extinção continuar crescendo devido essas transformações, as condições do antroma pode ser sustentável para algumas espécies, principalmente para aquelas associadas ao ambiente urbano.

É importante ressaltar que, a área urbana brasileira expandiu seguindo a lógica do capital especulador e degradante que deixou marcas intensas nos arranjos espaciais dos principais centros urbanos do país (ORSI, 2013). A má utilização dos recursos naturais, a forte segregação espacial, a desigualdade social e o desrespeito à legislação ambiental criaram espaços insalubres e degradante impactando as condições climáticas das cidades e intensificando cada vez mais a vulnerabilidade socioambiental das populações com repercussão na saúde pública, e conseqüentemente, na qualidade de vida das populações residentes nos centros urbanos (MENDONÇA, 2004).

Marengo e Dias (2006) afirmam que o impacto da urbanização nos eventos climáticos, tem como principais efeitos diretos a alteração no campo térmico associadas às ondas de calor, secas ou casos de extrema precipitação, além de mudanças no nível do mar e nos padrões de vegetação. Apesar de não existir um consenso dentro da comunidade científica a respeito das mudanças climáticas globais (efeito estufa), muitos dos impactos e seus efeitos já são visíveis em áreas urbanas, pois tais ambientes são áreas potenciais a inúmeros problemas ambientais e de saúde pública.

A Dengue, por exemplo, é uma doença associada às condições climáticas de regiões tropicais, a qual está presente em quase todos os Estados do Território Nacional. A evolução e persistência desta virose e outras ligadas ao *Aedes aegypti*, está diretamente associada à sobrevivência e reprodução do seu vetor, a fêmea do mosquito, que se reproduz em condições climáticas favoráveis (CÂMARA et al., 2009). Os mesmos autores afirmam que as epidemias de Dengue ligadas diretamente ao mosquito ocorrem nos meses mais quentes do ano, período do clímax reprodutivo do *Ae. aegypti*.

Nesses meses, a taxa de metabolismo do vetor aumenta, abreviando seu ciclo evolutivo em até 8 dias ou prolongando o mesmo em até 22 dias nos meses mais frios.

Costa (2001) afirma que a Dengue, bem como outras doenças associadas à proliferação do *Ae. aegypti*, afeta grande parte da população mundial porque sua área de abrangência susceptível são as áreas tropicais de clima quente e úmido espalhadas pelo mundo. A autora afirma que o mosquito transmissor precisa de uma temperatura entre 20 °C e 46 °C para sua proliferação.

Silva et al. (2007) destacam que além das condições climáticas favoráveis, as regiões de clima tropical sofrem também com as condições socioambientais precárias em seu espaço urbano, as quais potencializam a proliferação do vetor transmissor. As variáveis como: densidade da população, coleta de lixo, esgotamento sanitário, entre outros, podem estar envolvidos na produtividade dos criadouros, e conseqüentemente na densidade dos mosquitos adultos e transmissão das arboviroses (COSTA e NATAL, 1998).

A urbanização desorganizada e intensa, a ineficácia das políticas públicas no controle dos vetores da doença no país, alterações do tempo meteorológico e do clima influenciam na proliferação e propagação geográfica desses vetores, como o mosquito do *Ae. aegypti* com vírus de diversas doenças, conduzindo à ressurgência global de várias epidemias (MENDONÇA et al., 2009).

Amarasinghe et al. (2011) também afirmam que o crescimento rápido e desordenado das populações, as quais geralmente apresentam condições insalubres, assim como, o aumento de viagens internacionais facilitam a disseminação de epidemias transmitida pelo mosquito.

De acordo com Araújo et al. (2015), áreas densamente construídas e com a supressão da vegetação natural favorece o aparecimento de mosquitos causadores de doenças, como o *Ae. aegypti*, o qual se adapta facilmente ao microclima e ao ambiente urbano em seu contexto geral.

Dessa forma, as áreas urbanas com seus problemas ambientais e mudanças no clima urbano apresentam elevadas temperaturas e a formação de ilhas de calor, que quando associadas às precárias condições socioambientais desses ambientes, as populações marginalizadas tornam-se condicionantes para a instalação de arboviroses diversas como as últimas que o país vem sofrendo como a Zika e a Chikungunya.

No contexto desta realidade, observa-se para o ano de 2016 a notificação de 44.374 casos de Dengue, 4.899 de Zika e 20.928 de Chikungunya no Estado da Paraíba,

sendo a maior predominância dessas epidemias nas regiões de João Pessoa, Campina Grande, Patos e Sousa (PARAÍBA, 2016). Essas doenças têm assolado a população e deixado sequelas irreversíveis em várias pessoas. A título de exemplo, pode-se verificar a Zika tem sido o potencial causador de microcefalia. No Estado da Paraíba, dados demonstram o nascimento de 163 bebês com suspeita dessa malformação congênita no ano de 2015, sendo 163 na capital. Verificou-se também, o registro de 16 óbitos por causa da Chikungunya no ano de 2016 em João Pessoa (PARAÍBA, 2015; 2016).

Assim, as condições climáticas (clima tropical úmido) e socioeconômicas (crescimento desordenado nas últimas décadas) da cidade de João Pessoa/PB apresenta indícios que tem se tornado susceptível à proliferação do mosquito, veiculação e transmissão dos vírus da Dengue, Zika e Chikungunya.

Embora se reconheça a importância de estudos do clima urbano para o planejamento e gestão das cidades, pouco se tem feito para incorporar os conhecimentos aplicados da climatologia urbana ao planejamento dessas áreas e especificamente à saúde ambiental. Para que isso aconteça, se faz necessário investir na formação de profissionais qualificados e no diálogo interdisciplinar para se aplicar critérios ambientais ao planejamento urbano e a saúde pública (ASSIS, 2003).

Nesse sentido, cabe ressaltar que estudos dessa natureza associando medições microclimáticas *in loco* com a proliferação de doenças com a Dengue, Zika e Chikungunya distribuídos por vários bairros na cidade de João Pessoa/PB são ainda precários, com isso a pesquisa a respeito da temática adquire relevância acadêmica em função da ausência do clima urbano, com monitoramento microclimático *in loco* em vários bairros da cidade de João Pessoa/PB e sua relação com a saúde ambiental na região. Dessa forma, a pesquisa toma um caráter inédito e pode contribuir diretamente para gerar um banco de dados (microclimático) e subsidiar a elaboração de políticas públicas de gestão e planejamento ambiental de áreas urbanas, visando colaborar com Órgãos Públicos nas tomadas de decisões relacionadas às intervenções (estratégias de adaptação) nos sistemas de saúde, emergência e monitoramento climático da área de estudo.

Ainda, diante da problemática exposta, cresce o interesse em responder as duas questões basilares para a pesquisa que são geradoras do problema a ser investigado cientificamente:

1. Qual a relação das variáveis microclimáticas (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, velocidade do ar e ilha de calor) da cidade de João Pessoa, PB com os casos de arboviroses?

2. Como as condições socioambientais (densidade demográfica, nível educacional e renda média por domicílios, abastecimento de água, tratamento de esgoto e coleta dos resíduos) favorecem a proliferação do *Ae. aegypti* e conseqüentemente a propagação da arboviroses na área de estudo?

2. HIPÓTESES

2.1 O clima urbano (temperatura, umidade, precipitação, velocidade do vento e ilha de calor) de João Pessoa favorecem a infestação do *Ae. aegypti* e influencia na ocorrência de notificações de arboviroses;

2.2 As condições socioambientais (densidade demográfica, nível educacional e renda média por domicílios, abastecimento de água, tratamento de esgoto e coleta dos resíduos) favorecem a infestação do *Ae. aegypti* e conseqüentemente a propagação de arboviroses na área de estudo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar o clima urbano e sua possível relação com as notificações das arboviroses: Dengue, Zika e Chikungunya na cidade de João Pessoa, PB.

3.2 Objetivos específicos

- (i) Caracterizar o espaço intra-urbano dos bairros investigados na cidade de João Pessoa, PB;
- (ii) Analisar o comportamento das variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e velocidade do vento) da área de estudo;
- (iii) Calcular a intensidade da Ilha de Calor Urbana – ICU, da área de estudo;
- (iv) Analisar o Índice de Infestação Predial (IIP) e Índice de Breteau (IB), verificar a classificação e quantificar os recipientes/depósitos positivos com *Ae. aegypti* para a área de estudo;
- (v) Espacializar por bairros as notificações de Dengue, Zika e Chikungunya na área de estudo;
- (vi) Relacionar as variáveis: temperatura, umidade, precipitação, velocidade do vento, ICU, com os casos de Dengue, Zika e Chikungunya, da área de estudo;
- (vii) Gerar um banco de dados que possam subsidiar o monitoramento ambiental e a tomadas de decisões relacionadas às intervenções (estratégias de adaptação) nos sistemas de saúde e emergência da cidade.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Distribuição geográfica e ocorrência do *Ae. aegypti* no mundo

A partir da expansão da ocupação humana, o processo de urbanização foi invadindo habitats inexplorados, resultando na extinção de algumas espécies, novas relações de parasitismo e comensalismo e outros desequilíbrios nas interações entre as espécies, um exemplo disso é o *Ae. aegypti*, que evoluiu juntamente com a sua fonte de alimento mais estável e disponível, o ser humano, se tornando antropofílico (POWELL e TABACHNICK, 2013).

Análises filogenéticas mostraram que esse vetor evoluiu em contato direto com ser humano e que possui origem de dois cladus, sendo um da África Ocidental e outro da África Oriental (MOORE et al., 2013). Posteriormente, esse mosquito foi disseminado em várias regiões do planeta principalmente pelo meio de transporte de pessoas e mercadorias (MOUCHET et al., 1995).

De acordo com o estudo realizado por Kraemer et al. (2015), o *Ae. aegypti* possui uma distribuição geográfica cosmopolita, ocorrendo na Ásia, Europa (Espanha e Grécia), parte da América do Norte, América do Sul e Austrália, conforme demonstrado no mapa (amarelo a vermelho) construído pelos referidos autores (Figura 1).

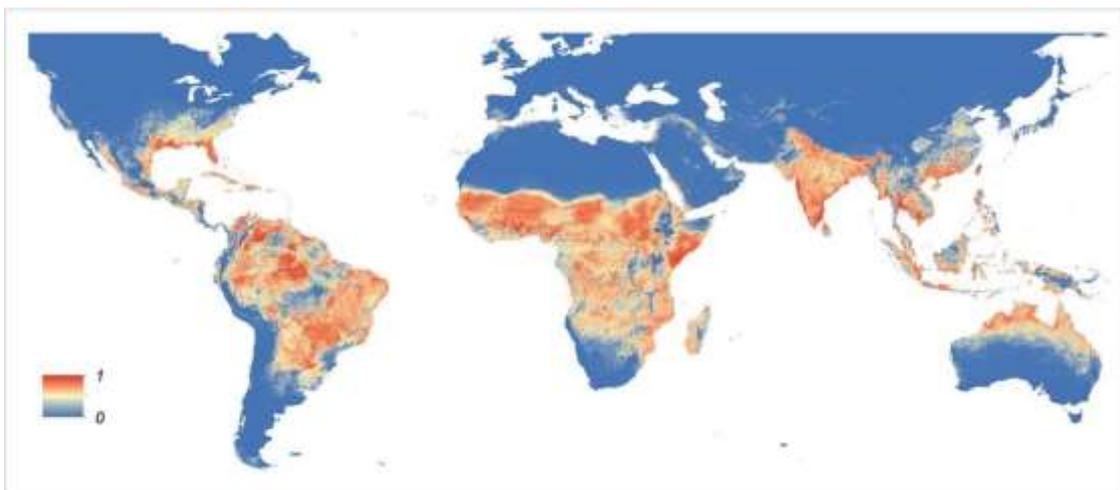


Figura 1. Distribuição do *Ae. aegypti* no mundo. Fonte: Kraemer et al. (2015).

Segundo Campbel et al. (2015), esse vetor apresenta uma distribuição global ampla ocorrendo em regiões tropicais e subtropicais (azul claro e escuro do mapa). A

partir da variabilidade climática mundial projetaram a distribuição potencial do *Ae. aegypti*, e perceberam uma expansão (laranja e vermelho) da área de ocorrência, principalmente para áreas temperadas e outras regiões na América do Sul (Figura 2).

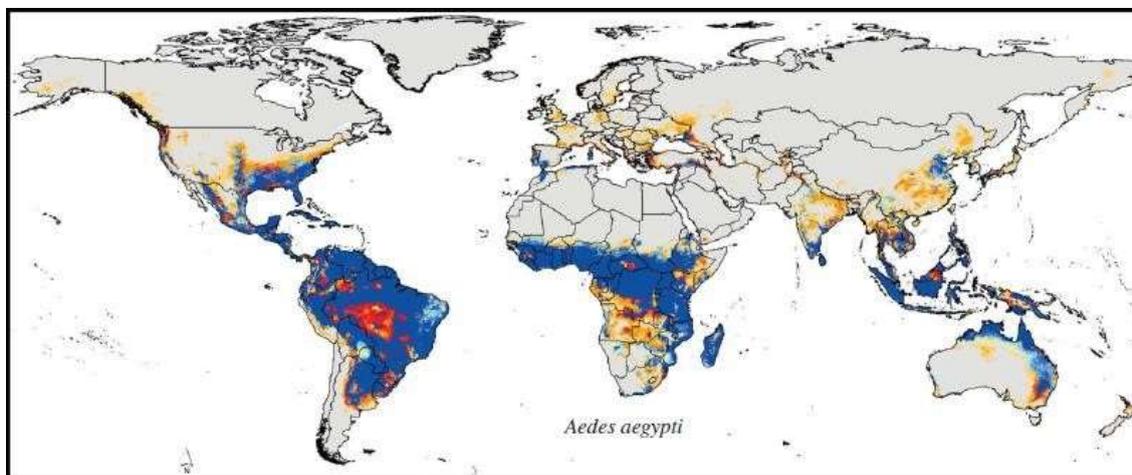


Figura 2. Distribuição do *Ae. aegypti* no mundo. Fonte: Campbel et al. (2015).

Para Hahn et al. (2016), o gênero desse vetor pode ser encontrado na América Central e do Sul, assim como no hemisfério ocidental, havendo pequenas ocorrências em outras regiões do mundo. Na Tailândia, esse vetor se originou da África e os primeiros registros foram realizados em pequenas vilas e cidades, ou seja, associado ao meio urbano e aos humanos (SCANLON, 1965).

No Sudeste Asiático, mas especificamente na cidade-Estado de Singapura foi diagnosticado os habitats de reprodução do *Ae. aegypti*, o qual está associado fortemente com o ambiente urbanizado (CHAN e CHAN, 1971). Higa et al. (2010) em seu estudo nas diferentes áreas geográficas do Vietnã diagnosticaram a predominância dessa espécie de mosquito na região central e sul, assim como, ocorrendo em zona rural, de transição e áreas urbanas.

Na Europa, essa espécie foi introduzida e se estabeleceu definitivamente no começo do século XX (MEDLOCK et al., 2012), mesmo com o surgimento esporádico do mosquito, a falta de eficiência nas campanhas de erradicação fez com que ocorresse a sua reinfestação (AKINER et al., 2016).

Nos Estados Unidos, os estados do Texas, Hawaii, Flórida (BOURI et al., 2012) e Califórnia (GLORIA-SORIA et al., 2014) e cerca de 50 cidades apresentam o registro do mosquito desse gênero (MONAGHAN et al., 2016).

Em Chiapas, um estado do México notificou que nos 60 imóveis pesquisados 80% estavam infestados com o *Ae. aegypti* em contato direto com o ser humano (DÍAZ-GONZÁLEZ et al., 2015). Na Argentina, na cidade de Resistencia localizada na província de Chaco, apesar da temperatura (16° C) ter sido considerada como um fator limitante para o desenvolvimento embrionário do *Ae. aegypti* verificou-se ovos viáveis permitindo a presença do vetor nessa região (GIMÉNEZ et al., 2015).

Em comunidades da Amazônia Peruana foram encontrados recipientes infestados com *Ae. aegypti*, os quais se propagaram possivelmente a partir do tráfego local para outras localidades à medida que as pessoas colonizavam o meio ambiente (GUAGLIARDO et al., 2014). Zhang et al. (2017) verificaram a ocorrência desse mosquito causando inúmeros casos de doenças nas Américas, mais especificamente na Colômbia, México, Porto Rico, El Salvador, Honduras, Haiti, Venezuela e Brasil.

No Brasil, o *Ae. aegypti* chegou em 1930 (GUBLER, 2011), mas o Programa Pan American Health Organization (PAHO) documentou a sua erradicação em 1955. Entretanto, em 1960 os países vizinhos da América do Sul descontinuaram a campanha não conseguindo exterminar o mosquito, e conseqüentemente o vetor adentrou o norte do Brasil, onde foi novamente disseminado (SCARPASSA et al., 2008) e se reestabelecendo em várias cidades, havendo uma completa reinfestação em 1977 (XAVIER et al., 2017).

Desde então, tem se registrado a presença do mosquito em vários estados e em todas as regiões do país (Figura 3), como Bahia (CRUZ, 2011, CARDOSO et al., 2015), Brasília (BRASIL et al., 2015), Ceará (SAMPALIO, 2010), Maranhão (SOUSA et al., 2017), Mato Grosso (MIYAZAKI et al., 2009; CARVALHO-LEANDRO et al., 2010; FERNANDES et al., 2012), Minas Gerais (CÔRREA et al., 2005; COSTA et al., 2008; GONÇALVES, 2010), Paraíba (BESERRA et al., 2006; BESERRA et al., 2009a; BESERRA et al., 2009b; BESERRA et al., 2010; CASTRO et al., 2013); Paraná (FANTINATTI et al., 2007; GOMES et al., 2008; GÓIS, 2017), Pernambuco (GUEDES, 2012), Piauí (COSTA et al., 2016), Rio de Janeiro (GONÇALVES e MESSIAS, 2008; HONÓRIO et al., 2009; DANTAS, 2011), São Paulo (EIRAS e RESENDE, 2009; GLASSER et al., 2011; CHIARAVALLOTTI-NETO et al., 2015), Sergipe (STEFFLER et al., 2011; FEITOSA et al., 2016).

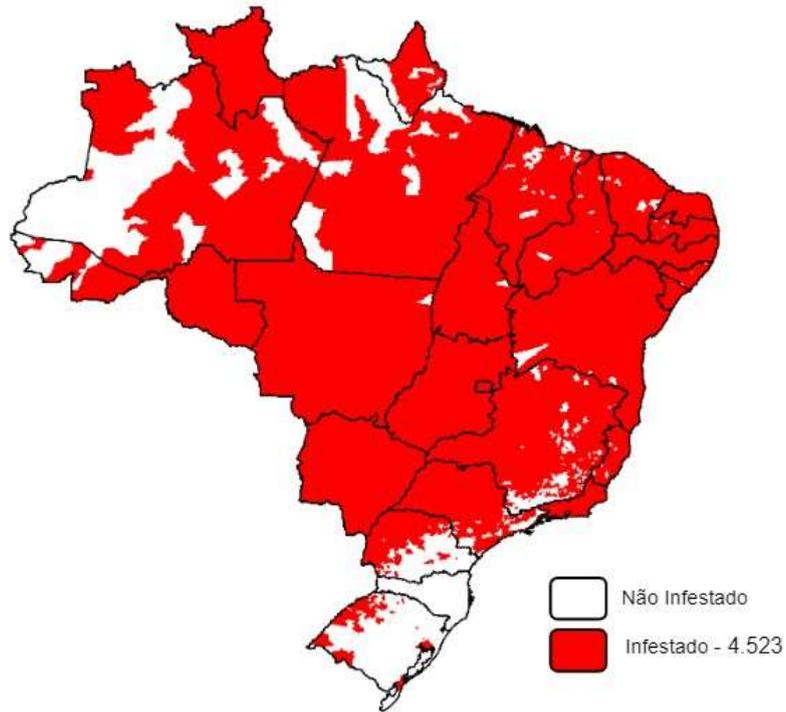


Figura 3. Municípios brasileiros infestados por *Ae. aegypti* em 2014. Fonte: http://www.dengue.org.br/dengue_mapas.html

4.2 Ciclo de vida do *Ae. aegypti*

As fêmeas do mosquito são hematófagas e quando contaminada por algum vírus, incuba durante um período de 8 a 10 dias, podendo transmiti-lo após a picada de novas vítimas (BONAT et al., 2009). De acordo com a Organização Mundial de Saúde (2014), o vírus infecta o intestino médio do mosquito, fica encubado de 4 a 10 dias e em seguida se estende até as glândulas salivares que pode ser transmitido pelas picadas.

É importante ressaltar que a transmissão dos vírus não é apenas realizada no contato ser humano – mosquito, mas também do mosquito infectado com o vírus para os ovos gerados em seus ovários, ou seja, transmissão transovariana (THANGAMANI et al., 2016). Essa transmissão vertical forneceu evidência dessa infecção com vírus DENV-1 (BUCKNER et al., 2013).

Martins et al. (2012) registram a primeira evidência da transmissão vertical dos vírus DENV-2 e DENV-3 em *Ae. aegypti* no Brasil. Cruz et al. (2015) detectaram o mesmo fenômeno ocorrendo nesse vetor em relação ao DENV-4 no estado do Mato Grosso. O referido vetor exhibe também a capacidade de infecção dos ovários e transmissão do vírus ZIKV para os ovos (LI et al., 2017).

Estudos demonstraram que esses vírus transmitidos verticalmente persistem em sucessivas gerações do mosquito *Ae. aegypti*, sendo este de grande importância para a manutenção e transmissão das doenças (JOSHI et al., 2002; LEE e ROHANI, 2005; ESPINOSA et al., 2014; CRUZ et al., 2015; COSTA et al., 2017; LI et al., 2017).

Além de serem vetores de doenças que podem contaminar os vertebrados, o ato da hematofagia serve para a produção dos ovos e desenvolvimento do embrião (BRYANT et al., 2010; GONZALES et al., 2015).

A fêmea do mosquito pode depositar mais de 25 mil ovos em um recipiente natural ou sintético (ZHENG et al., 2015; HASNAN et al., 2016). Após a oviposição da fêmea do *Ae. aegypti* em recipientes como: pneus, lata, vasos com água parada, entre outros dispostos no ambiente urbano, os ovos podem sobreviver de 15 a 120 dias durante o período seco em condições climáticas com 25° C de temperatura e 80% de umidade relativa do ar (TRIPS, 1972).

Farnesi et al. (2015) verificaram que a cutícula dos ovos dessa espécie é rica em proteína denominada quitina, o que lhe confere resistência a perda de água em ambiente seco, sustentando a sua viabilidade por meses.

Essa sobrevivência é denominada de diapausa, onde em uma estação seca tem baixa ocorrência de mosquitos devido condições desfavoráveis, porém na próxima estação, na chuvosa, os ovos ao entrar em contato com a água continuam a se desenvolver (PLIEGO et al., 2016). Esse mecanismo de sobrevivência foi um sucesso evolutivo para que os mosquitos de zonas tropicais e subtropicais se desenvolvessem (DINIZ et al., 2017).

Farnesi et al. (2009) afirmam que os embriões desse mosquito reagem de acordo com as variáveis ambientais, como temperatura e precipitação. Os autores ainda informam que essas variáveis que ocorrem em regiões tropicais e subtropicais, são ideais para manter a sua viabilidade e proliferação. Recentemente em um estudo realizado por Faull e Willians (2015) na Austrália, verificou-se que o ovo desse vetor resistia um pouco mais de um ano (367 dias) a dessecação, conservando assim, a sua viabilidade e o aumento da capacidade de se estabelecer em qualquer habitat.

Em condições favoráveis, a duração do desenvolvimento desse inseto no interior do ovo é cerca de 4-5 dias, principalmente em regiões tropicais (BESERRA et al., 2009a). A duração do seu período larval coletados em região tropical varia de 6 dias a 10 dias (BESERRA et al., 2009a; CASTRO et al., 2013). É importante destacar que essas larvas podem ser resistentes a larvicidas industriais, dessa forma, estes organismos transpõem barreiras impostas e se estabelecem em grande área geográfica (LIMA et al., 2006; BESERRA et al., 2007). Por outro lado, larvicidas naturais tem se demonstrado eficazes para interromper o ciclo do mosquito (SILVA et al, 2014; TORRES et al., 2014).

Ainda sobre as larvas e pupas do mosquito, é importante ressaltar que ambos se alimentam de matéria orgânica presente na água. Bara et al. (2014) observaram que as larvas consomem mais resíduos orgânicos do que a pupa; além disso, esse consumo determina o aumento no sucesso da taxa de sobrevivência.

Price et al. (2015) informam que as modificações ambientais, como as mudanças climáticas e disponibilidade de alimento para os estágios da fase aquática do mosquito podem afetar não só o desenvolvimento, mas também a competência vetorial e, consequentemente, a capacidade de transmitir doenças virais.

Quanto a duração do estágio de pupa, esse pode ser de 2-3 dias (BESERRA et al., 2009a), com posterior metamorfose e emergindo o indivíduo adulto pronto para o acasalamento, bem como, hematofagia, se o mosquito for fêmea.

Logo, o ciclo de vida desse mosquito envolve mudanças na sua forma e no ambiente ao qual se desenvolve, passando pelo terrestre e aquático (Figura 4). De forma genérica ocorre o acasalamento no meio terrestre, hematofagia pelas fêmeas para a maturação e desenvolvimento dos ovos, com posterior deposição de vários ovos em um ou mais depósitos contendo água parada, para otimizar o sucesso reprodutivo. Ao entrar em contato com a água o ovo pode eclodir surgindo a larva, a qual passará por estágios até alcançar a forma de pupa e por fim a forma adulta. É importante frisar que todo o ciclo depende das condições ambientais (PADMANABHA et al., 2011; GOINDIN et al., 2015) e nível de alimentação do vetor (LEVI et al., 2014; ZELLER e KOELLA, 2015).

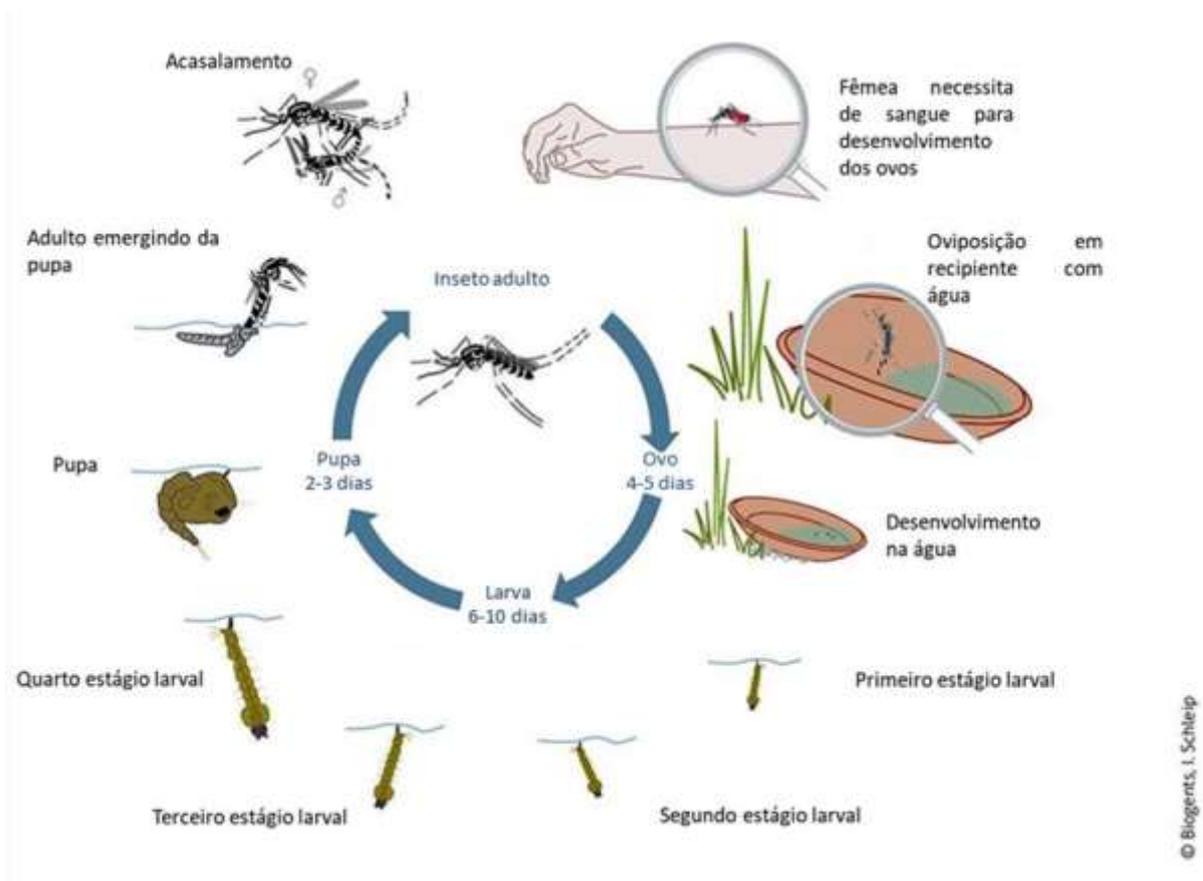


Figura 4. Ciclo de vida do *Ae. Aegypti*. Fonte: Adaptado de <https://www.biogents.com/aedes-aegypti-yellow-fever-mosquitoes/>.

4.3 Relação entre o *Ae. aegypti* e as epidemias

O *Ae. aegypti* é um mosquito amplamente distribuído devido o seu contato direto com o ser humano. Quando comparado com as outras espécies, *Ae. albopictus* e o *Culex quinquefasciatus*, ele apresenta maior competência para infecção, disseminação e transmissão de vírus das diversas doenças. É importante ressaltar que o *Ae. albopictus* apresenta baixa susceptibilidade e o *C. quinquefasciatus* não tem capacidade de transmissão (LIU et al., 2017).

O mosquito *Ae. aegypti* é o principal espécie envolvido na infecção, disseminação e transmissão dos arbovírus, como da Chikungunya (DAS et al., 2010; DONG et al., 2016; MADARIAGA et al., 2016; YACTAYO et al., 2016), Dengue (AMARASINGHE et al., 2011; BHATT et al., 2013; MURRAY et al., 2013; CHEW et al., 2015), Febre Amarela (SOPER, 1967; REITER, 2010; MONATH e VASCONCELOS, 2015) e Zika (LANCIOTTI et al., 2015; AKINER et al., 2016; VOROU, 2016), as quais causam morbidade e mortalidade de seres humanos, em diversas partes do mundo.

A Febre Amarela consiste em uma doença infecciosa aguda, causada pelo vírus da família *Flaviviridae* (GERMI et al., 2002), com sintomas variando entre uma febre leve a um quadro clínico mais grave com sinais de icterícia, hemorragia e comprometimento heptorrenal com chance de mais de 50% de levar o paciente a óbito (TOMORI, 1999).

O vírus da Febre Amarela originou-se na África há mais de 1.500 anos atrás e foi trazido juntamente com o *Ae. aegypti* durante o transporte e comércio dos escravos no ano de 1617 (HINDLE, 1929; BRYANT et al., 2007), causando uma epidemia entre os séculos XV a XIX na África, Europa e América do Norte e do Sul (BRYANT et al., 2007).

Segundo Gardner e Ryman (2010), as grandes epidemias de Febre Amarela ocorreram na África e América do Sul em ambientes onde a urbanização avançou de forma irregular, sem planejamento e com condições sociais e econômicas precárias, pela reinvasão e proliferação do *Ae. aegypti* nos ambientes urbanos e com a falta de imunização periódica.

No Brasil, a Febre Amarela desapareceu desde 2014, entretanto no final de 2016 reapareceu a epidemia sendo registrados 792 casos em 130 cidades localizadas principalmente na região sudeste do país (KEAN, 2017). O mesmo autor alerta que

existe dois ciclos de transmissão de Febre Amarela: o silvestre transmitido principalmente pelas espécies *Haemagogus janthinomys* e *Sabethes chloropterus* que contaminam normalmente macacos e em menor proporção os humanos e o ciclo urbano que consiste basicamente na transmissão da doença via *Ae. aegypti*.

A Dengue (DENV) é uma doença antiga que se tornou distribuída em todo o mundo por volta dos séculos XVIII e XIX quando o comércio, no setor marítimo, estava crescendo, e com ele aumentou o movimento de pessoas e mercadorias entre várias regiões do mundo, havendo expansão geográfica do vetor contaminado com o vírus dessa doença, causando maior frequência e magnitude de epidemia (GUBLER, 2002).

A Dengue é uma arbovirose causada pelo vírus (DENV) da família *Flaviviridae* e gênero *Flavivirus*, com quatro sorotipos distintos: DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4 (BOURI et al., 2012; SIM et al., 2012; CHEW et al., 2015) e recentemente foi encontrado o DEN-5 (MUSTAFA et al., 2015). Esses sorotipos podem causar a Dengue clássica ou hemorrágica, sendo a primeira caracterizada por febre, dor de cabeça, náuseas, vômitos, fraqueza e erupção cutânea, já a segunda por febre alta, erupções cutâneas, dores musculares e articulares, e hemorragia (GUBLER, 1997).

A referida doença é transmitida comumente pela picada do mosquito *Ae. aegypti* infectado, originário da África, o qual se tornou adaptado ao meio urbano, por depositar seus ovos em diversos recipientes artificiais permitindo o rápido desenvolvimento e difusão espacial a partir de diversos meios de transporte (BARRETO e TEXEIRA, 2008). Outros estudos apontam que o *Ae albopictus* é frequentemente associado ao ambiente silvestre, podendo ser o transmissor secundário do vírus (DEGALLIER et al., 2003; FANTINATTI et al., 2007; SIM et al., 2012).

Os primeiros relatos de epidemia causada pela Dengue, transmitido pelo *Aedes*, ocorreram nos continentes Asiático, Africano e Norte Americano por volta dos anos de 1779 e 1780 (GUBLER, 1998; ALI e ALI, 2015). Desde então, ocorreu a disseminação do mosquito infectado com o vírus para várias partes do mundo. Segundo Amarasinghe et al. (2011), essa propagação está ligada ao crescimento rápido e desordenado das populações, as quais geralmente apresentam condições insalubres, assim como, pelo aumento de viagens internacionais. Barzon (2018) completa essa afirmação informando que a introdução e expansão dos artrópodes transmissores infectados com os vírus adentram os países através do comércio.

Tal infecção viral ainda é considerada a mais prevalente entre os humanos, pois metade da população vive em áreas de risco (XIAO et al., 2016), o que tem gerado

impacto na saúde e nas economias dos países subtropicais e tropicais (CHEW et al., 2015).

O Brasil está dentre as regiões tropicais com a presença em massa do *Ae. aegypti*, no qual foram registrados 591.143 casos da doença (Dengue) no ano de 2014 (FARES et al., 2015). Freire e Torrisi (2013) ainda chamam atenção para o fato de que as regiões brasileiras possuem características propícias para a proliferação e disseminação da doença, a exemplo do clima quente e úmido e as condições socioambientais das cidades. Focks et al. (1995), em seus modelos de simulação estocástica descreveram a dinâmica diária da transmissão do vírus da Dengue no meio urbano; e puderam constatar que o quantitativo de pessoas em uma região e as elevadas temperaturas em ambientes urbanos, contribuem duas vezes mais com a chance do vírus completar o ciclo de vida, quando comparado com regiões que apresentam populações menos densas e temperaturas baixas.

Quanto ao vírus da Zika (ZIKV) esse é considerado um flavivírus pertencente à família *Flaviviridae* (KUNO et al., 1998) isolado em 1947 de um macaco *Rhesus* na floresta de Zika situada em Uganda. Em homenagem ao nome da floresta, o vírus e a doença receberam essa denominação (SIMPSON, 1964). Os sintomas da doença incluem febre, erupção cutânea, vermelhidão nos olhos, dor muscular e articular que normalmente duram de 2 a 7 dias (WHO, 2016; ZANLUCA et al., 2015).

De acordo com as análises filogenéticas do genoma viral do ZIKV realizadas por Faye et al. (2014) foi diagnosticado que o vírus se originou na Uganda, e migrou para vários outros lugares do continente africano, como na Nigéria, por meio do mosquito do gênero *Aedes*. E a partir, de 1940 se expandiu para a Ásia, o qual sofreu mutação e originou a linhagem asiática, posteriormente alcançou a Indonésia, em 1945, sendo registrados surtos da doença, e desta para a Micronésia, em 1960, ocorrendo a primeira grande epidemia (FAYE et al., 2014).

Tal vírus pode ser transmitido aos seres humanos por mosquitos infectados, principalmente por fêmeas infestadas da família *Culicidae* e gênero *Aedes*, como exemplo, *Ae. africanus*, *Ae. luteocephalus* e *Ae. aegypti* (VOROU, 2016). Esse vírus também pode ser transmitido da mãe infectada para o feto (DUGAL et al., 2017), através de transfusões sanguíneas e por relações sexuais (MUSSO et al., 2015; ATKINSON et al., 2016). Casos de ZIKV transmitidos sexualmente foram relatados na Argentina, Canadá, Chile, França, Itália, Nova Zelândia, Peru, Portugal e nos Estados Unidos (GAO et al., 2016).

Ainda sobre o vírus da Zika ocorreram epidemias subsequentes com incidência crescente na Polinésia Francesa e em outras Ilhas do Pacífico Sul, e recentemente nas Américas (FAJARDO e MORENO, 2016). É importante ressaltar que nas Américas, o vírus se espalhou principalmente devido ao vetor *Ae. aegypti*, culminando em uma epidemia e representando uma emergência de saúde pública global. Nos Estados Unidos acredita-se que o vírus tenha adentrado desde 1985 por meio de embarques de produtos importados da Ásia (FELLNER, 2016a).

No Brasil, apesar de estudos filogenéticos indicarem a sua entrada em 2013 (LOWE et al., 2018), foi notificada pela primeira vez a manifestação do agente etiológico com a doença causado pelo vírus ZIKV a partir de 2014, e em abril de 2015, a circulação dessa doença foi identificada e reconhecida pelo Ministério da Saúde (CARDOSO et al., 2015; FELLNER, 2016b). Desde então, várias pessoas apresentaram os sintomas da doença, e embora os pacientes habitassem em área endêmica de Dengue, o diagnóstico sorológico foi positivo para ZIKV (ZANLUCA et al., 2015). Dessa forma, foram confirmados a circulação do vírus e o surto da doença, em algumas regiões do país, como o Rio Grande do Norte, Maranhão e Paraíba (FANTINATO et al., 2016). Recentes descobertas revelaram a associação desse vírus com a ocorrência de malformações congênitas graves e doenças neurológicas, levando a uma preocupação generalizada sobre o seu potencial para representar uma ameaça global à saúde pública (FAJARDO e MORENO, 2016; LAZEAR e DIAMOND, 2016; MUSSO e GUBLER, 2016).

Não obstante, o vírus da Chikungunya (CHIKV) pertencente à família *Togaviridae* e ao gênero *Alphavirus* (ROSS, 1956; YACTAYO et al., 2016; MADARIAGA et al., 2016), foi primeiramente encontrado em 1953 no distrito de Newala, na Tanzânia, assim como isolado para estudos (ROSS, 1956). O CHIKV é transmitido aos seres humanos por diferentes espécies de mosquitos infectados, com destaque para as fêmeas do *Ae. aegypti* (DIALLO et al., 1999) ou verticalmente de mãe para o feto ou a partir de transfusão sanguínea (MADARIAGA et al., 2016). Ao ser infectado com esse vírus os sintomas clínicos da doença são: febre, erupção cutânea e dores nas articulações, que pode evoluir para artrite reumatóide crônica (DAS et al., 2010; WEAVER, 2014).

Essa doença é endêmica de área tropical, com origem na África, onde o primeiro registro de surto ocorreu na Tanzânia em 1952, com propagação rápida acometendo cerca de 80% da população (ROBINSON, 1955). Outro relato de surto

ocorreu em 2004, na África, com posterior disseminação para o seu entorno, atingindo a Índia, Malásia e Europa, apontando um total de aproximadamente 6 milhões de casos registrados (DAS et al., 2010).

A CHIKV se espalhou para ilhas no Oceano Índico, bem como para a Índia e Sri Lanka, Sudeste Asiático (PULMANAUSAHAKUL et al., 2011) e para outras partes do mundo. A partir dessa disseminação surgiram três genótipos do vírus da doença: asiático, africano leste-oeste e africano centro-sul (FIGUEIREDO e FIGUEIREDO, 2014). Esses genótipos adentraram nas Américas, manifestando-se no final de 2013 (YACTAYO et al., 2016), com os primeiros casos noticiados no Caribe (DONALÍSIO e FREITAS, 2015).

De acordo com a pesquisa de Díaz-González et al. (2015), no México, em locais urbanizados, cerca de 80% dos *Ae. aegypti* encontrados estavam infectados com o vírus CHIKV, logo, considera-se o principal vetor e responsável pela alta taxa de infecção e o surto da febre Chikungunya em 2014.

No Brasil, essa doença é recente, estudos filogenéticos datam a sua chegada em 2013, sendo veiculada pelo *Ae. aegypti* causando transmissão do vírus do genótipo da Ásia, com posterior ampliação na distribuição em boa parte do continente em 2014 (NUNES et al., 2015). Ainda neste ano o Ministério da Saúde (2013) confirmou os casos de febre Chikungunya do genótipo africano, em indígenas do Estado de Amapá, e um surto da doença pelo genótipo asiático no estado da Bahia (FIGUEIREDO e FIGUEIREDO, 2014). Segundo o Ministério da Saúde neste ano, ainda foram notificados 3.657 casos suspeitos nos estados da Bahia, Amapá, Roraima, Mato Grosso do Sul e ao Distrito Federal (BRASIL, 2015).

Com a expansão mundial desse mosquito com novos arbovírus, ocorreu a primeira transmissão autóctone do vírus da CHIKV registrado em 2014 no norte do Brasil (COSTA-DA-SILVA et al., 2017). A segunda onda de transmissão aconteceu em 2015, havendo notificações de 15.487 casos autóctones suspeitos de febre de Chikungunya, e destes 5.861 foram confirmados (BRASIL, 2015).

As epidemias de Dengue, Zika e Chikungunya são uma ameaça para a saúde humana, os vírus causadores dessas doenças estão se espalhando rapidamente. Estima-se que 3,9 bilhões de pessoas residentes em 120 países das Américas (América do Norte, Central e do Sul) correm risco de contraí-las (SHRAGAI et al., 2017).

Nos últimos anos a Dengue, Chikungunya e a Zika tem vitimado várias pessoas em todo o Brasil. A tabela 1 demonstra os possíveis casos de epidemias nas regiões brasileiras durante 2015-2016, causadas possivelmente pelo *Ae. aegypti*.

Tabela 1. Casos prováveis de epidemias (por 100mil habitantes) durante os anos 2015-2017.

Região/Unidade da Federação	Dengue			Chikungunya			Zika		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Norte	5.021	34.067	20.526	833	6.498	14.888	6.295	12.168	2.457
Acre	2.606	1.933	1.289	3	310	94	375	75	32
Amapá	543	1.556	779	794	700	157	74	334	12
Amazonas	667	6.762	3.413	5	684	242	1.520	4.353	407
Pará	468	9.515	7.042	15	2.788	7.500	771	4.357	650
Rondônia	205	6.924	2.218	0	668	204	618	852	175
Roraima	108	162	541	13	148	3.462	44	120	230
Tocantins	424	7.215	5.244	3	1.200	3.229	2.893	2.077	951
Nordeste	11.416	303.861	81.447	6.457	228.747	130.910	30.286	73.253	4.560
Alagoas	1.048	17.146	2.488	160	17.742	437	1.479	6.717	158
Bahia	1.408	63.003	8.564	3.555	49.911	8.290	25.061	49.829	1.868
Ceará	2.343	44.506	43.416	5	43.213	106.435	156	4.054	1.484
Maranhão	600	23.098	6.343	63	13.560	5.869	1.202	4.508	446
Paraíba	372	34.985	2.618	5	19.994	1.207	1.060	3.719	101
Pernambuco	3.065	57.608	7.763	29	48.620	1.934	333	423	52
Piauí	283	4.880	4.389	105	2.664	4.849	7	225	162
Rio Grande do Norte	1.955	55.589	5.352	2.509	24.352	1.590	640	3.567	277
Sergipe	342	3.046	514	26	8.691	299	348	211	12
Sudeste	76.370	835.800	47.644	59	23.227	22.789	35.5005	91.530	2.865
Espírito Santo	1.050	39.440	5.938	0	359	738	1.382	2.252	306
Minas Gerais	6.517	518.712	25.443	7	1.306	17.704	6.693	13.722	767
Rio de Janeiro	3.395	82.793	8.816	3	17.757	3.557	25.930	70.539	1.458
São Paulo	65.408	194.855	7.457	49	3.805	790	1.500	5.017	334
Sul	2.510	68.883	2.524	13	1.489	262	1.797	824	79
Paraná	2.238	60.899	2.176	9	828	144	1.540	606	51
Rio Grande do Sul	18	3.046	150	2	217	58	195	156	15
Santa Catarina	254	4.938	198	2	444	60	62	62	13
Centro-Oeste	21.135	199.597	66.899	50	1.684	3.081	17.504	33.712	5.625
Distrito Federal	462	17.310	3.744	17	522	105	233	332	48
Goiás	17.805	119.135	54.249	28	418	221	920	10.195	3.566
Mato Grosso	966	18.321	7.535	2	510	2.694	16.055	21.491	1.963
Mato Grosso do Sul	1.902	44.831	1.371	3	234	61	296	1.694	48
Brasil	116.452	1.442.208	219.040	7.412	261.645	171.930	91.387	211.487	15.586

Fonte: SINAN (2016, 2017).

O Brasil possui características ambientais e sócio-econômicas que contribuem para a reprodução e disseminação do *Ae. aegypti*, ocorrendo assim aumento expressivo na sua competência vetorial para os vírus de ZIKV e CHIKV em um ano (AGUIAR et al., 2018). Os referidos autores demonstraram que ocorreram 285.700 casos de Chikungunya em 2.933 municípios e 225.229 casos de Zika afetando 2.759 municípios brasileiros (Figura 5).

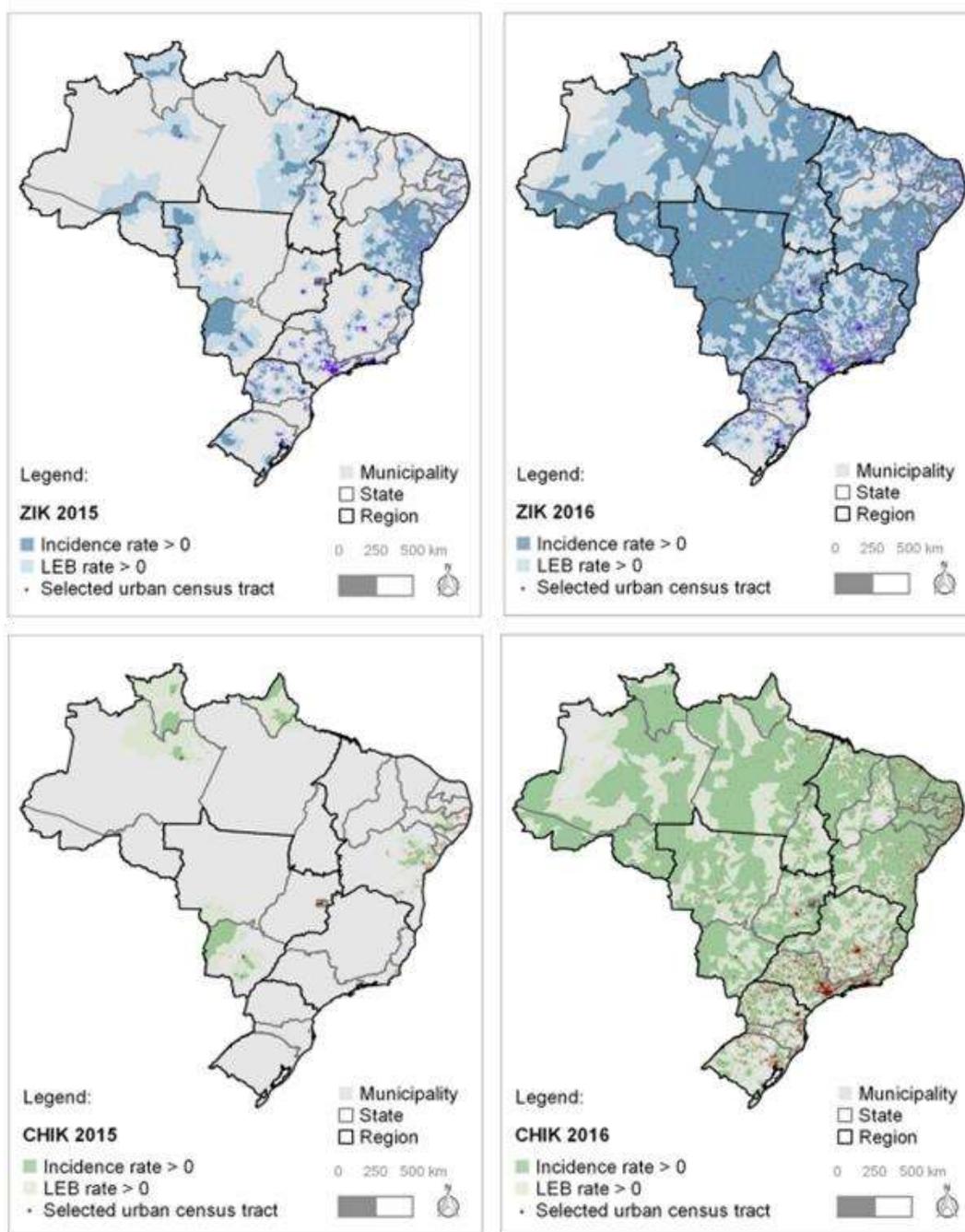


Figura 5. Disseminação de CHIV e ZIKV nos municípios brasileiros, afetados em 2015 e 2016. Fonte: Aguiar et al. (2018).

4.4 Clima, saúde e as doenças infecciosas

O clima está ligado de forma direta ou indireta à saúde, visto que se trata da relação complexa entre o ambiente físico da atmosfera e o social com efeitos na dispersão e ocorrência de doenças (NUNES e MENDES, 2012).

De acordo com Mendonça (2000) e Silva et al. (2007), a influência climática sobre o homem pode ser tanto de maneira benéfica quanto maléfica. Quando de maneira benéfica essa influência se dá através das condições climáticas para a produção de alimentos (ZHI-QING e DA-WEI, 2008; PIAO et al., 2010) e geração de energia sustentável (EDENHOFER, 2011). Por outro lado, a maneira maléfica se manifesta através do desconforto térmico (SANTOS, 2011; FREITAS et al., 2016; CASTRO et al., 2017; YANG et al., 2017), formação da ilha de calor (CORBURN, 2009; GABRIEL e ENDLICHER, 2011; FREITAS e SANTOS, 2015; LEHOCZKY et al., 2017; ZHONG et al., 2017) e de doenças/epidemias humanas (MENDONÇA, 2000; MENDONÇA, 2010; SETTE e RIBEIRO, 2011; LIMA et al., 2016).

Conforme Mendonça (2003), a elevação das temperaturas da atmosfera terrestre, traz dúvidas quanto às suas causas e consequências, e suscitam perguntas sobre as condições de saúde da população, como: Quais tipos de agravos à saúde humana seriam decorrentes de condições climáticas mais quentes que as atuais? Que tipos de doenças sofreriam intensificação e quais tipos seriam desfavorecidas?

A Organização Mundial de Saúde (2005) acredita que as distribuições geográficas e sazonais de muitas doenças infecciosas estão ligadas inerentemente ao clima e as influências antropogênicas, onde as mudanças climáticas, oriunda dessa relação, podem estar proporcionando uma melhor interação entre clima-doença, gerando impactos significativos.

Murara e Amorim (2010) analisando a relação do clima e saúde observaram a relação das variáveis: temperatura, umidade, precipitação, pressão atmosférica e velocidade dos ventos, tanto no período seco quanto o chuvoso, combinado com fatores individuais (psicológico, genético e alimentício, entre outros) com a influência no desenvolvimento de várias doenças; e o crescimento urbano desordenado e o adensamento populacional. Para Bambrick et al. (2011; 2015), o crescimento urbano tem deixado as cidades vulneráveis quando se refere as condições climáticas e a saúde da população, podendo haver aumento da morbidade, mortalidade por estresse térmico,

doenças bacterianas e aquelas transmitidas por vetores (como o *Ae. aegypti*), afetando principalmente indivíduos de regiões mais vulneráveis quanto a condição social.

Nesse sentido, Coelho e Massad (2012) diagnosticaram que as variáveis meteorológicas estão diretamente relacionadas com a ocorrência de zoonoses, e consequentes internações hospitalares, com um número substancial de contaminação de pessoas que vivem as margens da sociedade em ambientes degradados.

Da mesma forma, Chung et al. (2015; 2017) estudaram a mortalidade relacionada com temperaturas baixa e alta, no Nordeste da Ásia, e verificaram que o efeito do calor extremo tem efeito mais rápido, no desencadeamento de malefícios a saúde.

Segundo Wu et al. (2016), o ser humano é um agente preponderante nas mudanças da temperatura, umidade, precipitação, ventilação, entre outros fatores, os quais impactam o ambiente e requerem tanto a sua adaptação quanto a de hospedeiros e patógenos para a transmissão das diversas doenças infecciosas (Figura 6).

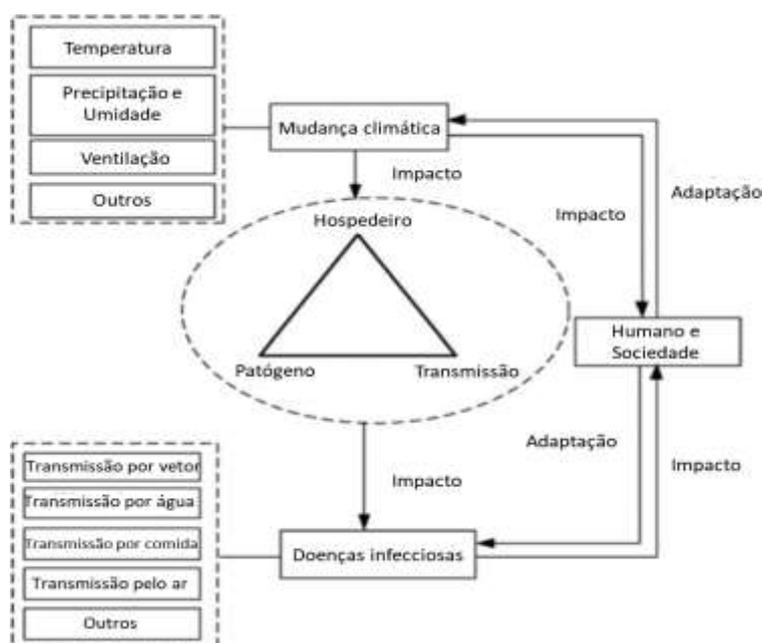


Figura 6. Esquema da interação das mudanças climáticas, ser humano e sociedade e transmissão de doenças infecciosas. Fonte: Wu et al. (2016).

Segundo McMichael et al. (2006), a tendência de variações ou mudanças climáticas de forma geral afetarão negativamente a saúde humana, principalmente porque a onda de calor pode contribuir para a ocorrência e distribuição de doenças infecciosas. Wei et al. (2014) completa a afirmação expondo que as doenças infecciosas emergentes e re-emergentes sofrerão impacto com as mudanças climáticas havendo

modificações temporal e nos padrões de transmissão assolando principalmente países em desenvolvimento.

Para Leal et al. (2018), as mudanças no clima das cidades interfere na saúde humana, e que os impactos podem ser classificados em primário (mudança no sistema físico com consequência direta no bem-estar humano, como exemplo: ondas de calor), secundário (mudança na distribuição e ecologia de vetores, parasitas e seus potenciais reservatórios) e terciários (conflitos políticos-ecológicos, como exemplo: expansão e desigualdade populacional). Dessa forma, as cidades tornam-se áreas potenciais para a proliferação de doenças e epidemias.

4.5 O clima e a sua influência na proliferação do *Ae. aegypti* e disseminação de doenças

Lambrechts et al. (2011) afirmam que as condições climáticas possuem a capacidade de interferir na interação vetor-patógeno, a fêmea do mosquito em aproximadamente 10 dias em contato com o vírus de arboviroses em uma temperatura variando de 0°C a 20°C pode ser infectado e desenvolver a competência para transmitir a doença.

Hopp e Foley (2001) e Liu-Helmersson et al. (2016) também afirmam que as flutuações climáticas influenciam na disseminação, ampliação do número de casos e ressurgimento de doenças e epidemias transmitidas por vetores.

As mudanças ecológicas favorecem o *Ae. aegypti*, pois tal mosquito é cosmopolita em mais de 100 países e bem adaptado à reprodução em locais de criação e uso humano como as áreas urbanas e periurbanas (EGGER et al., 2008; MURRAY et al., 2013), sendo o principal vetor de várias doenças (AGAMPODI e WICKRAMAGE, 2013; DONG et al., 2015). Associado a isso, esta espécie possui competência vetorial e suscetibilidade à infecção, ou seja, a capacidade intrínseca de transmitir biologicamente vários tipos de vírus e sorotipos, sendo eficiente na disseminação, por exemplo, da Febre Amarela e da Dengue (GUEDES, 2012).

Delmelle et al. (2016) detectaram que a dinâmica de transmissão e a incidência da Dengue é espacialmente heterogênea, devido as diferentes condições ambientais e socioeconômicas. Portanto, é importante o estudo de fatores que auxiliam na disseminação da doença em regiões tropicais e subtropicais do mundo, e principalmente, no que se refere ao desenvolvimento embrionário do *Ae. aegypti*, já que a sua embriogênese depende de estímulos apropriados (FANERSI et al., 2009). Os autores ainda afirmam que parâmetros, como: temperatura e umidade contribuem para a viabilidade do ovo, e isso pode ser uma das explicações da ampla distribuição desse vetor.

Farjana et al. (2011) afirmam que além da temperatura no intervalo 20 °C e 30 °C ser ideal para a reprodução e desenvolvimento do *Aedes*, o seu crescimento populacional depende também da sua dieta.

Em regiões subtropicais, Wu et al. (2009) analisaram fatores ambientais e sociais na distribuição da Dengue, e verificaram que o grau de urbanização interfere diretamente no clima urbano, afetando conseqüentemente a temperatura média da

cidade de Taiwan, no qual temperaturas acima de 18 °C é capaz de oferecer condições ótimas para a transmissão de doenças. Ainda, nessa localidade, Chien e Yu (2014) identificaram as medidas meteorológicas que influenciaram na ocorrência de casos de Dengue foram às temperaturas acima de 20 °C e precipitação superior a 50 mm.

Arcari et al. (2007) analisaram variáveis climáticas a nível regional, na Indonésia, e verificaram que a precipitação, anomalia de precipitação e temperatura apresentaram uma correlação positiva com a incidência de Dengue. Fisher et al. (2011) observaram que na Argentina a temperatura marcando 13° C e umidade abaixo de 70% interferem negativamente no desenvolvimento dos ovos do *Ae. aegypti*, havendo um declínio na abundância de mosquitos.

De acordo Wong et al. (2011), o mosquito *Ae. aegypti*, em Hong Kong, não suportam temperaturas inferiores a 17 °C. Xiang et al (2017) verificaram que a influência da temperatura teve impacto significativo na transmissão da Dengue na cidade Guangzhou, na China, sendo que a temperatura mínima e máxima ideal para transmissão da doença estavam entre 11,2 °C a 23,7 °C e 21,6 °C a 32,9 °C, respectivamente. O estudo também destaca que havendo a elevação de 1 °C dentro desses intervalos aumenta de 9,9% a 11,9% as chances da disseminação da doença.

Astrom et al. (2012) realizaram projeções climáticas associado ao desenvolvimento econômico e populacional para construir cenário futuro para a distribuição de Dengue em 2050, e diagnosticaram que a distribuição geográfica do *Ae. aegypti* depende do fator climático e socioeconômico e quanto maior a população e temperatura e menor desenvolvimento econômico aumenta o risco da doença.

Beilhe et al. (2013) investigaram mecanismos bióticos (duração das fases, sobrevivência, fecundidade e aumento populacional) e abiótico (diferentes temperaturas) que determinam a distribuição do *Ae. aegypti* em uma ilha francesa, e perceberam que a temperatura em torno de 25 °C permitiu um aumento na taxa de sobrevivência do mosquito.

Por outro lado, Giménez et al. (2015) sugerem que em regiões temperadas e subtropicais, os ovos das populações de *Ae. aegypti*, expostas as condições do clima no inverno são desfavoráveis ao seu desenvolvimento, apresentando uma taxa de mortalidade de 48,6%, impedindo assim, completar o seu ciclo e, por conseguinte a transmissão de doenças infecciosas.

Os estudos de: Hurtano-Díaz et al. (2009) realizado no México, Johansson et al. (2009) em Porto Rico, Wongkoon et al. (2011) na Tailândia e Lee et al. (2017) no

Vietnã, demonstram que as variáveis climáticas, temperatura e precipitação podem servir como indicadores de incidência de *Ae. aegypti* e, conseqüentemente, da transmissão da Dengue.

Morin et al. (2013) esquematizaram como ocorre a influência de fatores biofísicos na ecologia do vírus da Dengue, mostrando as interações entre as variáveis climáticas (temperatura e precipitação) exercendo função regulatória para o desenvolvimento, sobrevivência e reprodução do *Ae. aegypti*, assim como, para a replicação viral e a rápida transmissão da doença.

Althouse et al. (2015), no Senegal, estudaram a abundância do mosquito *Ae. aegypti* e a sua relação ecológica com as variáveis climáticas (temperatura, umidade e precipitação) e chegaram a conclusão que a precipitação favoreceu positivamente na densidade do mosquito e na sua competência viral apenas para Zika.

Monaghan et al. (2016) realizaram o estudo sobre abundância de *Ae. aegypti* nos Estados Unidos de acordo com as condições meteorológicas, e perceberam que durante o inverno (período de dezembro a março) o mosquito não se desenvolve, exceto no sul da Flórida e do Texas, onde o clima é relativamente quente proporcionando a chegada na fase adulta, já no verão (julho a setembro) tem-se a presença do mosquito em cerca de 50 cidades.

Eisen et al. (2017) perceberam que a temperatura da água fornece condições similares para o desenvolvimento dos ovos, larvas e pupas, e que a temperatura média de 30 °C proporciona maior viabilidade e sucesso reprodutivo do mosquito, sendo temperaturas próximas de 0 °C e superior a 38 °C ocorre uma diminuição drástica na taxa de sobrevivência.

Na região tropical, a partir da globalização e de outros fatores ocorreu o aparecimento e reaparecimento do vetor causando inúmeros casos de doença (GUBLER, 2011; LIMA-CAMARA, 2016), como é o caso dos estados brasileiros, por exemplo, da Bahia (CARDOSO et al., 2015), Maranhão (COSTA et al., 2018), Piauí (RIBEIRO et al., 2018), Rio de Janeiro (MICELI e FONSECA, 2017), Rio Grande do Sul (COLLISCHONN et al., 2018), São Paulo (GABRIEL et al., 2018), entre outros.

Um estudo realizado na cidade do Rio de Janeiro, uma das principais portas de entrada da Dengue no Brasil, por ser um ponto turístico do país atraindo pessoas de diversas nacionalidades, destaca que no período de 1986 a 2003, houve cinco grandes epidemias que coincidiu com os verões de 1986, 1990, 1995, 1998 e 2001. Cada epidemia era bienal, ou seja, tinha seu pico no verão do ano em que se iniciava, e um

segundo pico no ano seguinte, manifestando-se em dois verões consecutivos. Nos anos em que as epidemias tiveram início, as temperaturas estavam mais altas, especialmente as mínimas, sugerindo ser a temperatura um fator crítico para o início das epidemias. Os casos notificados eram sempre maiores quando a média da temperatura mínima mensal estava acima de 22 °C e o volume mensal total de chuvas estavam abaixo de 200 mm. Os autores assim concluem que os verões quentes e secos parecem ser propícios à Dengue na cidade do Rio de Janeiro (CÂMARA et al., 2009).

Alto e Bettinardi (2013) explicitam que a temperatura é um dos fatores ambientais de extrema importância que interfere nos processos biológicos do mosquito transmissor da Dengue, e auxilia na sua interação com o vírus. Neste sentido, Lourenço-de-Oliveira et al. (2013) diagnosticaram também que a temperatura é capaz de multiplicar o vírus com eficiência, no interior do vetor, provocando um potencial risco para infecções, ou seja, proporcionando alta virulência.

Para Naish et al. (2014) a transmissão da Dengue é altamente sensível às condições climáticas, especialmente temperatura, precipitação e umidade relativa, e com o potencial impacto das mudanças climáticas indica que essa epidemia pode se adequar as novas condições climática para maior transmissão e expansão geográfica da doença.

As variáveis temperatura e umidade exercem influência na ecologia do *Ae. aegypti* e conseqüentemente, na intensidade e distribuição da doença transmitida por esse vetor. Há evidências de que a elevação da temperatura devido à mudança climática influenciará na transmissão da Dengue, sendo projetado o aumento de 1 °C, 2 °C e 3,3 °C poderá gerar o acréscimo de respectivamente 583, 2.782 e 16.030 casos de Dengue até 2100, em um estudo realizado por Banu et al. (2014) em uma região tropical.

Araújo et al. (2015) verificaram que as ilhas de calor caracterizadas pela alta temperatura da superfície terrestre, baixa umidade, pouca ou nenhuma vegetação, possivelmente favorece a procriação do mosquito do *Ae. aegypti* e a transmissão do da Dengue na área urbana de São Paulo.

Magalhães e Zanella (2015) analisaram a manifestação da Dengue de acordo com as características climáticas da cidade de Fortaleza, Ceará, e verificaram que há correlação entre essas variáveis e que o ápice na quantidade de casos da doença ocorre comumente, com intervalo de um a dois meses depois do aumento das chuvas e da temperatura do ar.

Akhtar et al. (2016) a partir de dados climáticos temporais de cidades metropolitanas descobriram que há uma alta incidência no número de casos de Dengue

associada diretamente com a urbanização. Para Dick et al. (2012) a Dengue nas Américas tem um padrão endêmico-epidêmico com surtos a cada 3 a 5 anos.

Além dos fatores supracitados que auxiliam no desenvolvimento e transmissão da doença, a dinâmica moderna, regida pelas mudanças climáticas, globalização, viagens, comércio, socioeconomia e evolução viral tem auxiliado na expansão e aumento nos casos da Dengue (MURRAY et al., 2013).

Dessa forma, a transmissão dessa doença nas áreas urbanas é fortemente influenciada por uma série de aspectos biológicos e ambientais, especificamente o clima urbano com o aumento de temperaturas e formação de ilhas de calor, associados às precárias condições socioambientais das populações marginalizadas nesses ambientes. Tais condições tornam-se condicionantes para a instalação de epidemias diversas como as últimas que o país vem sofrendo: Zika e Chikungunya. Por isso, a necessidade de se compreender o seu alcance sazonal e geográfico e a relação com o clima urbano, como mencionado por Mordecai et al. (2017).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

O município de João Pessoa está localizado no Litoral Oriental da região Nordeste do Brasil, entre as seguintes coordenadas geográficas: Latitude Sul 7°14'29" e Longitude Oeste 34°58'36", Latitude Sul 7°03'18" e Longitude Oeste 34°47'36" (Figura 7). A cidade apresenta os seguintes limites municipais: ao Sul com o município do Conde, a Oeste com os municípios de Bayeux e Santa Rita, ao Norte como município de Cabedelo e ao Leste com o Oceano Atlântico.



Figura 7. Localização geográfica do município de João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

O clima da cidade é do tipo Tropical Úmido que permanece durante todo o ano dentro da influência dos ventos alísios de sudeste, que têm a sua frequência alterada através dos ventos de leste e de Nordeste e da Zona de Convergência Intertropical, o período chuvoso vai de março a agosto, e seu período mais seco compreende os meses de setembro a fevereiro (SANTOS, 2011).

Com a média climatológica (1992 a 2017) dos elementos climáticos (precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar) observa-se no comportamento mensal das normais dos dados climatológicos, podendo identificar a sazonalidade e a existência do período seco (setembro a fevereiro) e chuvoso (março a agosto) (Figura 8).

A precipitação pluviométrica acumulada anual é de 1896,9mm, os volumes de precipitação mais reduzidos correspondem ao período seco, com acumulado médio de

368,8mm o que representa 19,4% do total anual de chuva, já os maiores volumes de precipitação corresponde ao período chuvoso nos meses de março a agosto com 1528,2mm acumulado médio, representando 80,6% do total anual (INMET, 2018).

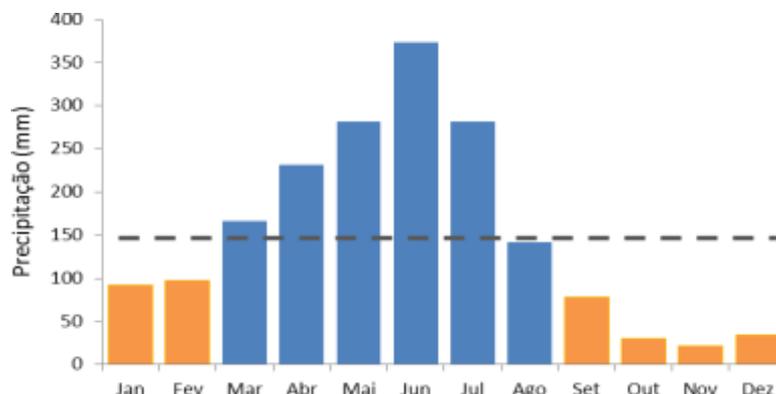


Figura 8. Totais médios mensais de precipitação de João Pessoa, referente ao período histórico (1992 a 2017). Fonte: Organização da autora com os dados do INMET (2018).

A média anual de temperatura máxima corresponde a 29,2 °C, a temperatura média possui um valor anual de 27 °C e a média anual mínima para a cidade é de 24,5 °C (INMET, 2018). A Temperatura mais elevada ocorre no mês fevereiro (28,1 °C), enquanto que a menor temperatura ocorre no mês de julho, com normais mensais de 25,2 °C (Figura 9).

A umidade relativa do ar (Figura 9) apresenta média histórica anual de 76%, com umidade mais elevada no mês junho, registrando uma média mensal de 82,2%, enquanto que a menor umidade ocorre no mês de setembro, com normais mensais de 72,2% (INMET, 2018).

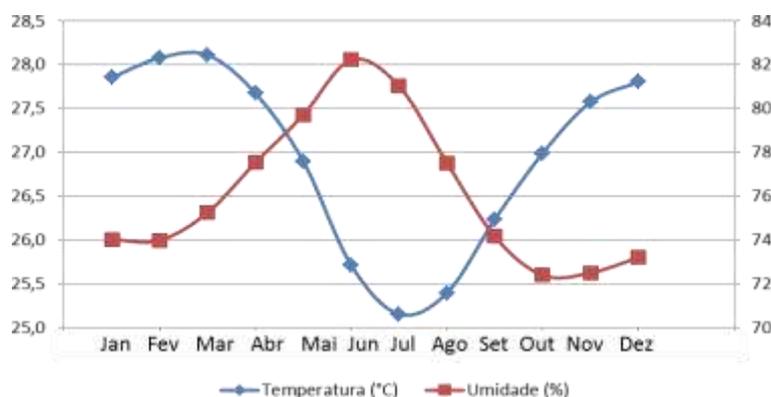


Figura 9. Média mensal de temperatura e umidade de João Pessoa, referente ao período histórico de 1992 a 2017. Fonte: Organização da autora com os dados do INMET (2018).

De acordo com dados da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social – SEDES (2009), João Pessoa é identificada como a cidade mais arborizada do Brasil, com destaque para Mata do Buraquinho ao centro da malha urbana. No Noroeste e Sul da cidade é margeada por manguezais. Com relação à topografia física da referida cidade verifica-se uma transição abrupta na proximidade da orla entre a faixa litorânea e a elevação do relevo a altitudes de 20 a 40 metros, formando um paredão que se mantém bem vegetado, garantindo sua estabilidade e valor paisagístico (SEDES, 2009).

Atualmente a cidade de João Pessoa tem passado por inúmeras transformações no seu espaço geográfico, em função do uso desordenado do solo em algumas áreas e da forte especulação do setor imobiliário, que tem reduzido cada vez mais a cobertura verde remanescente de Mata Atlântica na malha urbana (SEDES, 2009).

O crescimento desordenado da malha urbana associado ao crescimento demográfico tem gerado uma série de problemas socioambientais na região: aumento da violência, desemprego, favelização, aumento de algumas epidemias etc.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), a população oficial do município neste ano, era de 723.515 habitantes. No ano de 2018, a população teve um aumento para 811.598 habitantes. Quando observado o crescimento da população da cidade desde o ano 2010 para o ano de 2018, houve um acréscimo de 12% no período de oito anos (IBGE, 2018). Ainda, de acordo com o IBGE (2018) a capital paraibana apresenta 64 bairros, apresentados na Figura 10 e Tabela 2.

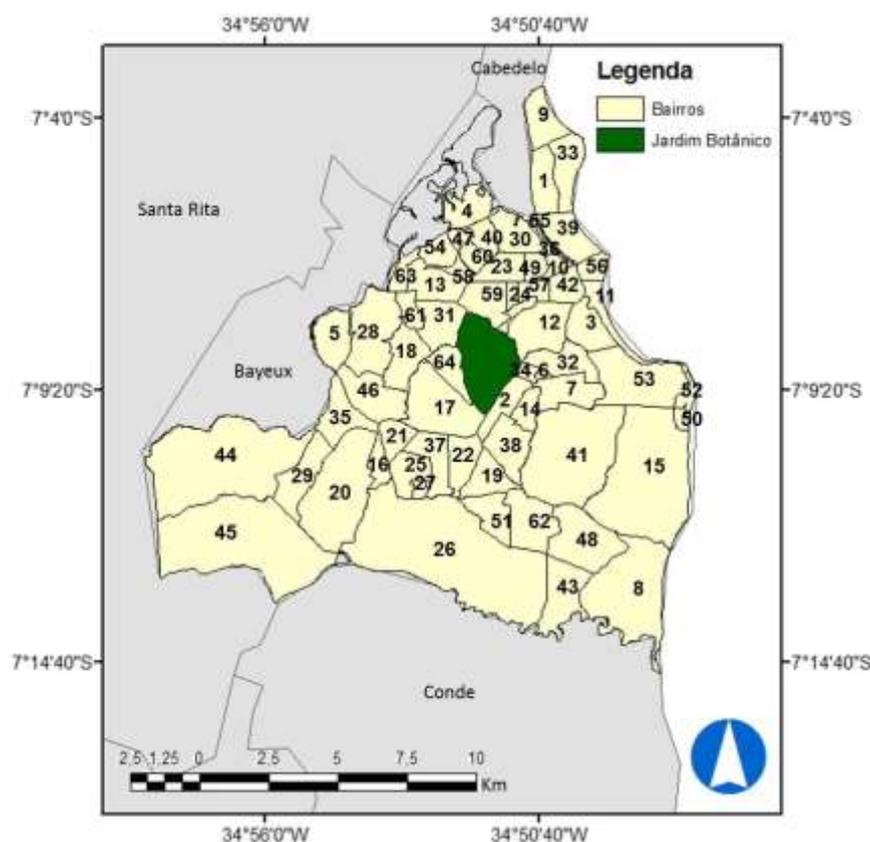


Figura 10. Localização dos bairros de João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Tabela 2. Bairros da cidade de João Pessoa, PB.

Código	Bairro	Código	Bairro	Código	Bairro
1	Aeroclube	23	Estados	44	Mumbaba
2	Água Fria	24	Expedicionários	45	Mussuré
3	Altiplano	25	Funcionários	46	Oitizeiro
4	Alto do Céu	26	Gramame	47	Padre Zé
5	Alto do Mateus	27	Grotão	48	Paratibe
6	Anatólia	28	Ilha de Bispo	49	Pedro Gondim
7	Bancários	29	Indústrias	50	Penha
8	Barra de Gramame	30	Ipês	51	Planalto da Boa Esperança
9	Bessa	31	Jaguaribe	52	Ponta do Seixas
10	Brisamar	32	Jardim Universitária	53	Portal do Sol
11	Cabo Branco	33	Jardim Oceania	54	Roger
12	Castelo Branco	34	Jardim São Paulo	55	São José
13	Centro	35	Jardim Veneza	56	Tambaú
14	Cidade dos Colibris	36	João Agripino	57	Tambauzinho
15	Costa do Sol	37	João Paulo II	58	Tambιά
16	Costa e Silva	38	José Américo	59	Torre
17	Cristo Redentor	39	Manaíra	60	Treze de Maio
18	Cruz das Armas	40	Mandacaru	61	Trincheiras
19	Cuiá	41	Mangabeira	62	Valentina
20	Distrito Industrial	42	Miramar	63	Varadouro
21	Ernani Sátiro	43	Muçumago	64	Varjão
22	Ernesto Geisel				

5.2 Procedimentos metodológicos

O presente estudo é de natureza quanti-qualitativa, o qual utiliza uma metodologia de trabalho pautada na contextualização da problemática com caráter interdisciplinar e holístico baseado na análise do Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.), uma contribuição teórico-metodológica, que permite a compreensão da interação entre a natureza e a sociedade, enfocando os riscos e vulnerabilidades para discutir os problemas socioambientais do meio urbano (MENDONÇA, 2004; MENDONÇA, 2010; MENDONÇA et al., 2016).

Ainda, de acordo com Mendonça (2004) o S.A.U. é um sistema aberto e complexo composto por input (fluxo de matéria e energia de ordem social e natural), atributos (características sociais que imprimem a dinâmica do sistema ambiental urbano), output (problemas urbanos resultantes da interação naturais e sociais).

Tal sistema foi adaptado para o referido estudo da relação dos fatores naturais, sociais e do clima urbano nas arboviroses de Dengue, Zika e Chikungunya na cidade de João Pessoa/PB. A pesquisa também prôpos embasar os resultados para realizar aplicabilidade em Programas de Planejamento Ambiental e Saúde Pública no município. O S.A.U. adaptado (Figura 11) é detalhado abaixo:



Figura 11. Sistema Ambiental Urbano – S.A.U. Fonte: Adaptado de Mendonça (2004).

5.2.1 Revisão bibliográfica

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico e documental a respeito da temática em questão.

5.2.2 Delimitação dos pontos

A escolha dos bairros para medições *in loco* de temperatura e umidade relativa do ar ocorreu de acordo com a quantidade de equipamento e locais seguros para a sua instalação. As antenas de telefonia da empresa EMBRATEL, devido ao fator segurança, foram os pontos definidos para o monitoramento em cada bairro da capital.

Com isso, foram escolhidos na malha urbana de João Pessoa, nove bairros: Castelo Branco (Figura 12A), Expedicionários (Figura 12B), Manaíra (Figura 12C), Cabo Branco (Figura 12D), Mangabeira (Figura 12E), Cruz das Armas (Figura 12F), Alto do Mateus (Figura 12G), Centro (Figura 12H) e Bancários (Figura 12I).

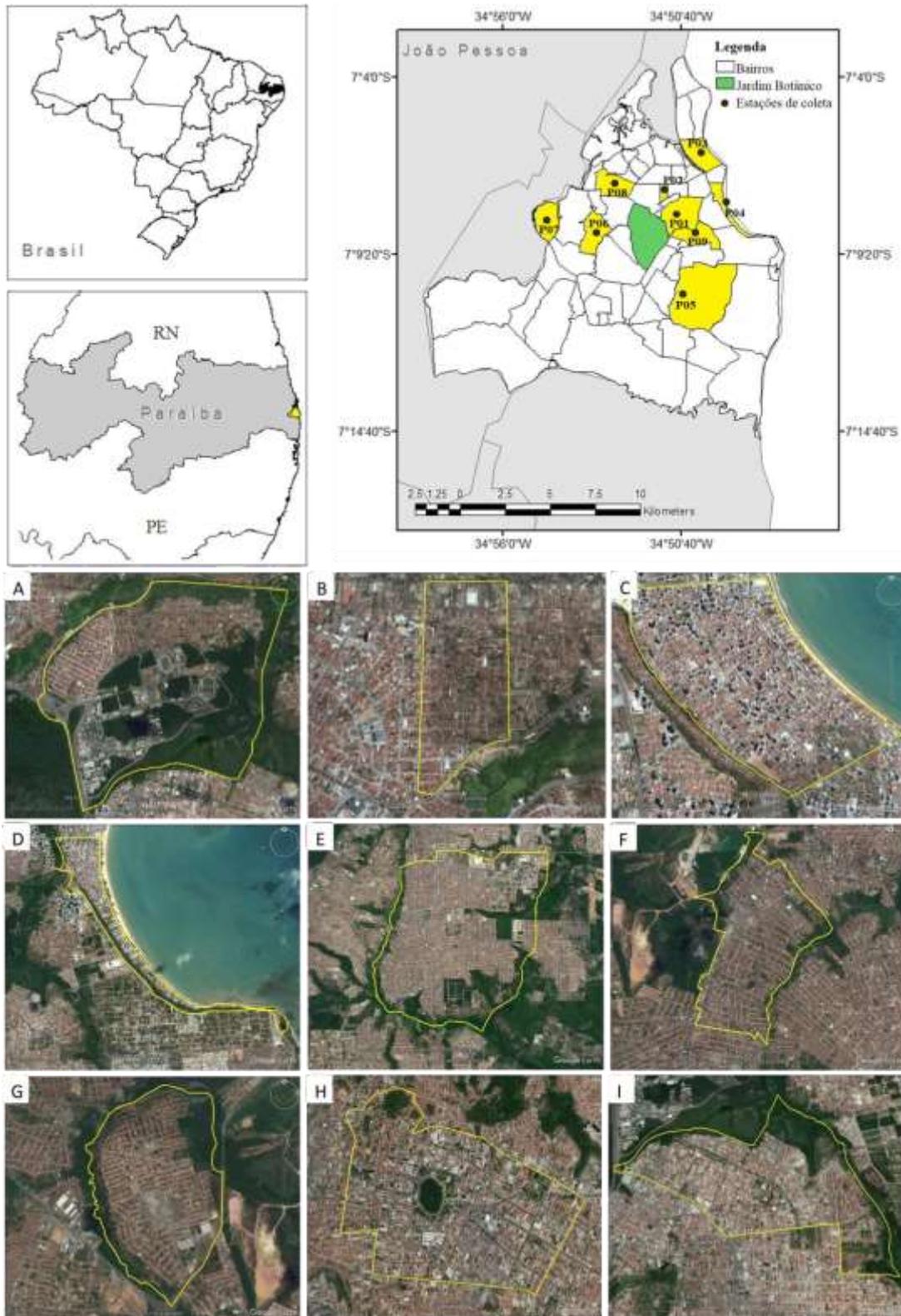


Figura 12. Localização dos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I) em João Pessoa, PB. Fonte: Adaptado do Google Earth (2018).

A seguir os pontos experimentais são apresentados através de imagens aéreas realizadas por Drone (Figura 13).



Figura 13. Imagem dos pontos experimentais, a partir do sobrevoio com drone: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I) em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2019).

5.2.3 Caracterização das condições socioambientais

Para a caracterização socioambiental da área de estudo foi realizado o levantamento dos dados socioambientais que compõe o S.A.U. adaptado (densidade demográfica, nível educacional e renda média por domicílios, abastecimento de água, tratamento de esgoto e coleta dos resíduos), assim como, a área, a quantidade de residências e moradores foram coletados em bases de dados do IBGE (<https://www.ibge.gov.br/>).

A partir da renda média por domicílio foi definido o nível social, classificado de acordo com as classes definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - IBGE (2016), disposto na tabela 3 abaixo:

Tabela 3. Classificação das classes sociais.

Classe social	Renda familiar
A	18.740,01 ou mais
B	9.370,01 – 18.740
C	3.748,01 – 9.370
D	1.874,01 – 3.748
E	Até 1.874

Fonte: IBGE (2016).

O instrumento de coleta dos dados investigados trata-se de uma planilha eletrônica do programa Microsoft Excel®.

5.2.4 Coleta e análise dos dados microclimáticos

A análise do clima urbano se deu através de descrições físicas do espaço geográfico e medições *in loco*. O subsistema climático analisado foi o termodinâmico. Tal proposta é baseada na metodologia definida por Monteiro (1976), Katzschner et al. (2002), Costa (2007) e Santos (2011), o qual consiste na análise do campo térmico urbano e sua relação com o uso e cobertura do solo das amostras experimentais monitoradas. Em seguida, foi realizado o reconhecimento e caracterização dos bairros onde ficaram alocados os sensores meteorológicos, assim como o mapeamento de cada ponto do experimento, no qual foi delimitado um raio de 150 m da localização do ponto de coleta, nas direções Norte e Oeste (KATZSCHNER et al., 2002) e um raio de 350m nas direções Leste e Sul, compreendendo um valor total de 500m, que correspondesse à

medida de 0,5 km (OKE, 2004). Esse procedimento objetiva analisar a influência da ventilação como um elemento de controle climático para o campo térmico da área. Dessa forma, foi determinada a análise numa área total de 0,21 km² no entorno de cada ponto estudado, conforme detalhado na Figura 14.

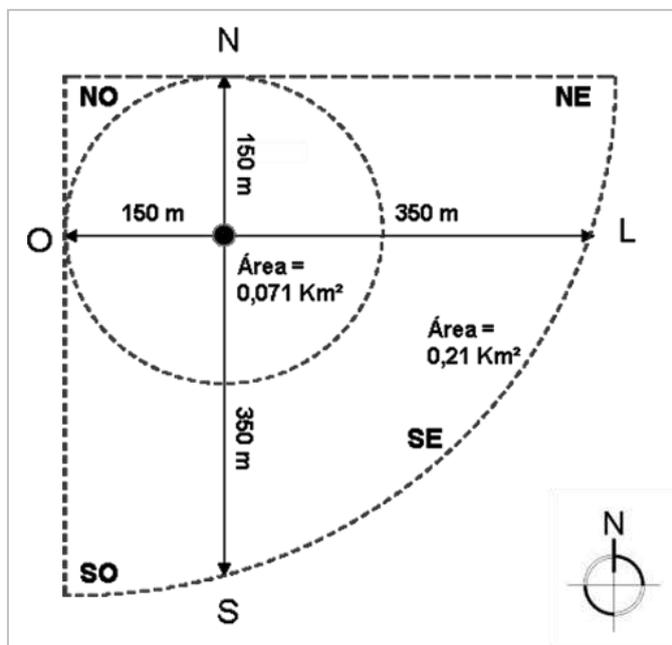


Figura 14. Área de análise de cada ponto de coleta durante os dois períodos experimentais: período de seco e chuvoso. Fonte: Costa (2007).

O índice de cobertura do solo em cada unidade foi obtido pela contribuição percentual das seguintes classes de cobertura, para a formação da área total de cada ponto experimental: cobertura de amianto, cobertura de cerâmica, cobertura de concreto, cobertura metálica, piscina, hidrografia, pavimento asfáltico, solo exposto e vegetação arbórea/arbustiva. Esse índice foi obtido com o auxílio do programa QGIS[®] a partir de imagem de alta resolução espacial Digital Globe de 2016.

Para coletar os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram utilizados Data Loggers Hobo[®] U12 com Resolução: Temperatura: 0.1°C em 25°C e RH: 0.07% em 25°C). Tais sensores foram programados para obter dados durante intervalos horários e colocados em torre de antena de celulares, distando 1,5m do solo e protegidos em cabines meteorológicas plásticas de cor branca, as quais contêm pequenas aberturas que permitem a livre circulação do ar e evitam a incidência solar direta.

Cada estação de coleta dos dados foi georreferenciada com GPS de navegação, utilizando-se o sistema de projeção UTM e Datum planimétrico SAD 69, para posterior espacialização no Sistema de Informação Geográfica, assim como foi realizado registro

fotográfico a partir do sobrevoo de drone. A Tabela 4 e a Figura 15 exibem os pontos experimentais com as suas respectivas coordenadas geográficas.

Tabela 4. Localização dos pontos experimentais em coordenadas.

Localização dos pontos	Ponto	Zona	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Castelo Branco (Mata do DSE/UFPB)	P01	Leste	294473	9210910	18
Bairro Expedicionários	P02	Norte	295307	9212248	54
Bairro Manaíra	P03	Leste	297168	9213966	13
Bairro Cabo Branco	P04	Leste	298053	9212232	09
Bairro Mangabeira	P05	Sul	296918	9205666	50
Bairro Cruz das Armas	P06	Oeste	291631	9210044	47
Bairro Alto do Mateus	P07	Oeste	288930	9210524	45
Bairro Centro	P08	Norte	292672	9212726	37
Bairro Bancários	P09	Sul	297368	9209252	18

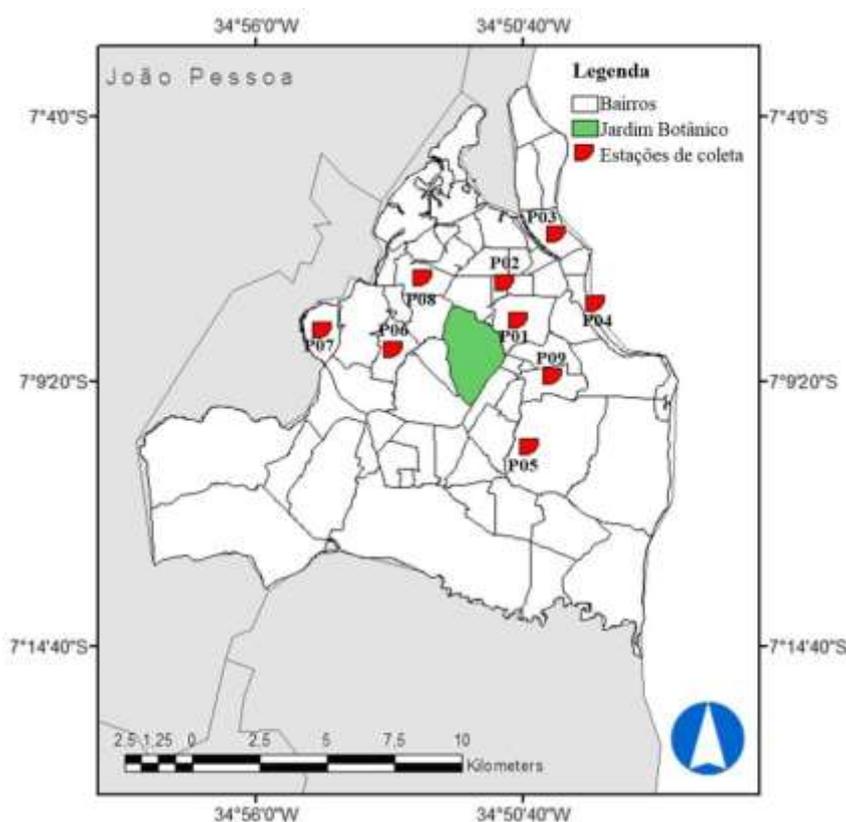


Figura 15. Localização das estações de coleta de dados, no município de João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Para obtenção dos dados pluviométricos e da velocidade média do vento (m/s) foram utilizados dados diários da estação meteorológica de João Pessoa, obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.

A periodicidade para o levantamento dos dados compreendeu os dois períodos climáticos da área de estudo: o seco (janeiro, fevereiro, setembro e outubro) e o chuvoso (março a agosto) de 2018.

Os dados microclimáticos (temperatura e umidade) foram organizados em planilha eletrônica do Microsoft Excel[®] e gerados gráficos: mensal e horário, já os de precipitação e velocidade do vento, gerados gráficos mensais.

5.2.5 Cálculo da Intensidade da Ilha de Calor Urbana (ICU)

A intensidade de ilha de calor urbana - ICU foi obtida pela diferença entre a temperatura do ar de uma área não urbanizada ou menos urbanizada e aquela mais urbanizada (OKE, 1973; SILVA et al., 2010). Dessa forma, foi considerada como ponto de referência (área com semelhança a um ambiente em condições naturais) a amostra experimental localizada no P01 – Castelo Branco, mais especificamente no resquício de Mata Atlântica localizada próximo ao Departamento de Sistemática e Ecologia (DSE), da Universidade Federal da Paraíba – UFPB (Latitude 294473 S e Longitude 9210910 W).

Para verificar a intensidade da Ilha de Calor Urbana foi utilizada a classificação realizada por García (1996), como apresentada na Tabela 5, abaixo:

Tabela 5. Classificação da intensidade da Ilha de Calor Urbana.

ICU	Intensidade da ICU
$IC < 0^{\circ}C$	Ilha de Frescor
$IC = 0^{\circ}C$	Neutra
$0^{\circ}C < IC \leq 2^{\circ}C$	Fraca Magnitude
$2^{\circ}C < IC \leq 4^{\circ}C$	Média Magnitude
$4^{\circ}C < IC \leq 6^{\circ}C$	Forte Magnitude
$IC > 6^{\circ}C$	Muito Forte Magnitude

Fonte: García (1996).

Os dados de ilha de calor urbana foram organizados em planilha eletrônica do Microsoft Excel[®] e gerados gráficos: mensal e horário.

5.2.6 Levantamento do LIRAA, cálculo do Índice de Infestação Predial (IIP) e de Breteau (IB)

O LIRAA consiste em uma metodologia recomendada pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), que identifica os criadouros predominantes e a situação de infestação do *Ae. aegypti* nos imóveis; visitas em casas, prédios e terrenos para levantamento dos criadouros (tipo do depósito, técnica de pesquisa larvária, coleta e acondicionamento de larvas e pupas para análise laboratorial). Para esse levantamento, a área urbana dos municípios é dividida em estratos com características socioambientais idênticas com a finalidade de se obter homogeneidade e facilitar as ações de controle vetorial após verificar a situação local.

Logo, os dados referentes ao LIRAA são secundários utilizados para quantificar a infestação do *Ae. aegypti* nos estratos correspondentes aos bairros de João Pessoa, sendo obtidos por meio do Centro de Vigilância Ambiental e Zoonoses, pertencente à Secretária de Saúde do referido município.

É importante ressaltar que na cidade de João Pessoa possui um total de 29 estratos, e cada um possui de 426 até 611 imóveis inspecionados, mas para esse estudo foram utilizados 12 estratos: Castelo Branco (1 estrato com 504 imóveis inspecionados); Expedicionários (1 estrato com 428 inspecionados); Manaíra (1 estrato com 436 imóveis inspecionados); Cabo Branco (1 estrato com 436 imóveis inspecionados); Mangabeira (3 estratos com 478, 426 e 457 = 1361 imóveis inspecionados); Cruz das Armas (2 estratos com 433 e 448 = 881 imóveis inspecionados); Alto do Mateus (1 estrato com 427 imóveis inspecionados), Centro (1 estrato com 439 imóveis inspecionados) e Bancários (1 estrato com 550 imóveis inspecionados).

A partir dos dados do LIRAA é calculado o Índice de Infestação Predial - IIP, do período seco (janeiro e outubro) e chuvoso (abril e julho) de 2018, para cada amostra experimental na área de estudo. Esse índice consiste na relação expressa em porcentagem entre o número de imóveis positivos e o número de imóveis pesquisados (BRASIL, 2005), expresso pela seguinte equação:

$$\text{IIP} = \frac{\text{Imóveis positivos}}{\text{Imóveis pesquisados}} \times 100$$

Posteriormente, analisado o risco de infestação de acordo com a classificação do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), disposto na Tabela 6, abaixo:

Tabela 6. Classificação do risco de infestação do mosquito *Ae. aegypti*.

IIP (%)	Significado	Classificação
< 1	Menos de 1 casa infestada para cada 100 pesquisadas	Satisfatório
≥ 1 < 3,9	De 1 a 3 casas infestadas para cada 100 pesquisadas	Alerta
> 3,9	Mais de 4 casas infestadas para cada 100 pesquisadas	Risco

Fonte: Brasil (2005).

Calculou-se o Índice Breteau - IB, o qual permite verificar a porcentagem do *Ae. aegypti* em estágio larvário no criadouro disposto em habitat urbano. Esse índice consiste na relação entre o número de recipientes positivos/depósitos e o número de imóveis pesquisados (BRASIL, 2005), expresso pela seguinte equação:

$$IB = \frac{\text{Recipientes/depósitos positivos}}{\text{Imóveis pesquisados}} \times 100$$

Também foi possível realizar o levantamento da diversidade de criadouros e a sua quantificação, no período seco (janeiro e outubro) e chuvoso (abril e julho) de 2018, seguindo a classificação do Ministério da Saúde (BRASIL, 2012) (Figura 16).

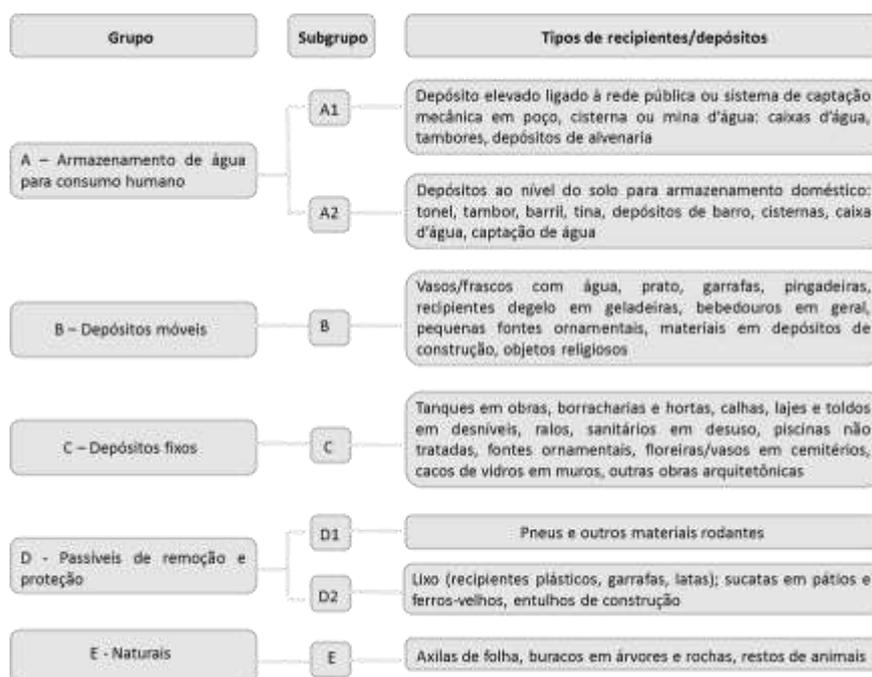


Figura 16. Classificação dos tipos de criadouros do mosquito. Fonte: Brasil (2012).

5.2.7 Levantamento e análise de dados sobre arboviroses

A quantificação das notificações de Dengue, Zika e Chikungunya foi realizada através de dados secundários coletados junto à Secretaria Municipal de Saúde do Município. Para a contagem das notificações durante o mês levou em consideração o registro da data dos primeiros sintomas.

Foi realizada a espacialização das notificações das doenças dos pontos monitorados, nos períodos seco e chuvoso, em UTM e Datum planimétrico SAD 69 utilizando a Imagem Landsat do ano 2018 no programa Google Earth Pro[®].

Posteriormente, foram elaborados gráficos mensais com a relação entre as variáveis de clima urbano (temperatura, umidade, precipitação, velocidade do vento e ilha de calor) e a quantificação de notificações das arboviroses de cada ponto experimental.

Os dados de clima urbano e as notificações das arboviroses foram submetidos ao teste estatístico, a análise multivariada denominada de Análise de Componentes Principais (ACP), a qual possui a finalidade de avaliar a inter-relação entre um número grande de variáveis e explicar essas em termos de suas dimensões intrínsecas em um conjunto menor de variáveis (componentes principais), sem que haja perda de informação (HONGYU et al., 2015). Tal teste foi efetuado no programa Minitab[®] versão 19.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Caracterização dos pontos experimentais

O ponto P02 (Expedicionários) possui uma área de aproximadamente 2.85 Km² e é em sua maior parte, composto por residências (1.112 domicílios) que abrigam 3.625 moradores (0.5% da população do município) e com densidade demográfica de 1.27 hab/km². Em contraponto, o P05 (Mangabeira) possui uma área de aproximadamente 13.44 Km² composta por residências e prédios (21.893 domicílios) que abrigam 75.988 moradores (10.5% da população do município) e com densidade demográfica de 5.65 hab/km² (Tabela 7). Segundo Ribeiro et al. (2006) os diferentes graus de concentração urbana refletem no tamanho do problema social, por exemplo, quanto maior a aglomeração de residentes em um determinado espaço maior a ocorrência de notificações de doenças infecciosas, como a Dengue. Carvalho e Nascimento (2012) e Costa et al. (2018) encontraram correlação positiva entre a densidade populacional e as notificações de arbovírus.

O ponto com menor nível educacional foi o P07 (Alto do Mateus) com 87.5% (de pessoas alfabetizadas) e P06 (Cruz das Armas) com 88.3% da população alfabetizada, os demais ficaram acima dos 90%. Segundo Silva e Machado (2018), a falta do acesso à informação ou baixa escolaridade dificultam a solução de problemas sociais, principalmente no que se refere à saúde pública. A renda por domicílio foi menor em P05 (Mangabeira), P06 (Cruz das Armas) e P07 (Alto do Mateus), e conseqüentemente com classe social classificada em E, quando comparado com P02 (Expedicionários), P03 (Manaíra) e P04 (Cabo Branco), com classe social classificada em C (Tabela 7). De acordo com Valadares et al. (2013), a classe social pode ser uma variável que não interfere diretamente na incidência de doenças transmitidas por *Ae. aegypti*.

No que diz respeito ao abastecimento de água verifica-se que é realizado por meio da rede geral, no qual o ponto P08 (Centro) possui o fornecimento em 89,2% do bairro, enquanto os demais estão acima dos 90%, com destaque para P01 (Castelo Branco – Mata do DSE/UFPB). Com isso, vale a pena ressaltar que o abastecimento realizado de forma irregular faz com que a população junte a água para momentos em que não é fornecido o serviço. Silva e Machado (2018) afirmam que essa problemática é um dos fatores que auxiliam no desenvolvimento de vetores que dependem da água e possível transmissão de doenças. Arrivillaga e Barrera (2004) reforçam a ideia de que

água parada acumulada em recipientes/depósitos proporcionam o desenvolvimento do mosquito, além disso, o fator ecológico limitante nesse ambiente é a quantidade de matéria orgânica, a qual é essencial para a sobrevivência e o desenvolvimento do *Ae. aegypti*.

O tratamento de efluentes gerados pela população no ponto P07 (Alto do Mateus) é de apenas 5,7% seguido de P06 (Cruz das Armas) com 58,2% e P05 (Mangabeira) com 73,3%. Miceli e Fonseca (2017) reforçam que a falta do saneamento básico adequado, composto por coleta de lixo e de águas residuais proveniente das atividades humanas, não está diretamente relacionado com a incidência das notificações de doenças causadas por arbovírus. Beserra et al. (2010) verificaram que o vetor *Ae. aegypti* é adaptado a uma gama de ambientes, reproduzindo e desenvolvendo em água da chuva, água desclorada e tolerante até mesmo em água rica em material orgânico.

A coleta dos resíduos pelo serviço de limpeza é regular variando de 85,4% (P08 - Centro) a 99,5% (P02 – Expedicionários) (Tabela 7). O lixo doméstico, entulhos e o descarte de materiais, como pneus tendem a juntar água, logo a sua coleta regular pode implicar em significativa redução da proliferação, por exemplo, do *Ae. aegypti* (SOBRAL e SOBRAL, 2019).

Tabela 7. Quantificação das variáveis socioambientais dos pontos experimentais: Castelo Branco (P01), Expedicionários (P02), Manaíra (P03), Cabo Branco (P04), Mangabeira (P05), Cruz das Armas (P06), Alto do Mateus (P07), Centro (P08) e Bancários (P09) em João Pessoa, PB.

Variáveis	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
Área (Km)	7,88	2,85	6,67	12,08	13,44	8,58	6,24	6,9	7,96
Domicílios	3.283	1.112	8.567	2.649	21.893	7.353	4.608	1.184	3.596
Habitantes	11.642	3.625	26.369	7.906	75.988	25.549	16.281	3.644	11.863
População (%)	1,6	0,5	3,6	1,0	10,5	3,5	2,3	0,5	1,6
Densidade	1,48	1,27	3,95	0,65	5,65	2,98	2,61	0,53	1,49
Nível educacional	92,1	95,7	97,7	97,8	92,9	88,3	87,5	93,5	91,9
Nível de renda (por domicílio)	2.017	4.099	7.620	8.652	1.610	1.285	1.144	2.869	3.323
Classe social	D	C	C	C	E	E	E	D	D
Abastecimento de água (%)	98,5	95,7	96,7	95,7	97,5	99,1	97,3	89,2	95,4
Tratamento de esgoto (%)	83,7	98,5	92,5	96,9	73,3	58,2	5,7	95,6	89,9
Coleta de resíduos (%)	99,3	99,5	94,0	88,1	98,5	98,1	94,1	85,4	96,9
Saneamento (%)	93,8	97,9	94,4	93,6	89,8	85,1	65,7	90,1	94,1

Fonte: IBGE (2010).

6.2 Caracterização do uso e cobertura do solo nos pontos experimentais

A caracterização física do uso e cobertura do solo dos pontos monitorados evidenciou a presença de setores com cobertura constituída por materiais impermeáveis, a exemplo de piscina, cerâmica, metálica, amianto, asfáltico e concreto; e de materiais permeáveis como: vegetação arbórea/arbustiva, hidrografia e solo exposto (Figura 17A-D).

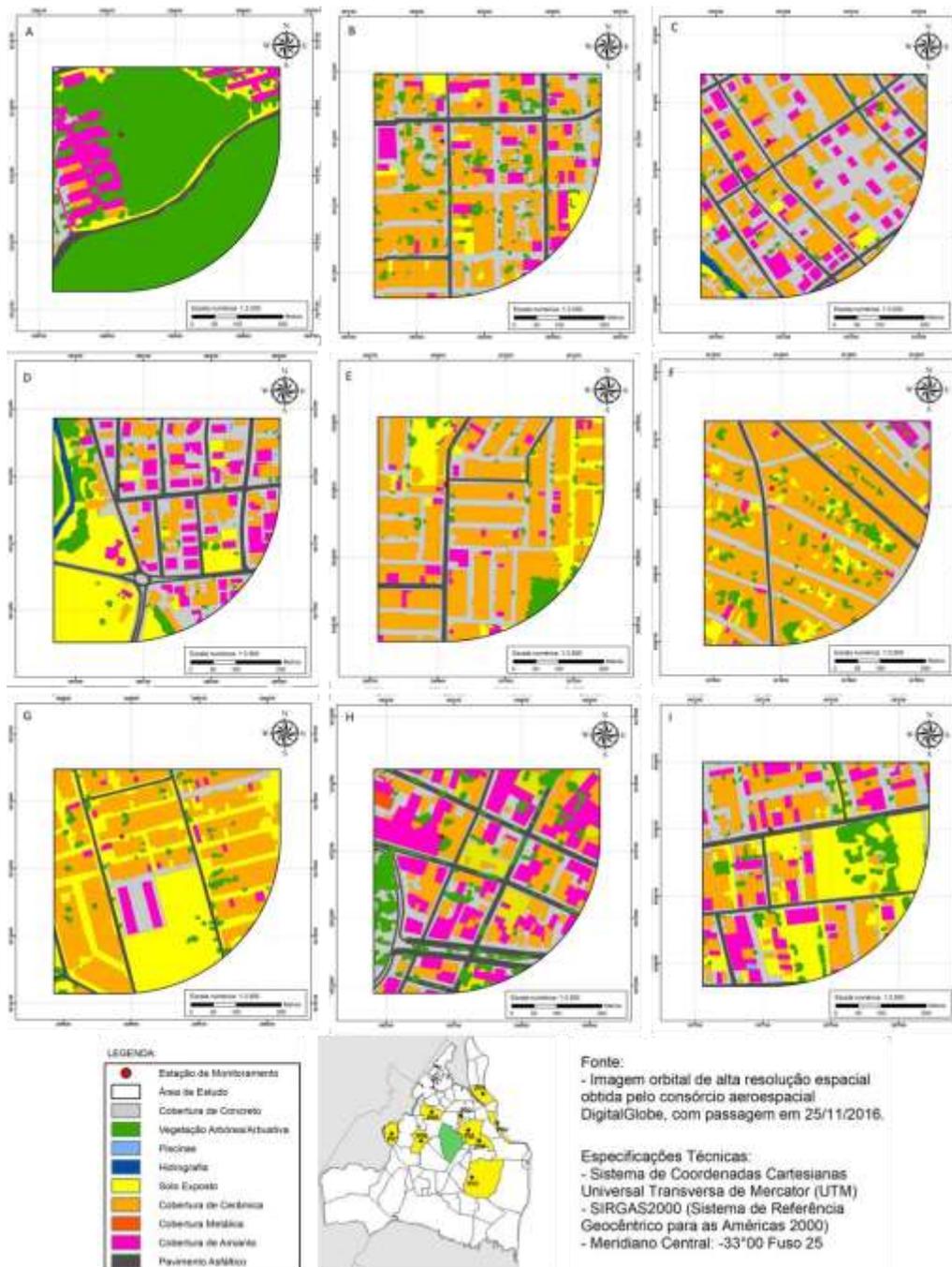


Figura 17. Uso e cobertura do solo dos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I) em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

A Tabela 8 apresenta as classes de uso e cobertura do solo dos nove pontos monitorados na área de estudo, com seus respectivos valores. O ponto P01 (Castelo Branco - Mata do DSE/UFPB) apresentou a maior taxa percentual de cobertura vegetal com porte arbóreo/arbustivo (76,97%). Essa classe de cobertura do solo influencia nas melhores condições microclimáticas, a partir da amenização da temperatura e aumento da umidade do ar através da evapotranspiração e sombreamento, principalmente no que diz respeito ao período seco (WANG et al., 2015; MARTINI et al., 2018; THOMAS et al., 2018), favorecendo ao conforto térmico (MARTINI e BIONDI, 2015).

Os remanescentes de vegetação encontrados em ambientes urbanos, com porte arbóreo e arbustivo, possuem a capacidade de reduzir em até 5,7 °C da temperatura média diária durante o verão, amenizando os efeitos da ilha de calor e reduzindo outros impactos da urbanização desordenada no microclima, isso tem repercussão positiva na saúde humana (EDMONDSON et al., 2016).

Por outro lado, os demais pontos, com destaque para P03 (Manaíra) apresentou as menores taxas de vegetação arbórea/arbustiva (2,13%) em detrimento dos materiais de cobertura do solo impermeáveis (totalizando 94,98%). Essas coberturas possuem propriedades térmicas que armazenam e mantem o calor, principalmente o concreto que é capaz de aumentar até 2,2 °C a temperatura do ambiente urbano (YANG et al., 2013). Além disso, as edificações verticalizadas afetam a distribuição da ventilação impedindo a dissipação do calor (NOGUEIRA et al., 2018; YAHIA et al., 2018).

Tabela 8. Quantificação percentual do uso e cobertura do solo dos pontos experimentais: Castelo Branco (P01), Expedicionários (P02), Manaíra (P03), Cabo Branco (P04), Mangabeira (P05), Cruz das Armas (P06), Alto do Mateus (P07), Centro (P08) e Bancários (P09) em João Pessoa, PB.

Cobertura	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
Amianto	11,23	8,87	11,24	12,20	4,29	1,99	3,57	26,34	13,42
Cerâmica	1,30	43,31	32,44	15,43	53,50	61,50	42,74	18,68	24,92
Concreto	2,07	28,54	42,15	27,51	22,21	17,69	5,65	22,67	19,08
Hidrografia	0,00	0,00	0,73	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Piscina	0,00	0,29	0,00	0,30	0,00	0,00	0,04	0,00	0,33
Asfáltica	3,23	6,09	9,15	10,51	4,01	4,01	4,31	13,18	6,34
Solo exposto	5,20	4,75	1,98	25,32	11,43	11,43	40,17	6,56	27,22
Vegetação arbórea/arbustiva	76,97	8,15	2,13	7,17	4,56	4,56	3,52	11,89	8,71

Fonte: Organização da autora (2018).

6.3 Avaliação das condições microclimáticas nos pontos experimentais do espaço intra-urbano da cidade de João Pessoa/PB e a formação das ilhas de calor

O curso mensal mínimo de temperatura (Figura 18A) foi em julho, especialmente no P01 - Castelo Branco Mata do DSE/UFPB com 24,3 °C seguido do P07 - Alto do Mateus com 25,3 °C. O curso mensal máximo foi em março (Figura 19A) no P08 - Centro (30,7 °C), P03 – Manaíra (30,6 °C), P05 – Mangabeira (30,2 °C) e P09 – Bancários (30,2 °C). A umidade mensal mínima ocorreu em maio no P02 – Expedicionários (51,1%) e umidade máxima em junho no P08 – Centro (90,2%) (Figura 18B).

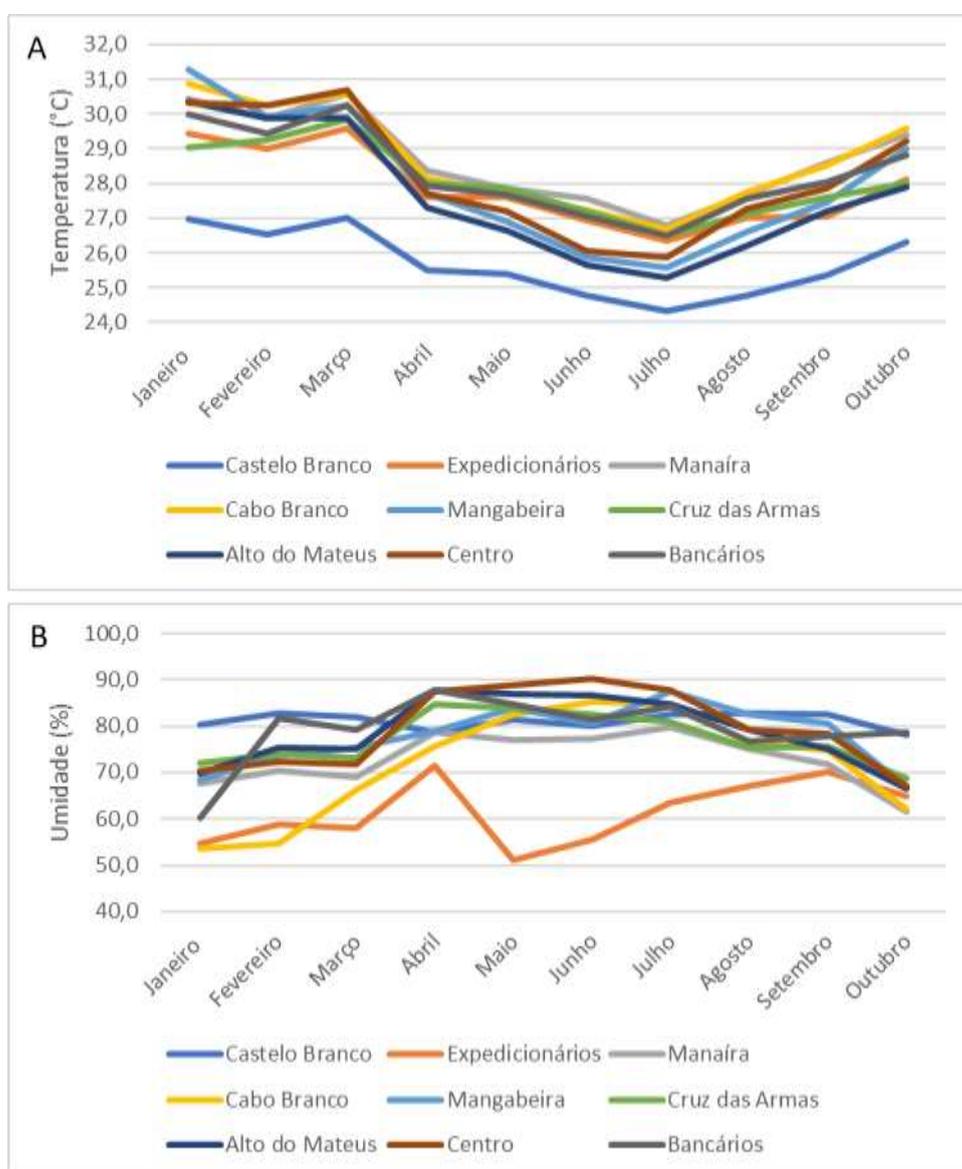


Figura 18. Curso temporal mensal de temperatura (A) e umidade (B) dos pontos experimentais em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

O curso mensal mínimo de precipitação, de acordo com os dados do INMET (2018), foi em outubro (1,9mm) e janeiro (89,1mm), e o máximo ocorreu em abril (368,5mm) e julho (197,6mm) (Figura 19).

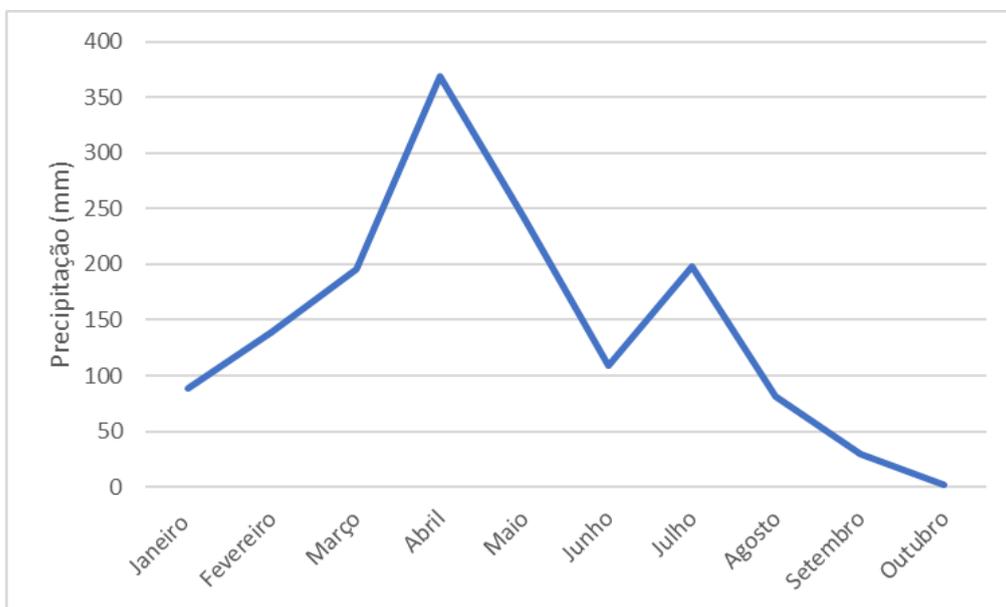


Figura 19. Curso temporal mensal de precipitação dos pontos experimentais em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

O curso mensal mínimo de velocidade do vento, de acordo com os dados do INMET (2018), se deu nos meses de março e abril (ambos com 2,1m/s) e o máximo em agosto e outubro (ambos com 2,7 m/s) (Figura 20).

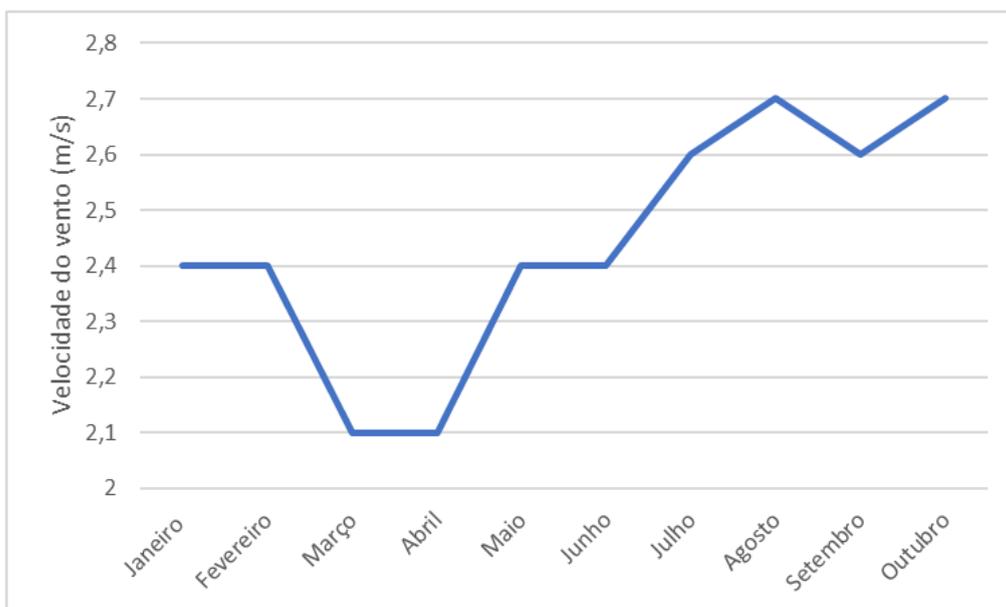


Figura 20. Curso temporal mensal de velocidade do vento dos pontos experimentais em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

O curso mensal mínimo de ilha de calor foi em junho e julho, especialmente no P07 - Alto do Mateus (0,9 °C) classificado como fraca magnitude. O máximo foi em janeiro no P05 – Mangabeira (4,3 °C) classificada em forte magnitude e P04 – Cabo Branco (3,9 °C) com média magnitude e em março no P08 – Centro (3,7 °C), P04 – Cabo Branco e P03 – Manaíra (ambos com 3,6 °C), todos classificados em média magnitude (Figura 21). O material de uso e cobertura do solo, mas especificamente materiais de construção civil, influenciam na absorção e manutenção do calor, e consequentemente na formação e intensidade da ilha de calor, principalmente no período seco, quando a precipitação é baixa e não ameniza o microclima (MURPHY, et al., 2011).

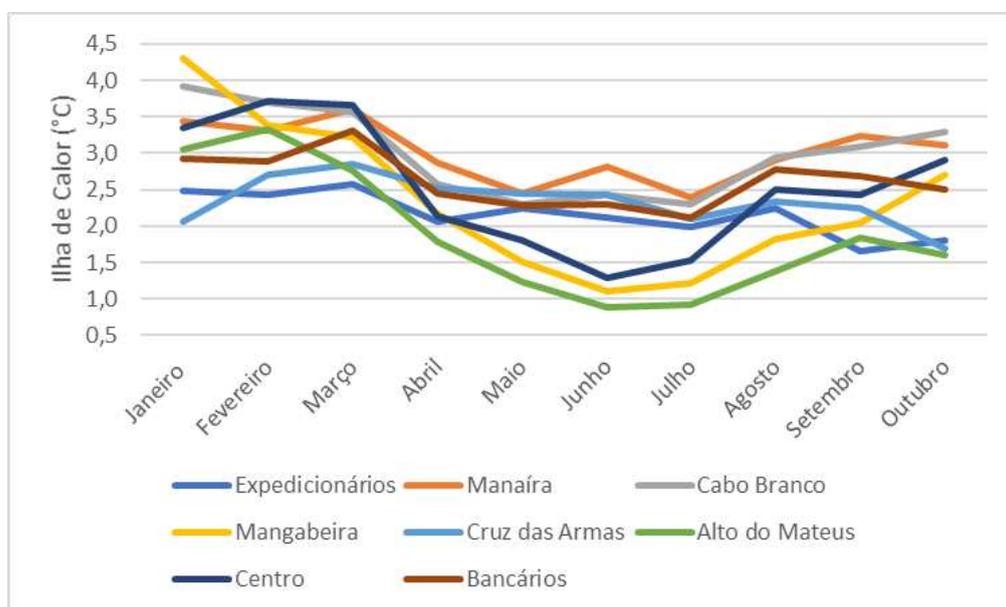


Figura 21. Curso temporal mensal de ilha de calor dos pontos experimentais em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Por haver variação na organização urbana e no uso e cobertura do solo há diferenciação das taxas de temperatura, umidade e ilha de calor entre os pontos localizados nos bairros, entretanto, o comportamento semanal e mensal demonstrou que em março ocorreu temperaturas mais altas (principalmente em P08 – Centro e P03 - Manaíra), baixa umidade (especialmente no P02 – Expedicionários) e alta de ilha de calor em janeiro (P04 – Cabo Branco e P05 – Mangabeira) e março (P03 – Manaíra, P04 – Cabo Branco e P08 – Centro). Por outro lado, baixas temperaturas principalmente em julho no P01 - Castelo Branco Mata do DSE/UFPB); alta umidade entre junho (P08 – Centro) e julho (P09 – Bancários) e menores ilha de calor especialmente em junho

(P07 - Alto do Mateus). Essa variação no espaço intra-urbano foi corroborada por Oliveira et al. (2015), Chatzidimitriou e Yannas (2016) e Ragheb et al. (2016).

O comportamento horário das variáveis microclimáticas dos pontos monitorados, durante o período seco, verificou-se que as médias da temperatura do ar (Figura 22A) são mais baixas entre os horários que correspondem às 18h (noite) e 07h (manhã) variado de 23,4 °C (P07 – Alto do Mateus) a 28,6 °C (P04 – Cabo Branco) e taxas de umidade (Figura 22B) oscilando entre 59,3% (P04 – Cabo Branco) e 91,7% (P07 – Alto do Mateus). A temperatura de 08h (manhã) às 17h (noite) (Figura 22A), variou entre 25,4 °C (P01 – Castelo Branco Mata do DSE/UFPB) a 39,4°C (P06 – Cruz das Armas) seguida de redução de umidade (Figura 22B) 45,6% (P06 – Cruz das Armas) a 84,7% (P01 – Castelo Branco Mata do DSE/UFPB).

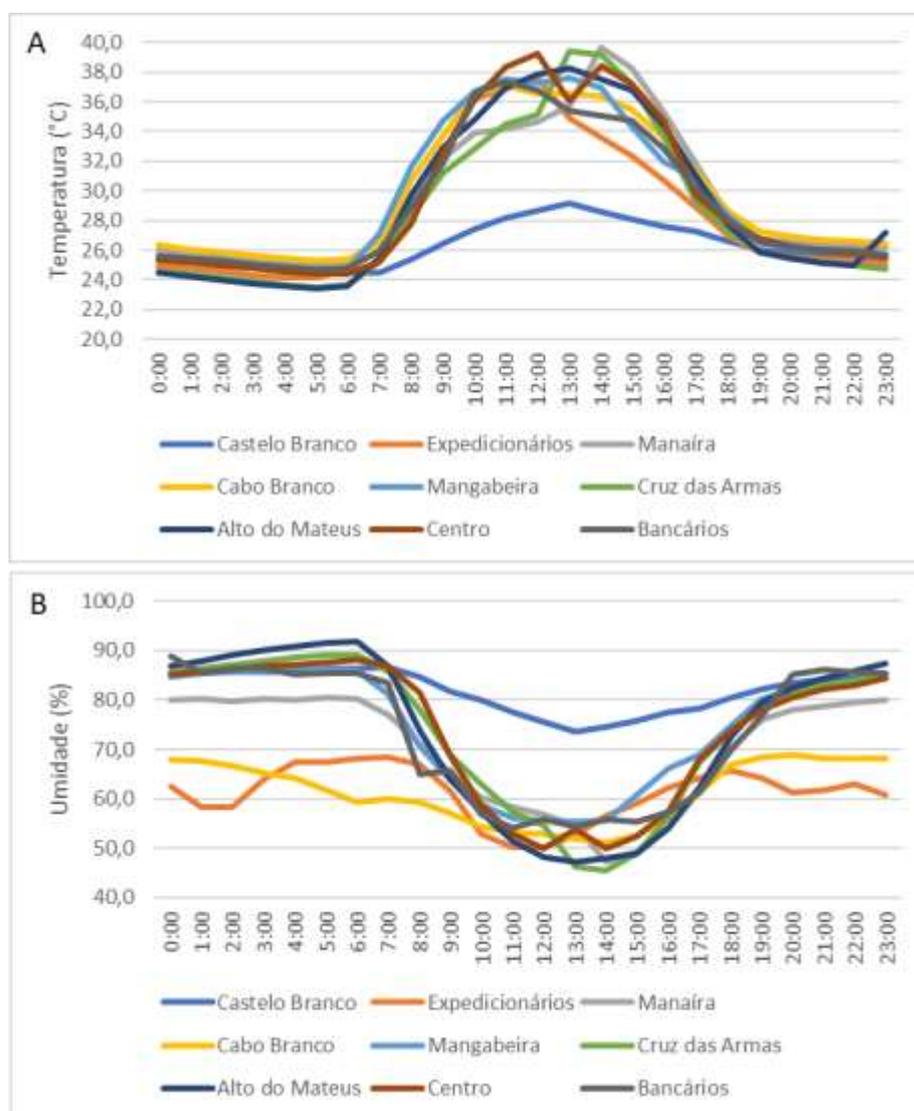


Figura 22. Curso horário de temperatura (A) e umidade (B) dos pontos experimentais, no período seco, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

No período chuvoso, foi verificado que as médias da temperatura do ar (Figura 23A) são mais baixas entre os horários que correspondem às 17h (tarde) e 06h (manhã) variando de 22,5 °C (P07 – Alto do Mateus) a 28,8 °C (P04 – Cabo Branco) e taxas de umidade (Figura 23B) de 17h (tarde) às 8h (manhã) oscilando entre 60,1% (P02 – Expedicionários) e 100% (P09 – Bancários). Elevadas temperaturas (Figura 23A) ocorreram às 11h (manhã) e 17h (tarde) variando entre 26,7 °C (P01 - Castelo Branco Mata do DSE/UFPB) a 36,2 °C (P03 – Manaíra) e umidade (Figura 23B) de 9h (manhã) às 16h (tarde) oscilando entre 49% (P09 – Bancários) e 84,1% (P08 – Centro).

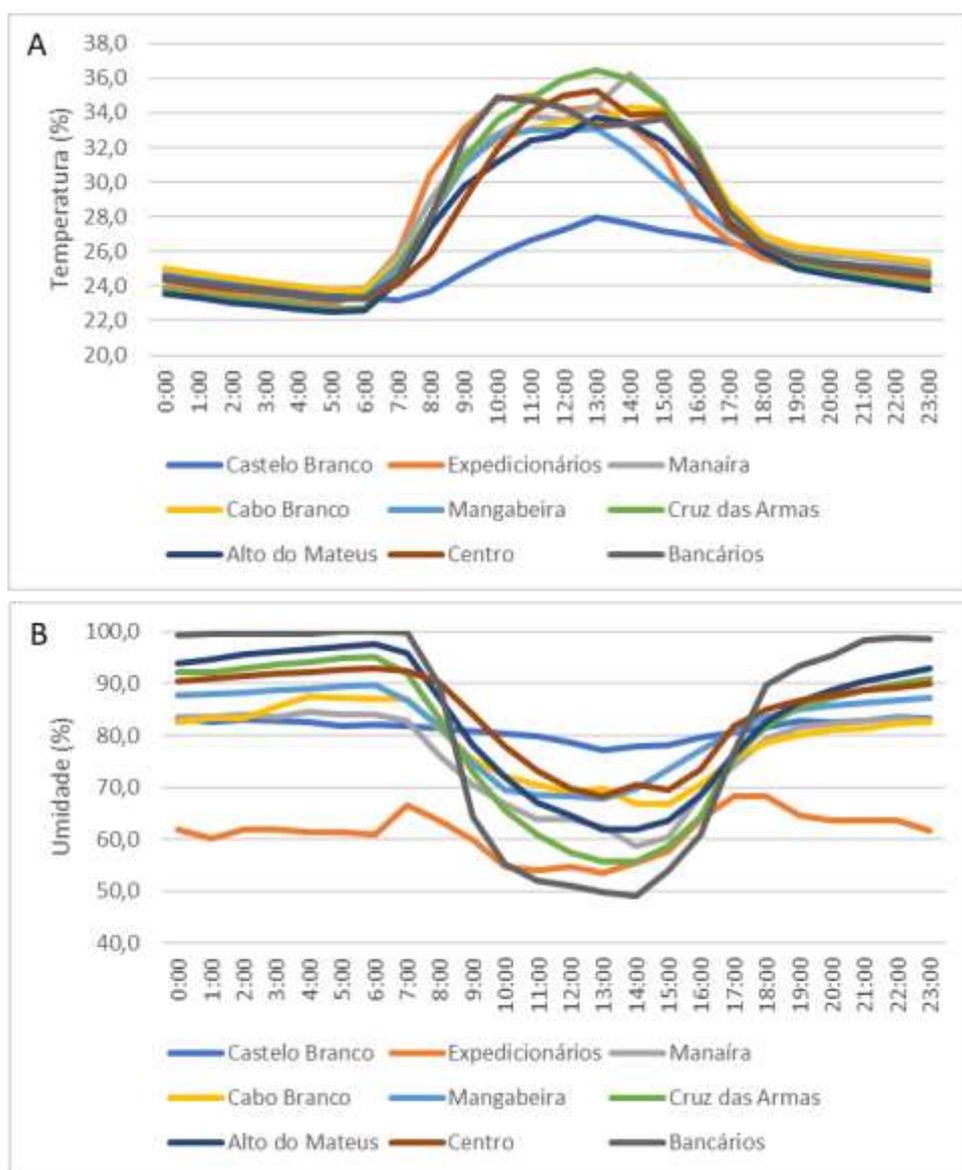


Figura 23. Curso horário de temperatura (A) e umidade (B) dos pontos experimentais, no período chuvoso, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

O comportamento horário da ilha de calor urbana (Figura 24) dos pontos monitorados, durante o período de seco, ocorreu das 19h (noite) até 06h (manhã) no P09 – Bancários (variando de 0,1 °C a 0,5 °C), P04 – Cabo Branco (variando de 0,7 °C a 1,2 °C) e P03 – Manaíra (variando de 0,5 °C a 0,8 °C) classificados em fraca magnitude. E pico entre 10h (manhã) e 14h (tarde) com ilha de calor em todos os pontos, variando de 4,9 °C (P02 – Expedicionários) a 11,1 °C (P03 – Manaíra), classificados em forte magnitude ou muito forte magnitude.

De 19h (noite) às 05h (manhã) no P07 - Alto do Mateus (-0,1 °C a -1,2 °C), P06 - Cruz das Armas (0,1 °C a -1,1 °C) e P02 - Expedicionários (0,1 °C a -0,6 °C) ocorreram ilhas de frescor e ilhas de fraca magnitude. Também foi observada ilha neutra e de frescor no P05 - Mangabeira (no intervalo horário de 00h – 05h) oscilando entre 0 °C a -0,2 °C e ilhas de frescor no P08 - Centro (no intervalo horário de 00h - 06h) entre -0,1 °C a -0,2 °C (Figura 24).

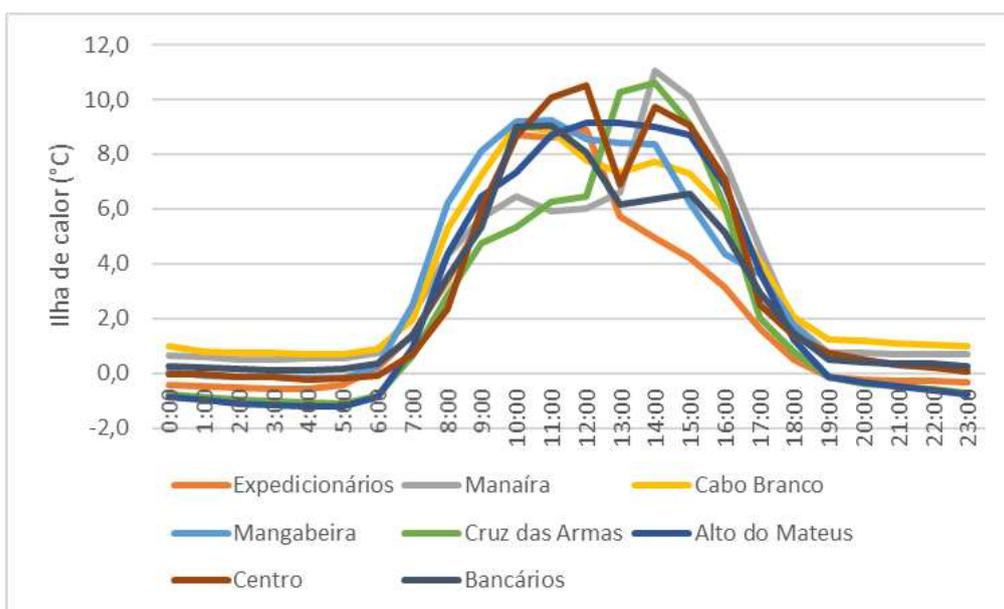


Figura 24. Curso horário de ilha de calor dos pontos experimentais, no período seco, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

No período chuvoso, a ilha de calor (Figura 25) ocorreu das 00h (manhã) às 23h (noite) no P04 - Cabo Branco (0,2 °C a 7,0 °C) e P03 – Manaíra (0,2 °C a 7,6 °C) classificando de fraca magnitude a muito forte magnitude. O pico ocorreu entre 9h (manhã) e 15h (tarde), com destaque para P09 – Bancários (9,2 °C) e P02 – Expedicionários (8,9 °C). Ilhas de frescor entre 18h (tarde) e 06h (manhã) no P07 – Alto do Mateus (-0,5 °C a -1,2 °C), P09 – Bancários (-0,1 °C a -0,2 °C), P08 – Centro (-

0,1 °C a -0,3 °C), P06 – Cruz das Armas (-0,3 °C a -0,9 °C), P02 – Expedicionários (-0,4 °C a -0,7 °C), e P05 – Mangabeira (-0,1 °C a -0,3 °C) (Figura 25).

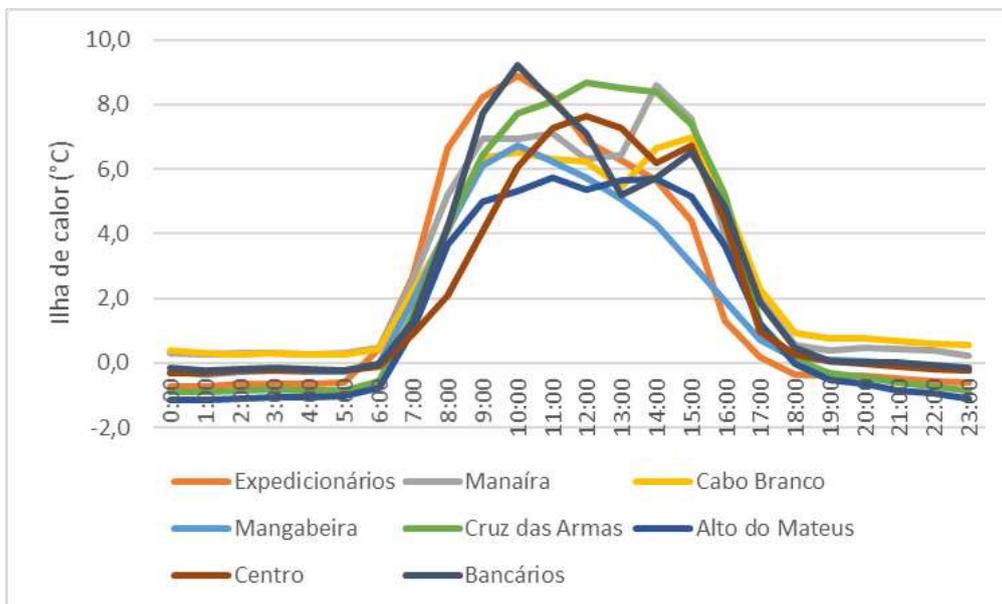


Figura 25. Curso horário de ilha de calor dos pontos experimentais, no período chuvoso, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Assim como, no presente estudo os autores Martini et al. (2013) e Oliveira et al. (2015) também verificaram oscilações das variáveis microclimáticas (temperatura, umidade e ilha de calor ou frescor) durante as horas.

De acordo com Santos (2017), a expressão da ilha de frescor em uma área urbanizada é reflexo do seu superaquecimento, no uso e cobertura do solo, com posterior troca de calor tornando-se ligeiramente resfriada, embora resulte em temperatura menor do que aquelas desempenhadas pelo ponto de referência (área com vegetação), isso não quer dizer que o núcleo urbano tenha baixas temperaturas frequentemente, quando relacionado com a área arborizada.

É importante ressaltar que a expressão da ilha de calor diurna, mais intensa, é formada pela incidência dos raios solares sobre o material e geometria do uso e cobertura do solo do ambiente urbano, enquanto a noturna, menos intensa, forma-se pela troca de calor entre o material e geometria do uso e cobertura do solo urbano e o céu, por isso a diferenciação na sua intensidade (SOUZA, 2010), podendo surgir ilha neutra e de frescor durante a noite (19h) e nas primeiras horas do dia (6h), como observado no presente estudo.

Diante do exposto, o crescimento desordenado das cidades tem repercussões no microclima, que por sua vez tem relação com a ocorrência de notificações de doenças

virais cuja veiculação é realizada por artrópodes que dependem principalmente do meio hídrico para a reprodução (FERREIRA, 2016).

6.4 Infestação do *Ae. aegypti* e notificações de Dengue, Zika e Chikungunya e a sua relação com o período seco e chuvoso na cidade de João Pessoa/PB

O maior índice de infestação predial (IIP) foi em julho (período chuvoso) nos pontos: P03 - Manaíra (1,8), P01 – Castelo Branco Mata do DSE/UFPB (1,6) e P07 – Alto do Mateus (1,4), classificados em alerta (Figura 26). No período seco, ocorrem menores taxas de IIP, mais especificamente no mês de outubro, onde não foram detectados infestação do *Ae. aegypti*, no período de inspeção, nos pontos: P03 – Manaíra, P04 – Cabo Branco, P05 – Mangabeira, P08 – Centro e P09 – Bancários (Figura 30). De acordo com Maciel-de-Freitas et al. (2007), Souza et al. (2010) e Soares-da-Silva et al. (2012), o Índice de Infestação Predial é mais expressivo no período chuvoso quando relacionado com o seco, pois segundo Souza et al. (2010) devido sua correlação positiva com a precipitação propiciando ambiente adequado para a reprodução/deposição e eclosão dos ovos, e posterior disseminação do mosquito possivelmente contaminado com as arboviroses.

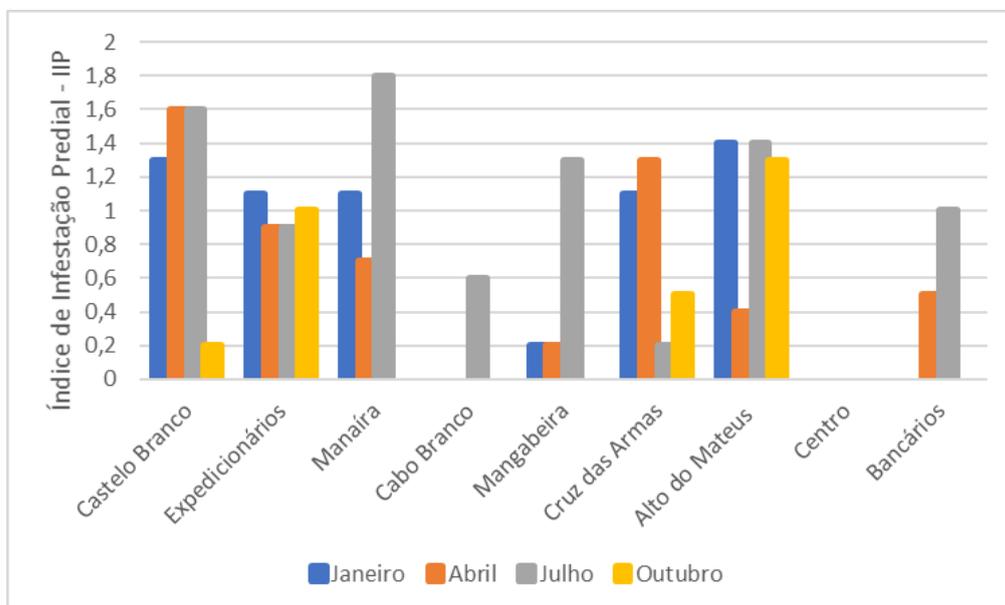


Figura 26. Índice de Infestação Predial (IIP) dos pontos experimentais, no período seco (janeiro e outubro) e chuvoso (abril e julho), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Quanto ao índice de Breteau (IB) em julho (período chuvoso) nos pontos: P03 - Manaíra (1,8), P09 – Bancários (1,7) e P01 – Castelo Branco Mata do DSE/UFPB (1,6) (Figura 27) foi mais expressivo quando comparado com o seco. No período seco, ocorrem menores taxas de IB, com destaque a outubro, no qual não foram detectados infestação do *Ae. aegypti* nos pontos: P09 – Bancários, P04 – Cabo Branco, P08 – Centro, P03 – Manaíra e P05 - Mangabeira (Figura 32). O Índice de Breteau é importante para demonstrar o possível risco de ocorrência de doenças virais causadas pelo vetor que se reproduz em depósitos/recipientes com água deixados em pontos da cidade, de acordo com Sanchez et al. (2010) quando o IB está $\geq 1,3$ há uma previsão de até 37,8% de sensibilidade para transmissão de arbovirose em determinada parte da cidade.

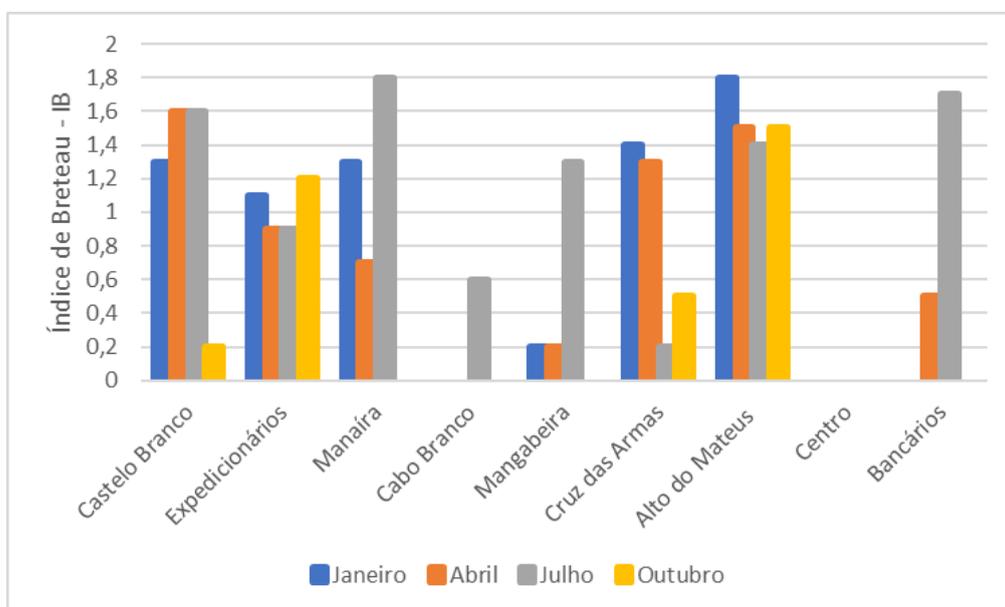


Figura 27. Índice de Breteau (IB) dos pontos experimentais, no período seco (janeiro e outubro) e chuvoso (abril e julho), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

A maior quantidade de recipientes/depósitos positivos encontrados no período seco foi no ponto P07 – Alto do Mateus (Figura 28 e Tabela 9). Neste mesmo período no P04 – Cabo Branco, P08 – Centro e P09 – Bancários não foram encontrados recipientes/depósitos com a infestação do *Ae. aegypti* (Figura 28 e Tabela 9). No período chuvoso, o P07 – Alto do Mateus e P01 – Castelo Branco Mata do DSE/UFPB obtiveram 16 e 15 recipientes/depósitos positivos, respectivamente (Figura 27-28 e Tabela 9). O P08 – Centro permaneceu sem recipientes/depósitos infestado, na data de

inspeção amostral realizada por bairro (Figura 27-28 e Tabela 9). Entretanto, mesmo sem a presença de criadouros positivos no período do levantamento *in loco* isso não implica em ausência do mosquito, como citado por Wijegunawradana et al. (2019), pois pode significar que o vetor já eclodiu e está na fase adulta disseminando as arboviroses.

Tabela 9. Quantidade de recipientes/depósitos: Castelo Branco (P01), Expedicionários (P02), Manaíra (P03), Cabo Branco (P04), Mangabeira (P05), Cruz das Armas (P06), Alto do Mateus (P07), Centro (P08) e Bancários (P09), no período seco e chuvoso em 2018 no município de João Pessoa, PB.

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
Nº recipientes/depósitos (seco)	6	11	5	0	1	8	16	0	0
Nº recipientes/depósitos (chuvoso)	15	8	11	3	10	7	16	0	11
Total	21	19	16	13	11	15	32	0	11

Fonte: LIRAA (2018).

A abundância do mosquito transmissor de arboviroses tem relação positiva com o período sazonal (WAGNER et al., 2018). Dessa forma, no período chuvoso são observadas maior índice de infestação do *Ae. Aegypti*, em relação ao período seco, as quais possivelmente vão atingir a fase adulta resultando em efeitos negativos para a saúde pública da população urbana, a partir da transmissão de doenças infecciosas (TOAI et al., 2019).

Os tipos de recipientes/depósitos (Figura 29) encontrados com a infestação do *Ae. aegypti*, no período seco, foram: A1 e A2 (Armazenamento de água para consumo humano), B (Depósitos móveis), C (Depósitos fixos), D1 e D2 (Passíveis de remoção e proteção). Em termos gerais, destaca-se a ocorrência do tipo A2 (totalizando 20 recipientes/depósitos) que dentre eles estão: poços, cisterna, caixa d'água tambor e depósitos de alvenaria; e o D2 (totalizando 18 recipientes/depósitos) com vasos/frascos de água, garrafa, recipiente de degelo de geladeira, entre outros.

Quando observado individualmente, o P07 – Alto do Mateus apresentou 8 recipientes/depósitos do tipo A2 e 6 do tipo D2, e nos pontos: P04 (Cabo Branco), P08

(Centro) e P09 (Bancários) não foram encontrados recipientes/depósitos em seu ambiente no dia da inspeção (Figura 28).

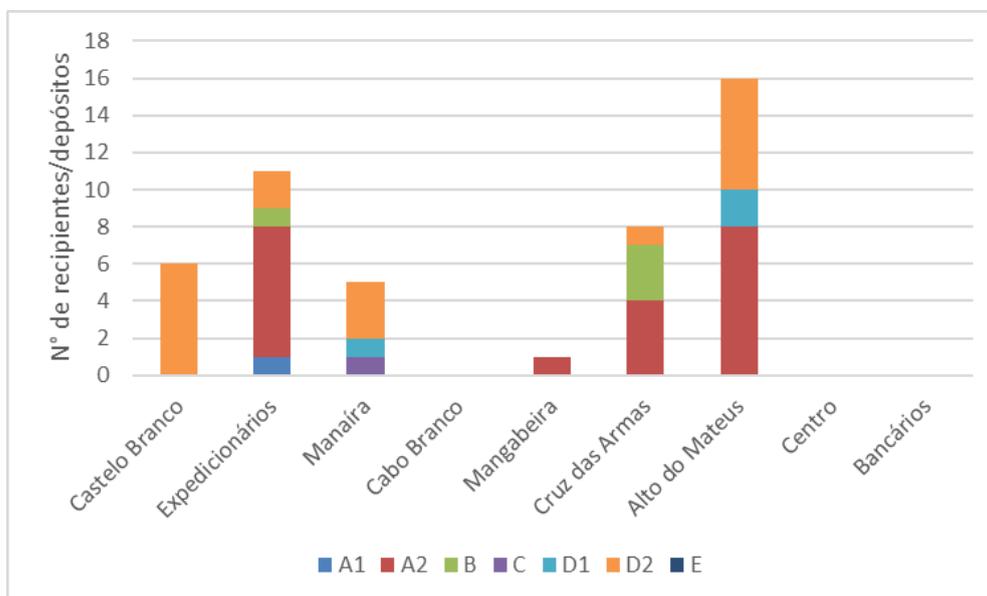


Figura 28. Classificação dos recipientes/depósitos positivos nos pontos experimentais, no período seco, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

No período chuvoso os recipientes/depósitos (Figura 29) positivos encontrados foram: A1 e A2 (Armazenamento de água para consumo humano), B (Depósitos móveis), C (Depósitos fixos), D1 e D2 (Passíveis de remoção e proteção) e E (Naturais), principalmente A2 (totalizando 25 recipientes/depósitos) dentre eles estão: poços, cisterna, caixa d'água, tambor e depósitos de alvenaria; e D2 (totalizando 21 recipientes/depósitos) com vasos/frascos de água, garrafa, recipiente de degelo de geladeira, entre outros.

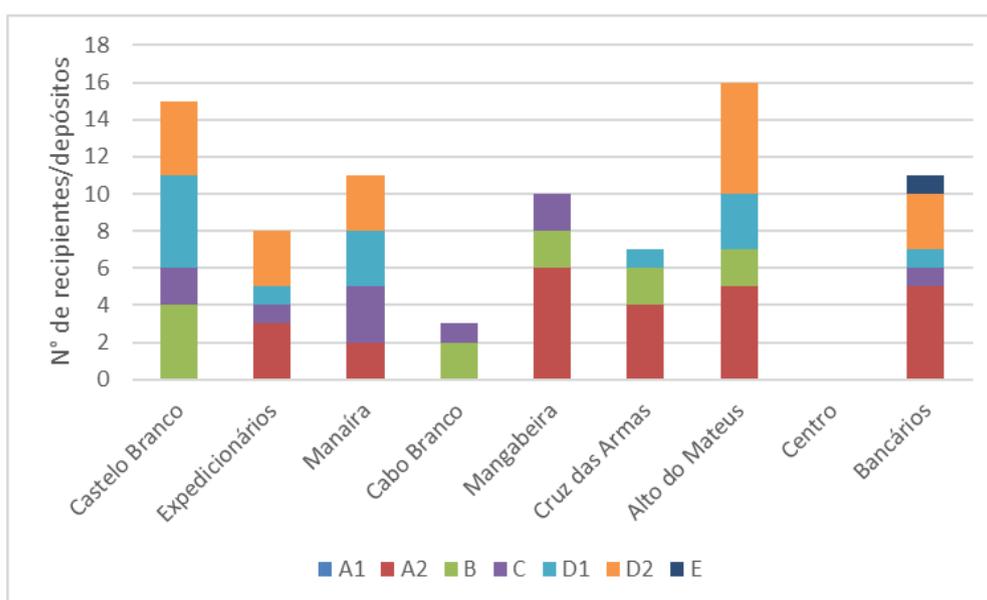


Figura 29. Classificação de recipientes/depósitos positivos nos pontos experimentais, no período chuvoso, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

O P07 (Alto do Mateus) apresentou destaque, com 5 recipientes/depósitos do tipo A2 e 6 do tipo D2, no período chuvoso. Já no ponto P08 (Centro) não foi encontrado recipientes/depósitos em seu ambiente no dia da inspeção (Figura 29).

Com isso, observa-se que o *Ae. aegypti* é adaptado ao espaço urbano, mais especificamente do ambiente domiciliar, e demonstra a sua capacidade de dispersão e sobrevivência em vários recipientes/depósitos. Para Barbosa et al. (2010) e Arduíno e Ávila (2015), os recipientes/depósitos artificiais e naturais encontrados demonstram a diversidade e a preferência de criadouros do mosquito (BARBOSA et al., 2010; ARDUÍNO e ÁVILA, 2015). Fernandes et al. (2015) em seu estudo detectaram que há uma preferência do vetor em fazer deposição dos ovos para desenvolvimento nos recipientes/depósitos do tipo A2 e D2, assim como encontrado na área deste estudo. Essa predileção é reforçada comumente pela utilização dos recipientes/depósitos pelos moradores para armazenar água, principalmente em bairros com abastecimento irregular ou precário, como citado por Marteis et al. (2013).

No que se refere à quantificação das arboviroses, em 2018, não foram registradas notificações de Zika nos pontos monitorados, isso não quer dizer que não ocorreu casos da doença no município de João Pessoa durante esse período. Segundo Almeida et al. (2019) a distribuição espacial dessa doença é desigual e influenciada por variáveis sociais.

Ocorreram 128 notificações de Dengue no período seco (janeiro, fevereiro, setembro e outubro) e 428 notificações de Dengue no período chuvoso (março a agosto), com destaque para o P05 – Mangabeira (seco = 21 notificações e chuvoso = 72), P06 – Cruz das Armas (seco = 33 notificações e chuvoso = 99) e P07 - Alto do Mateus (seco = 21 notificações e chuvoso = 68) (Figura 30).

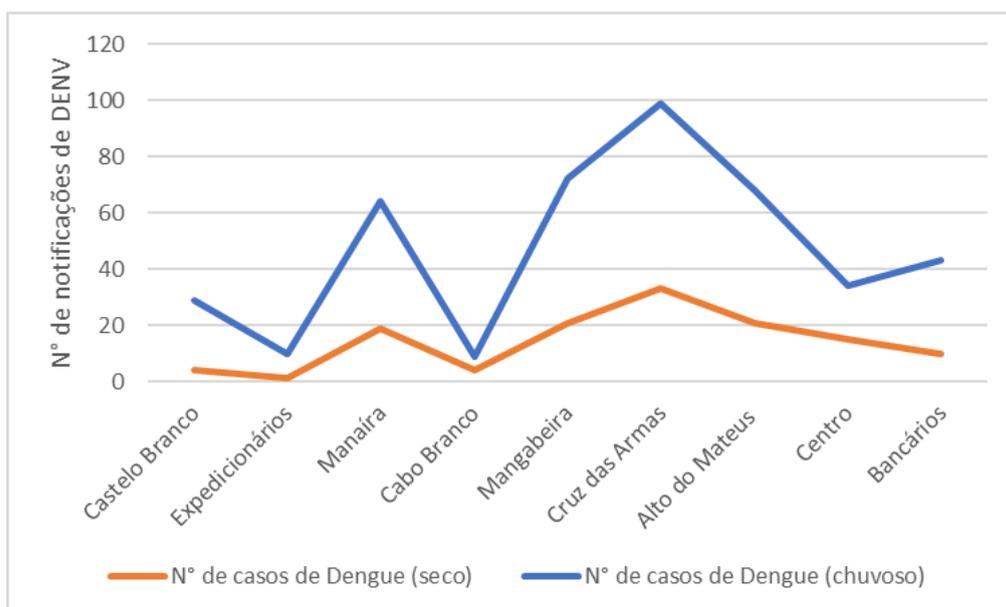


Figura 30. Quantidade de notificações de Dengue nos pontos experimentais, no período seco e chuvoso, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Quanto aos meses do período chuvoso, há um destaque para maio (totalizando 130 notificações) e junho (totalizando 96 notificações). Nos pontos: P06 – Cruz das Armas (com picos em maio = 25 notificações e julho = 18 notificações), P05 – Mangabeira (com picos em junho = 20 notificações e agosto = 18 notificações) e P03 – Manaíra (com picos em maio = 20 notificações e agosto = 15 notificações) obtiveram maior quantidade de notificações de Dengue (Figura 31).

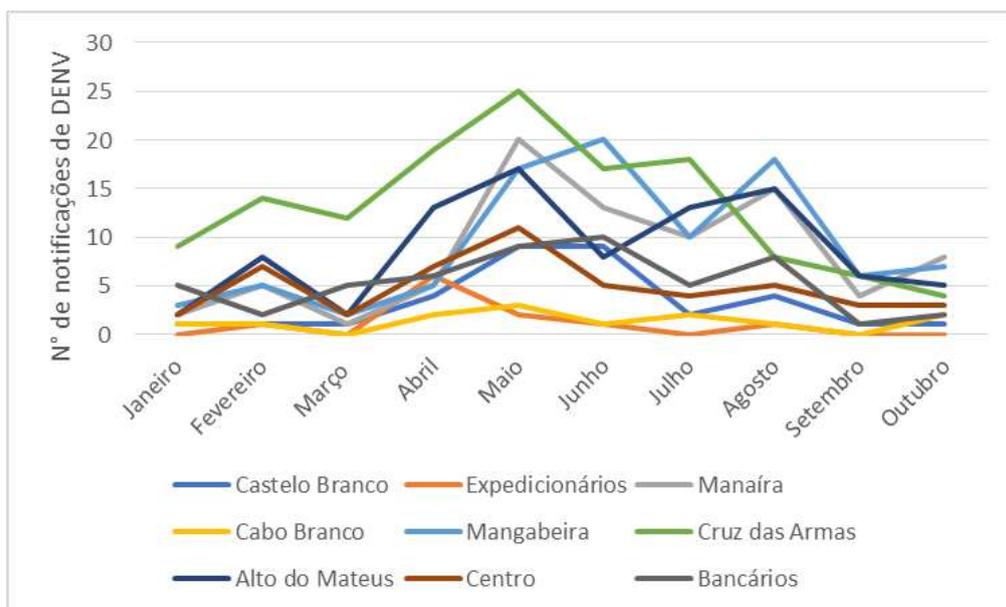


Figura 31. Quantidade de notificações de Dengue por mês, nos pontos experimentais, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

A espacialização espaço-temporal das notificações de Dengue, nos pontos experimentais analisados (Figura 32-40), demonstra os *hotspot* no espaço urbano em que as pessoas afetadas com a doença possivelmente residem, essas servem como depósitos do vírus para posterior disseminação, caso haja o contato mosquito-humano contaminados, assim como, a área prioritária para planejamento e ações de controle do mosquito, principalmente antes do período chuvoso, quando os casos aparecem com maior frequência. De acordo com Carvalho et al. (2017), as características sociais influenciam na distribuição das notificações de Dengue. Os autores reforçam que essa dinâmica de distribuição espacial das notificações evidenciam as localidades vulneráveis, e importantes para realização de estratégias para combate ao mosquito, para que estes não disseminem os arbovírus.

Majid et al. (2019) alerta que a urbanização, as características ambientais, o comportamento humano e a ecologia do *Ae. aegypti* contribuem para a distribuição de doenças, como a Dengue. Para Costa et al. (2018), a densidade populacional auxilia nas

incidências de arboviroses, já que esses ambientes populosos criam condições ideais para proliferação do mosquito transmissor, além de obter uma maior quantidade de indivíduos susceptíveis as (re)infecções.

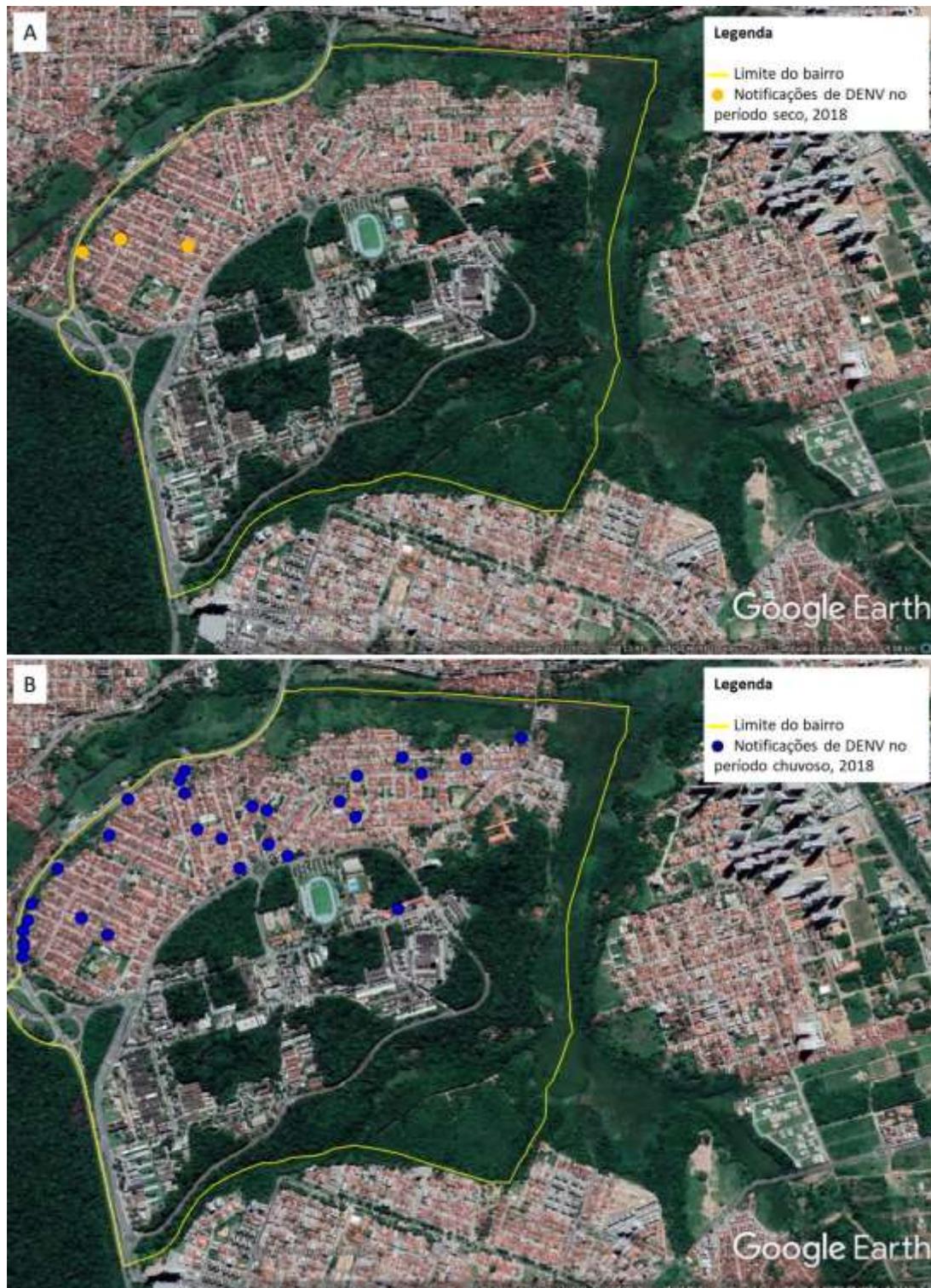


Figura 32. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P01 – Castelo Branco, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 33. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P02 – Expedicionários, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 34. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P03 – Manaíra, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 35. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P04 – Cabo Branco, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

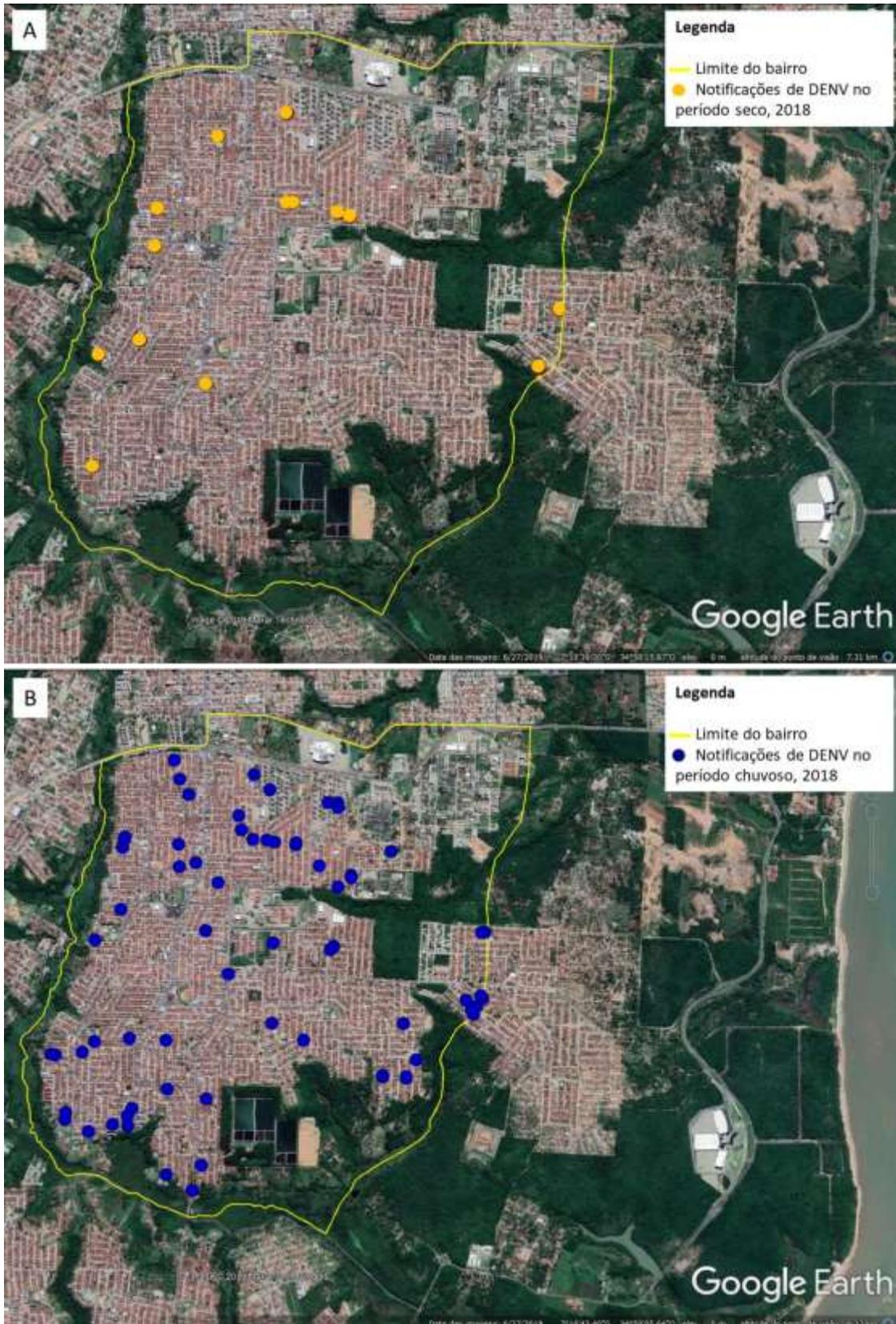


Figura 36. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P05 – Mangabeira, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

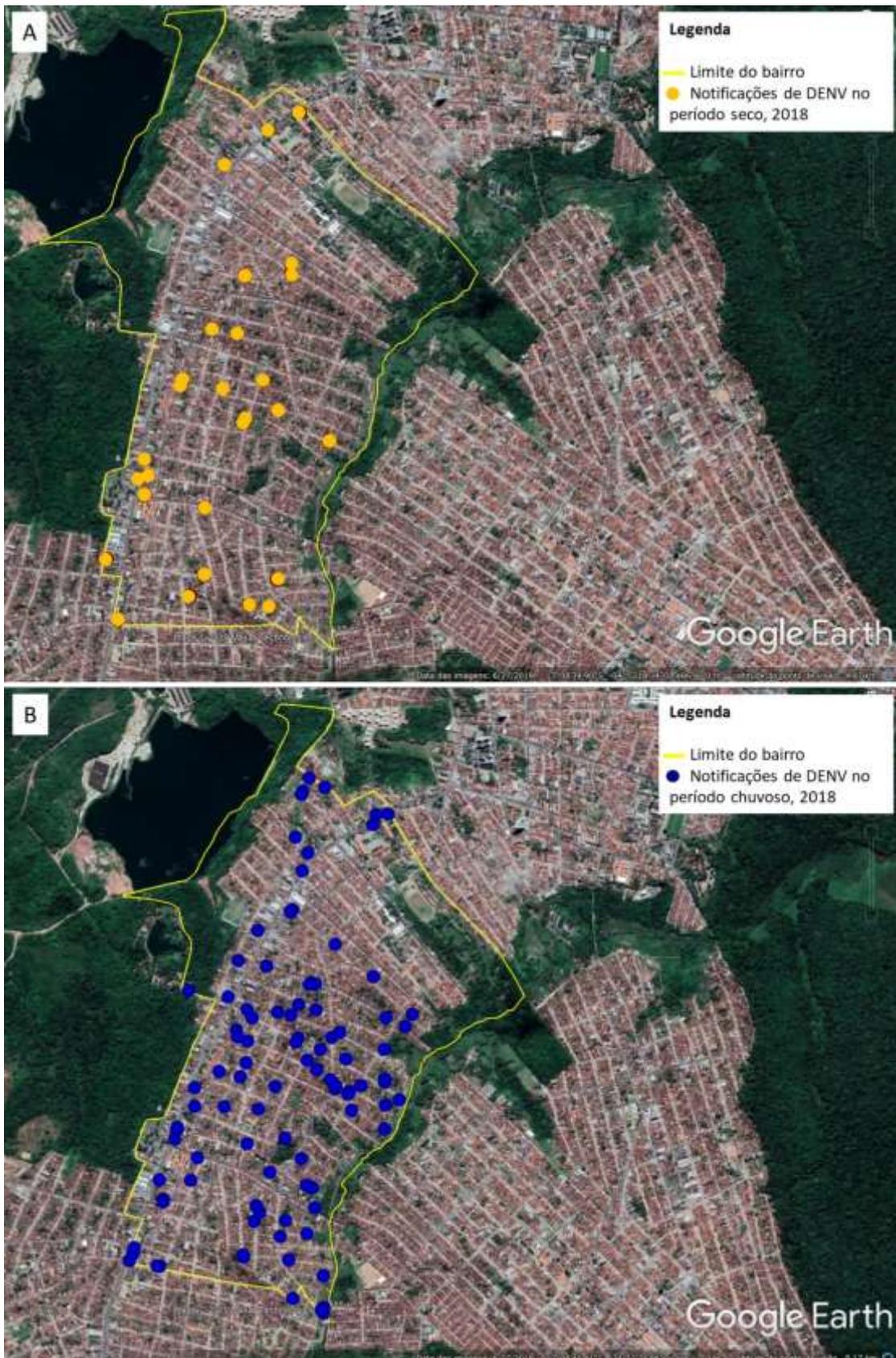


Figura 37. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P06 – Cruz das Armas, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

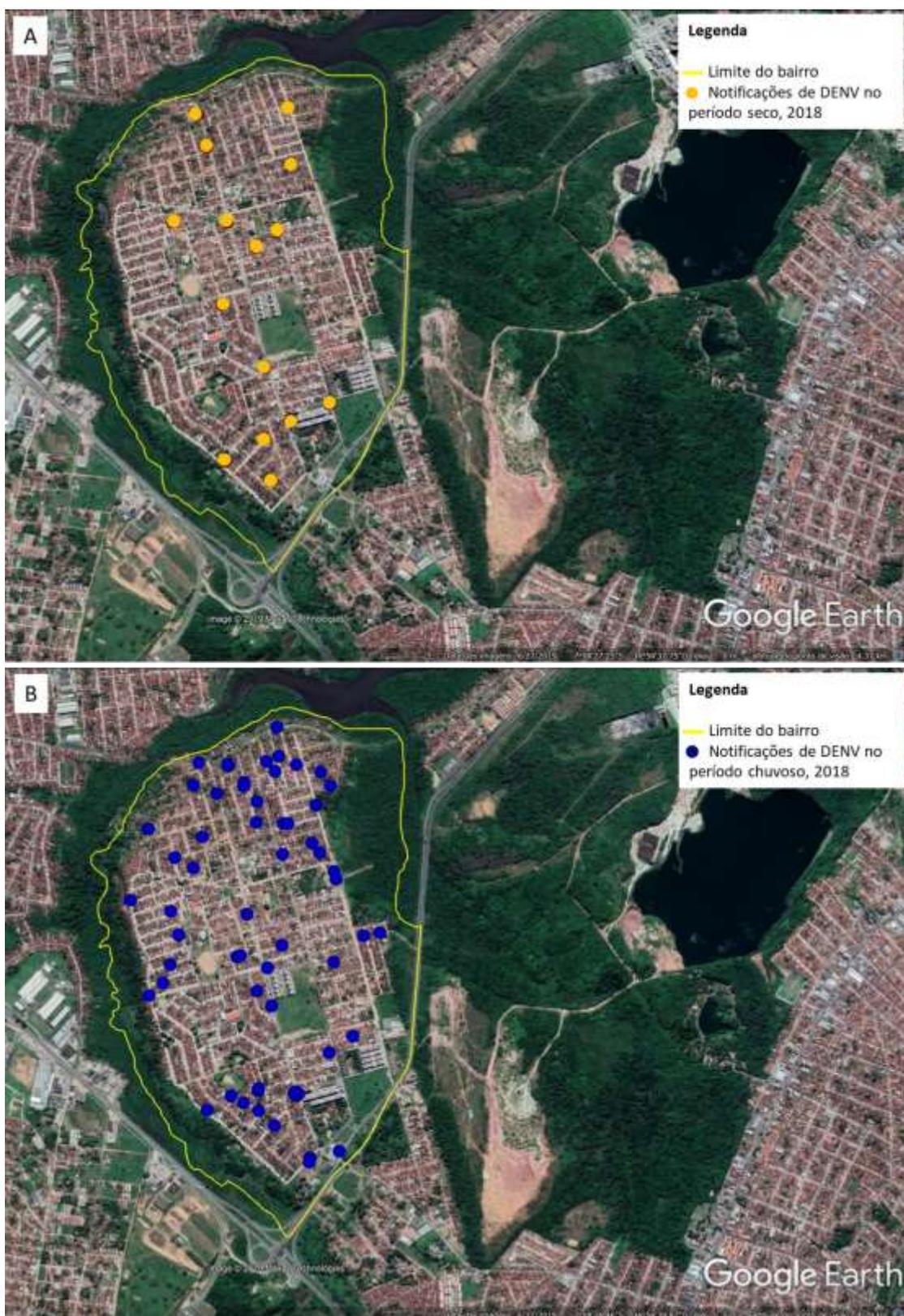


Figura 38. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P07 – Alto do Mateus, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

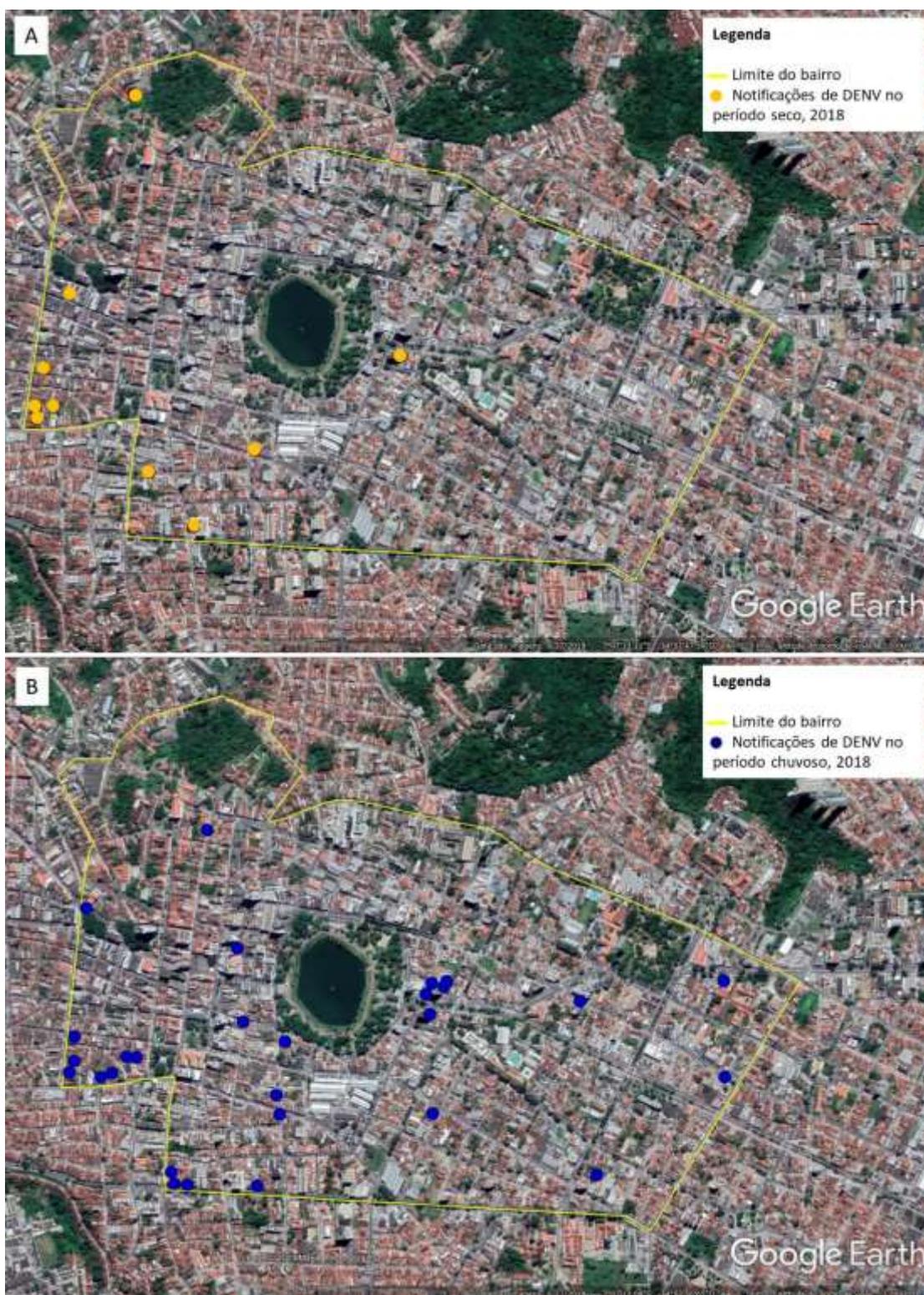


Figura 39. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P08 – Centro, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

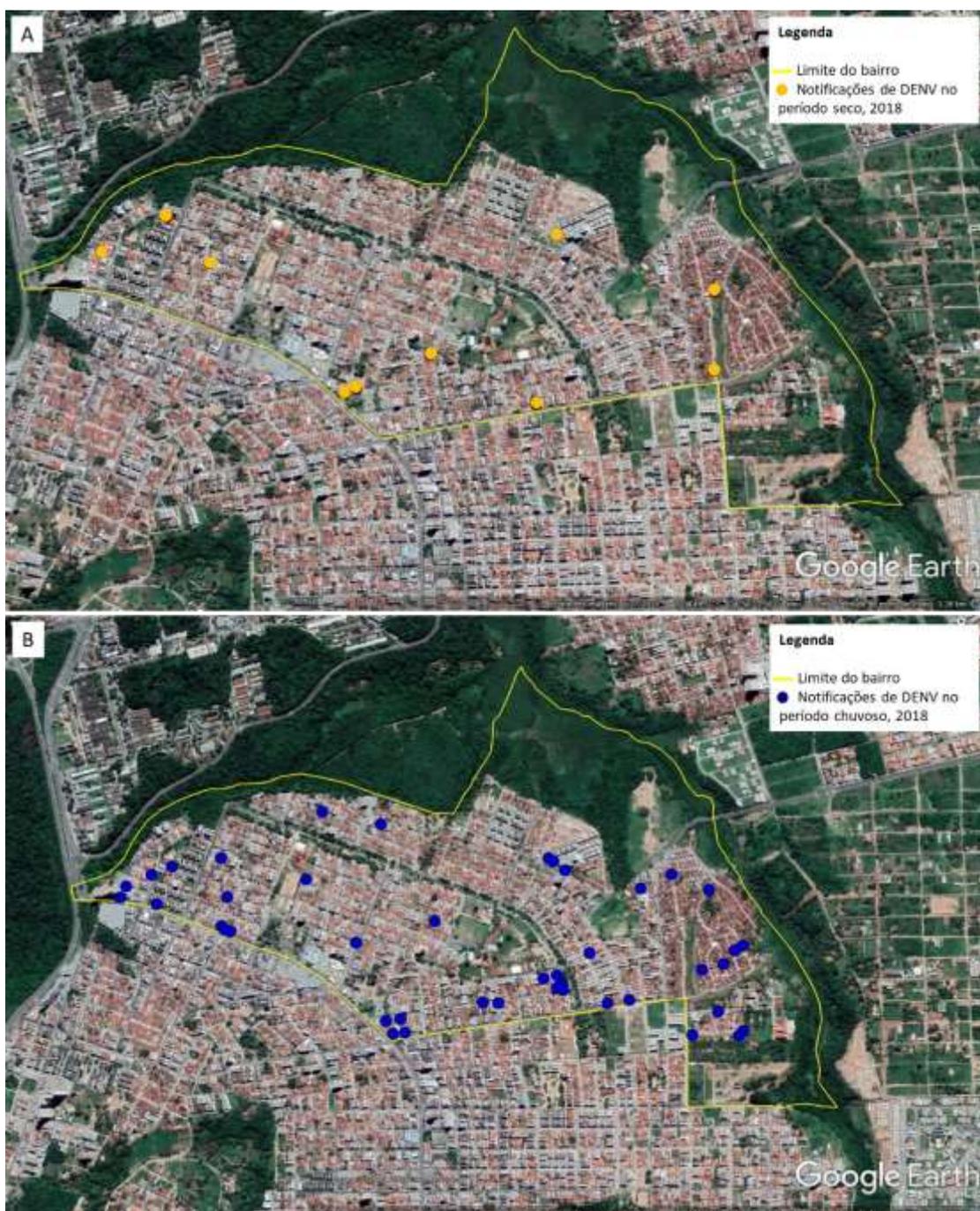


Figura 40. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) e chuvoso (B), no P09 – Bancários, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Em 2018, foram realizadas 20 notificações de Chikungunya no período seco (janeiro, fevereiro, setembro e outubro) e 39 no período chuvoso (março a agosto), com destaque para o P05 – Mangabeira (seco = 4 notificações e chuvoso = 18) e P06 – Cruz das Armas (seco = 11 notificações e chuvoso = 4) (Figura 41).

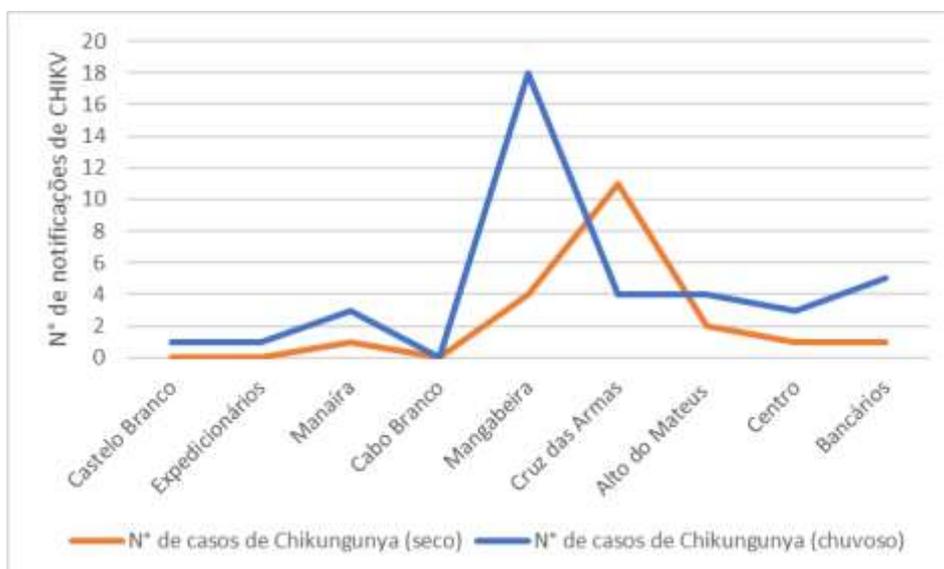


Figura 41. Quantidade de notificações de Chikungunya nos pontos experimentais, no período seco e chuvoso, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Nos meses do período chuvoso, houve destaque para maio (totalizando 11 notificações de CHIKV) e junho (totalizando 10 notificações de CHIKV). No ponto P05 – Mangabeira (com picos em maio = 6 e junho = 7 notificações) obteve maior quantidade de notificações da doença (Figura 42).



Figura 42. Quantidade de notificações de Chikungunya por mês, nos pontos experimentais, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

As notificações de Chikungunya, nos pontos experimentais analisados, mostram a espacialização espaço-temporal da doença (Figura 43-50).



Figura 43. Espacialização das notificações de Chikungunya no período chuvoso, no P01 – Castelo Branco, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 44. Espacialização das notificações de Chikungunya no período chuvoso, no P02 – Expeditórios, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 45. Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P03 – Manaíra, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

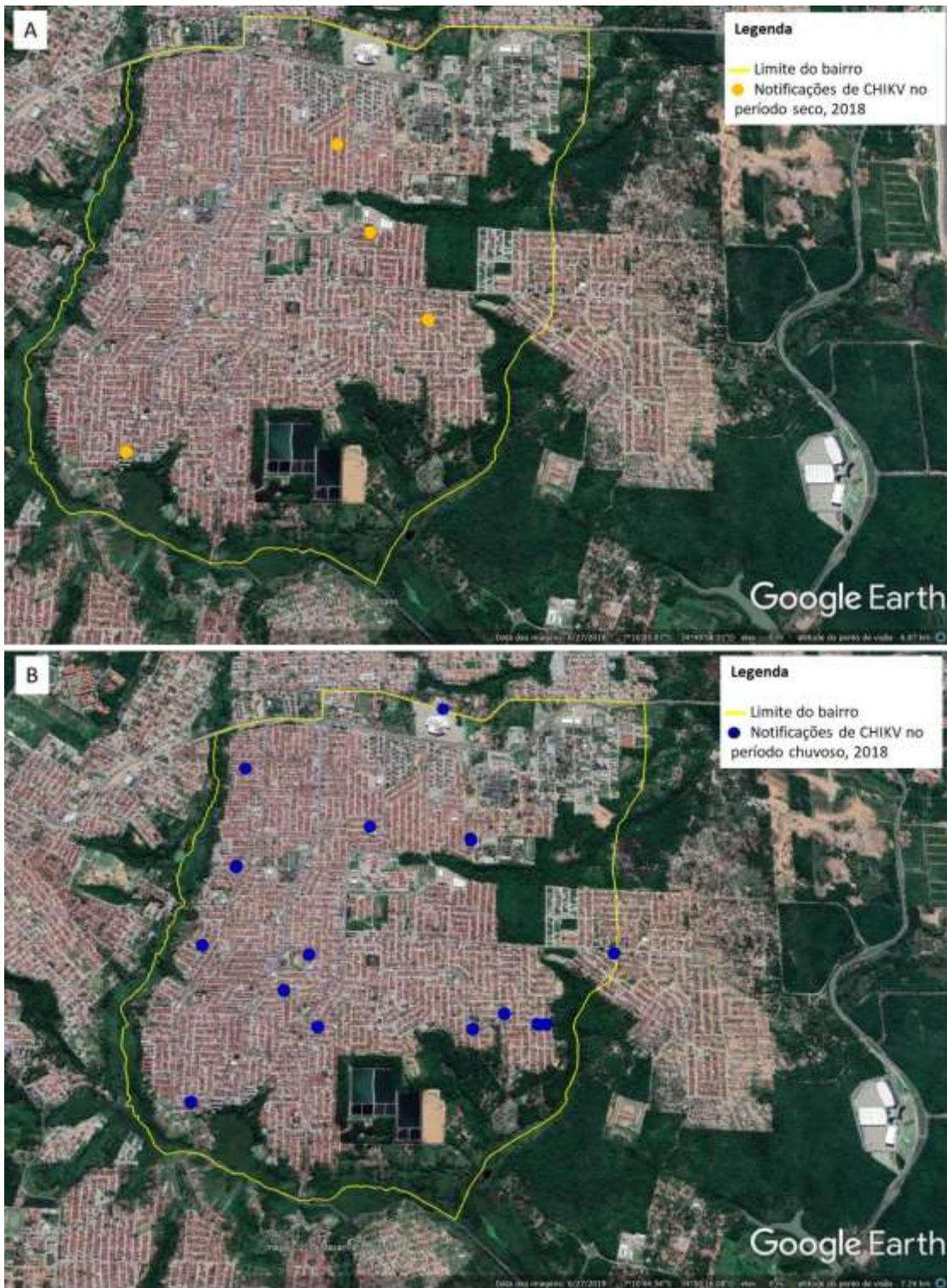


Figura 46. Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P05 – Mangabeira, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

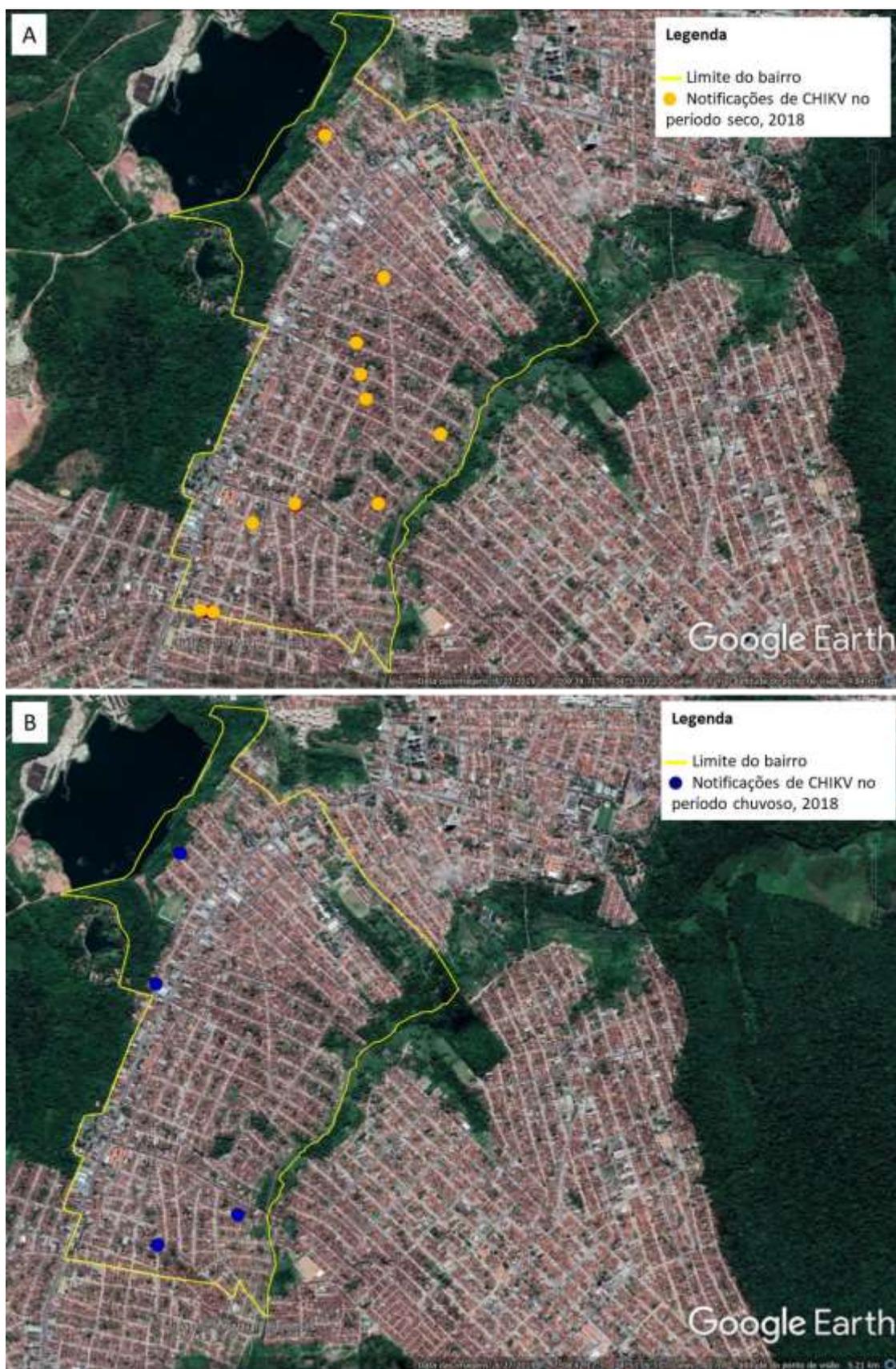


Figura 47. Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P06 – Cruz das Armas, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 48. Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P07 – Alto do Mateus, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 49. Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P08 – Centro, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 50. Espacialização das notificações de Chikungunya no período seco (A) e chuvoso (B), no P09 – Bancários, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Assim como nesse estudo, Vega et al. (2019) registraram majoritariamente notificações de Dengue em detrimento aos de Chikungunya (Figura 51). De acordo com Silva et al. (2018) a baixa incidência de CHIKV pode ser explicada por ser uma doença recente com os primeiros relatos de casos suspeitos entre 2014 e 2016.

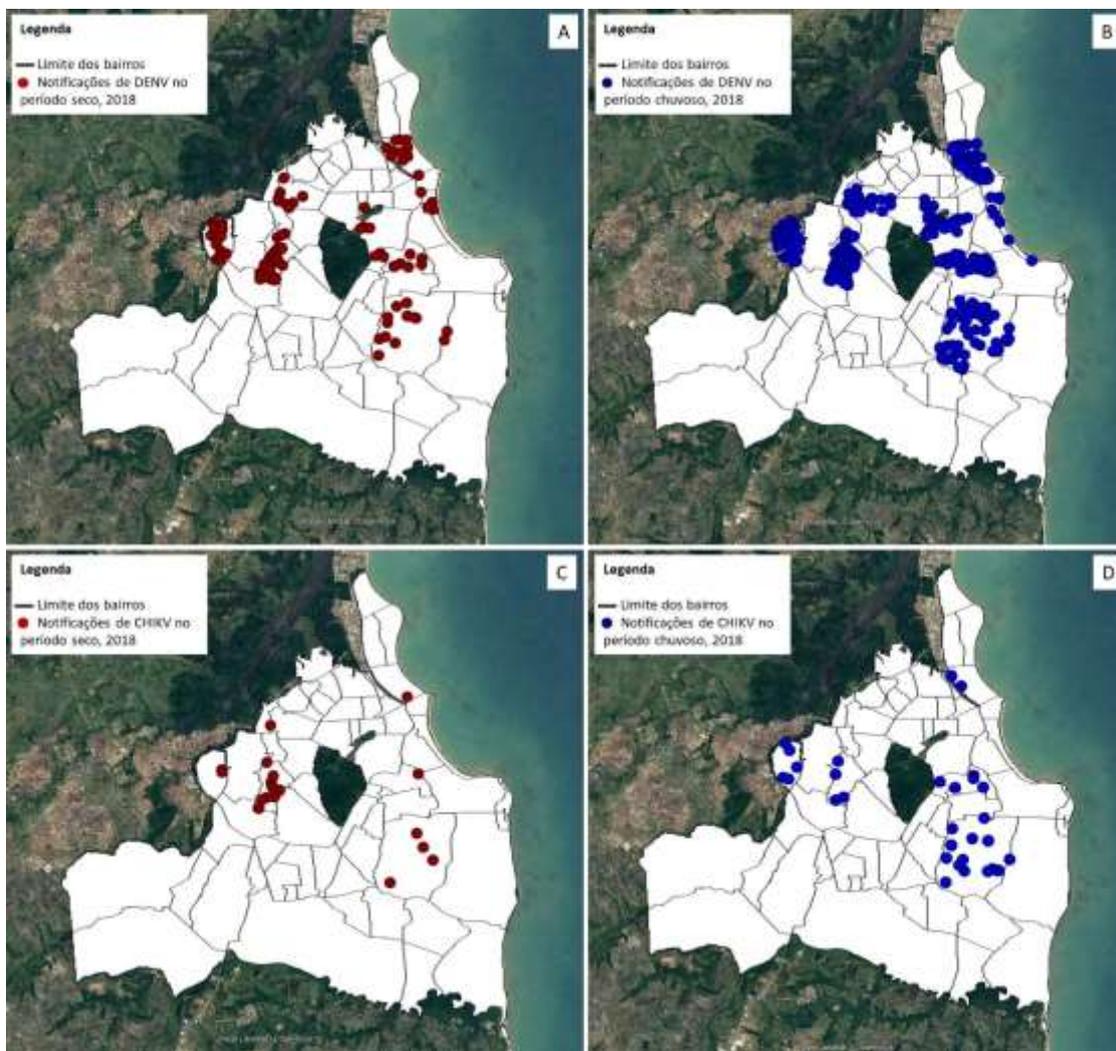


Figura 51. Espacialização das notificações de Dengue no período seco (A) E chuvoso (B) e de Chikungunya no período seco (C) e chuvoso (D), nos pontos experimentais, em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Costa e Calado (2016) além de verificar essa diferença entre o quantitativo de DENV e CHIKV detectou também maior incidência de notificações das arboviroses no período chuvoso, possivelmente por possibilitar condições ideais para a reprodução e desenvolvimento do vetor transmissor, na interfase entre o seco e chuvoso, culminando na presença de sintomas nesse período, como analisado na Figura 51. Siqueira et al. (2018) evidenciaram que há uma relação não aleatória entre o período chuvoso, com

aumento nas precipitações, e o acréscimo no quantitativo de notificações de doença causada por arbovírus em áreas urbanas.

Além disso, o tratamento de efluentes, abastecimento de água e coleta de resíduos nos pontos experimentais, principalmente nos pontos: P05 (Mangabeira), P06 (Cruz das Armas) e P07 (Alto do Mateus), não são realizados de forma efetiva, podendo ter relação com as notificações de doenças virais, como a Dengue e a Chikungunya. Silva e Machado (2018) corroboram essa afirmativa e acrescenta que além desses fatores de saneamento básico, o clima é primordial para criar um ambiente favorável para o desenvolvimento do vetor da doença, e posteriormente disseminação dos vírus.

A quantidade de pessoas em um determinado local também facilita na disseminação da arbovirose entre vetor-humano (PEDRO et al., 2016), nesse sentido, no presente estudo há um destaque para P05 (Mangabeira) e P06 (Cruz das Armas).

O ponto P08 (Centro) possui abastecimento de água precário, ou seja, a tendência dos moradores armazenar água em recipientes/depósitos, entretanto, não foi detectado criadouros positivos com *Ae. aegypti* nos dias de inspeção, mas foram registradas notificações de Dengue (Figura 30-31) e Chikungunya (Figura 41-42). Podendo ser um indicativo de que as pessoas doentes residentes nesse ponto são depósitos do vírus, contraídos em qualquer outra localidade (bairro da região metropolitana, até mesmo dentro ou fora da região ou do país); ou os mosquitos já haviam eclodidos no ponto, antes da inspeção, por isso não se detectou a infestação em recipientes/depósitos com água, e o contato prévio dos vetores em fase adulta com os moradores ocorreu a contaminação; ou houve infestação/eclosão do mosquito em um dia ou uma localidade (residências e/ou terrenos) não inspecionada, havendo a disseminação da doença entre vetor-moradores.

6.5 Notificações de Dengue e Chikungunya e a sua relação com o clima urbano na cidade de João Pessoa/PB

A maior frequência das notificações de Dengue ocorreu entre abril e agosto (período chuvoso), somando 403 notificações (Figura 52 a 56) com destaque para os pontos:

- P03 – Manaíra obteve um total de 63 notificações de Dengue (de abril a agosto), com maior número de notificações da doença em maio, com temperatura de 27,8 °C (Figura 52C); umidade 77% (Figura 53C); precipitação de 242,2mm

(Figura 54C); velocidade do vento 2,4 m/s (Figura 55C); ilha de calor 2,5 °C (Figura 56B);

- P05 – Mangabeira obteve um total de 70 notificações (de abril a agosto), com maior número de notificações da doença em junho, com temperatura de 25,9 °C (Figura 52E); umidade 80,5% (Figura 53E); precipitação de 108,9mm (Figura 54E); velocidade do vento de 2,4 m/s (Figura 55E); ilha de calor 1,1 °C (Figura 56D);
- P06 – Cruz das Armas obteve um total de 87 notificações, com maior número de notificações da doença em maio, em temperatura de 27,8 °C (Figura 52F), umidade de 84% (Figura 53F), precipitação de 242,2mm (Figura 54F), velocidade do vento de 2,4 m/s (Figura 55F) e ilha de calor de 2,5 °C (Figura 56E);
- P07 – Alto do Mateus obteve um total de 66 notificações (de abril a agosto), com maior número de notificações da doença em maio, temperatura de 26,6 °C (Figura 52G), umidade de 86,9% (Figura 53G), precipitação de 242,2mm (Figura 54G), velocidade do vento de 2,4 m/s (Figura 55G) e ilha de calor de 1,2 °C (Figura 56F).

Dessa forma, verificou-se que a manifestação da doença (Dengue) ocorreu principalmente em maio, com elevados índices de infestação (Figura 25) em recipientes/depósitos (Figura 26 e Tabela 9) no período chuvoso, com pico variando de 17-25 notificações de Dengue, temperatura entre 25,9 °C a 27,8 °C, umidade 77% a 86,9%, precipitação de 108,9mm a 244,2mm, velocidade do vento 2,4 m/s e ilha de calor de 1,1 °C a 2,5 °C.

Levando em consideração duração mínima do ciclo de vida da fêmea mosquito, de até 58 dias (SAMPAIO, 2010) e o pico de notificações em maio, eleva-se a possibilidade do *Ae. aegypti* reproduzir e passar pelos estágios de desenvolvimento (ovo-larva-pupa-adulto) em março, e posteriormente realizar hematofagia transmitindo e disseminando o vírus com aparecimento dos primeiros sintomas em maio. Corroborando com essa afirmação Costa e Calado (2016) afirmam que há uma maior quantidade do referido mosquito em março. É importante ressaltar que março é um mês de transição do período seco para o chuvoso, e o vetor reproduziu e desenvolveu em

temperatura (média 29,9 °C) (Figura 52), umidade (média 72,5%) (Figura 53), precipitação (média 85,2mm) (Figura 54), velocidade do vento (média 2,1 m/s) (Figura 55) e ilha de calor (média 3,2 °C) (Figura 56).

Destaca-se também que as variações microclimáticas favorecem significativamente o ciclo de vida do *Ae. aegypti*, como observado por Custódio et al. (2019). Costa et al. (2010) demonstram que a temperatura entre 25 °C e 30 °C e umidade entre 60% e 80% são fatores positivos na fecundidade, fertilidade e sobrevivência do mosquito, e conseqüentemente para as doenças por ele transmitidas. Os valores das variáveis microclimáticas encontrados nos pontos experimentais investigados em João Pessoa estão dentro da faixa observada por outros autores (COSTA et al., 2010).

Já os pontos menos expressivos na quantidade de Dengue quando comparado aos demais, anteriormente citados, foram:

- P02 – Expedicionários obteve um total de 10 notificações (de abril a agosto), com maior número de notificações da doença em abril, registrando 6 notificações da doença, temperatura de 27,6 °C (Figura 52B), umidade de 71,4% (Figura 53B), precipitação de 368,5mm (Figura 54B), velocidade do vento de 2,1 m/s (Figura 55B) e ilha de calor de 2,1 °C (Figura 56A);
- P04 – Cabo Branco obteve um total de 9 notificações (de abril a agosto), com maior número de notificações da doença em maio, registrando 3 notificações da doença, temperatura de 27,7 °C (Figura 52D), umidade de 82,68% (Figura 53D), precipitação de 242,2mm (Figura 54D), velocidade do vento de 2,4 m/s (Figura 55D) e ilha de calor de 2,3 °C (Figura 56C).

Além da influência microclimática, segundo Costa et al. (2018) há relação entre os fatores socioambiental, como a densidade populacional e a ocorrência das doenças infecciosas, conforme observado nos pontos P02 – Expedicionários e P04 - Cabo Branco, possivelmente pela sua menor extensão territorial, menor população e melhores condições sanitárias e/ou indivíduos não estar em local de risco das doenças ou por falta de sintomas não ocorreu o registro de mais notificações. A seguir, são apresentadas as variáveis microclimáticas dos pontos experimentais e sua relação com as notificações de Dengue (Figura 52-56).

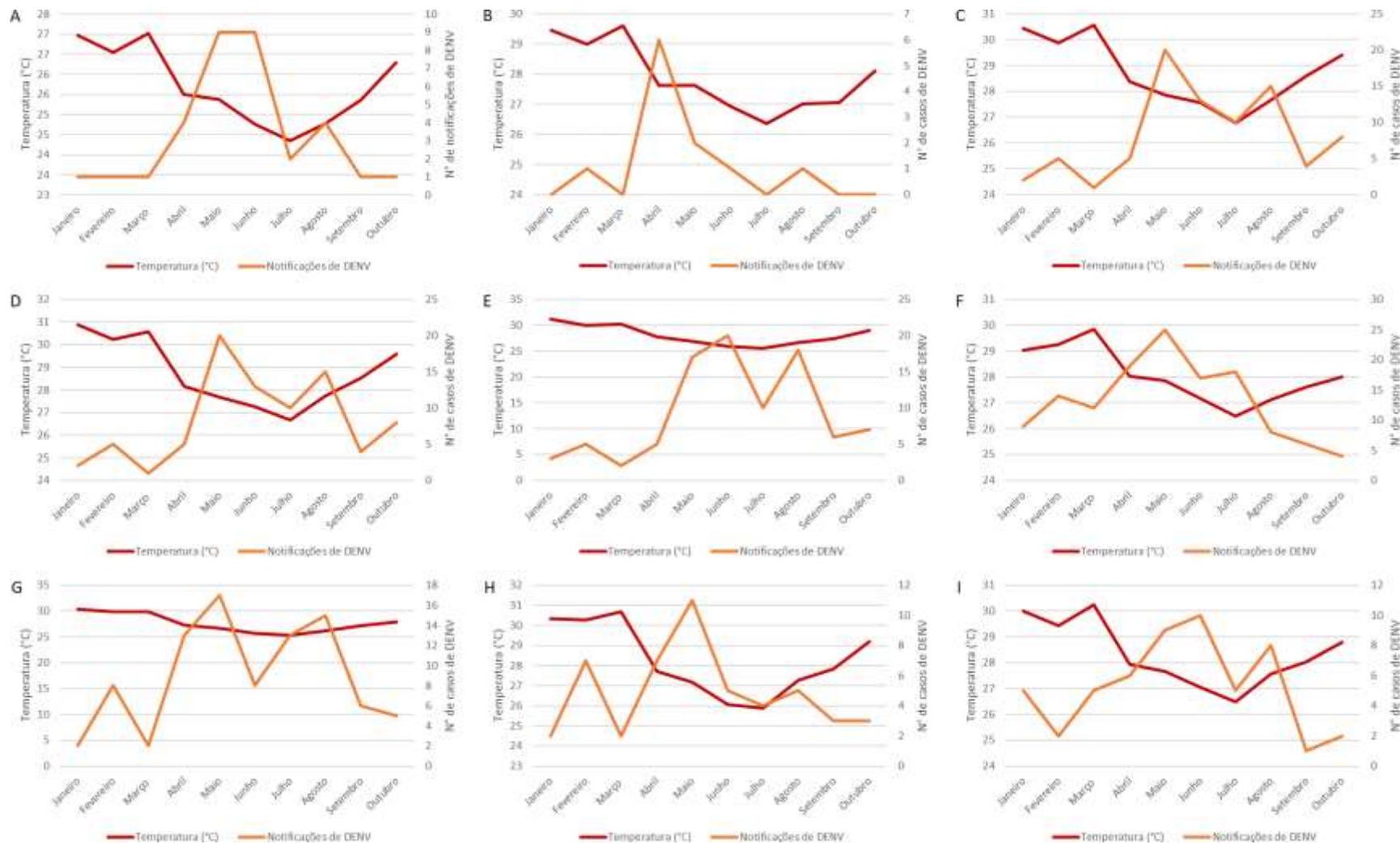


Figura 52. Relação da temperatura com as notificações de Dengue por mês, nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

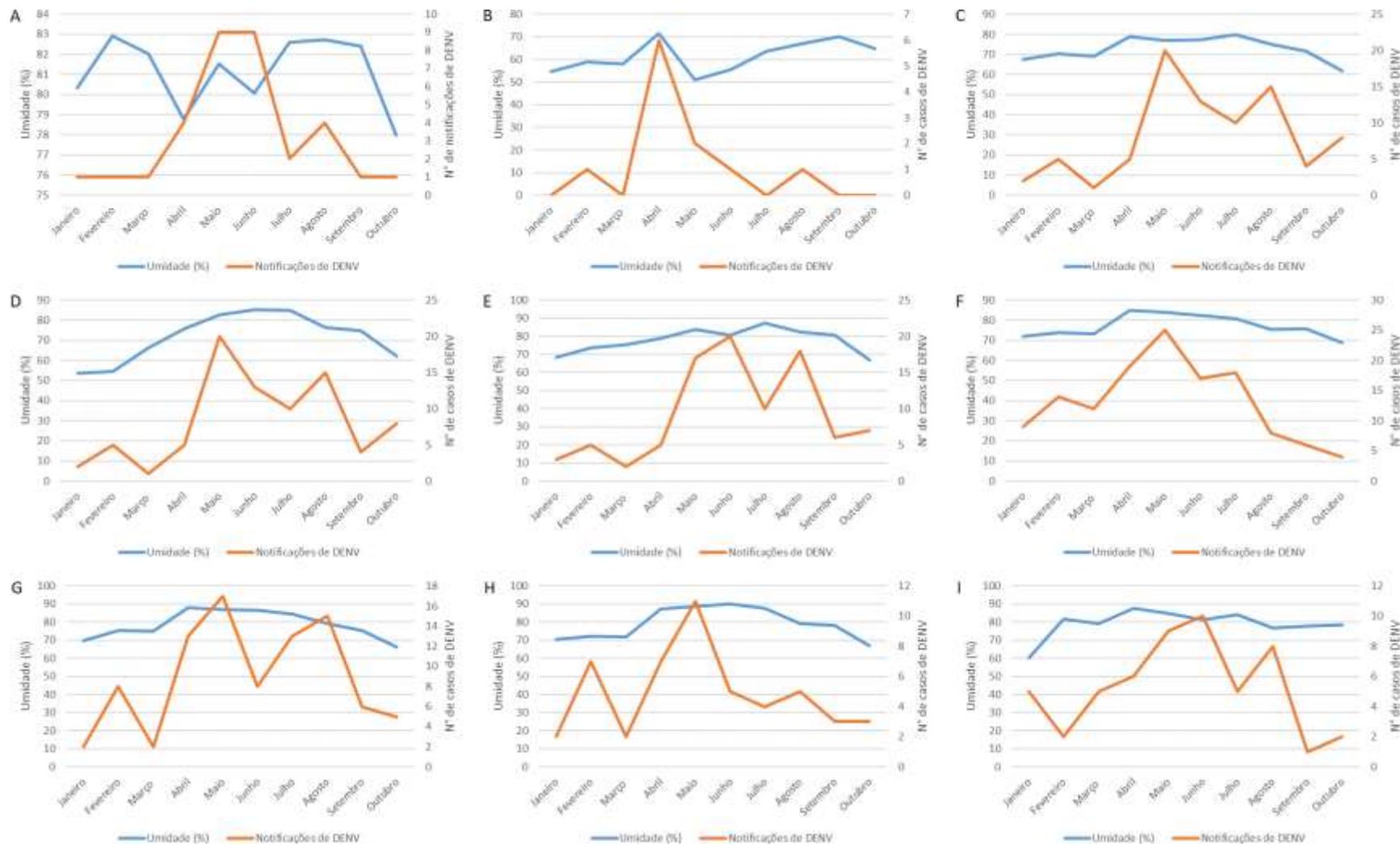


Figura 53. Relação da umidade com as notificações de Dengue por mês, nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

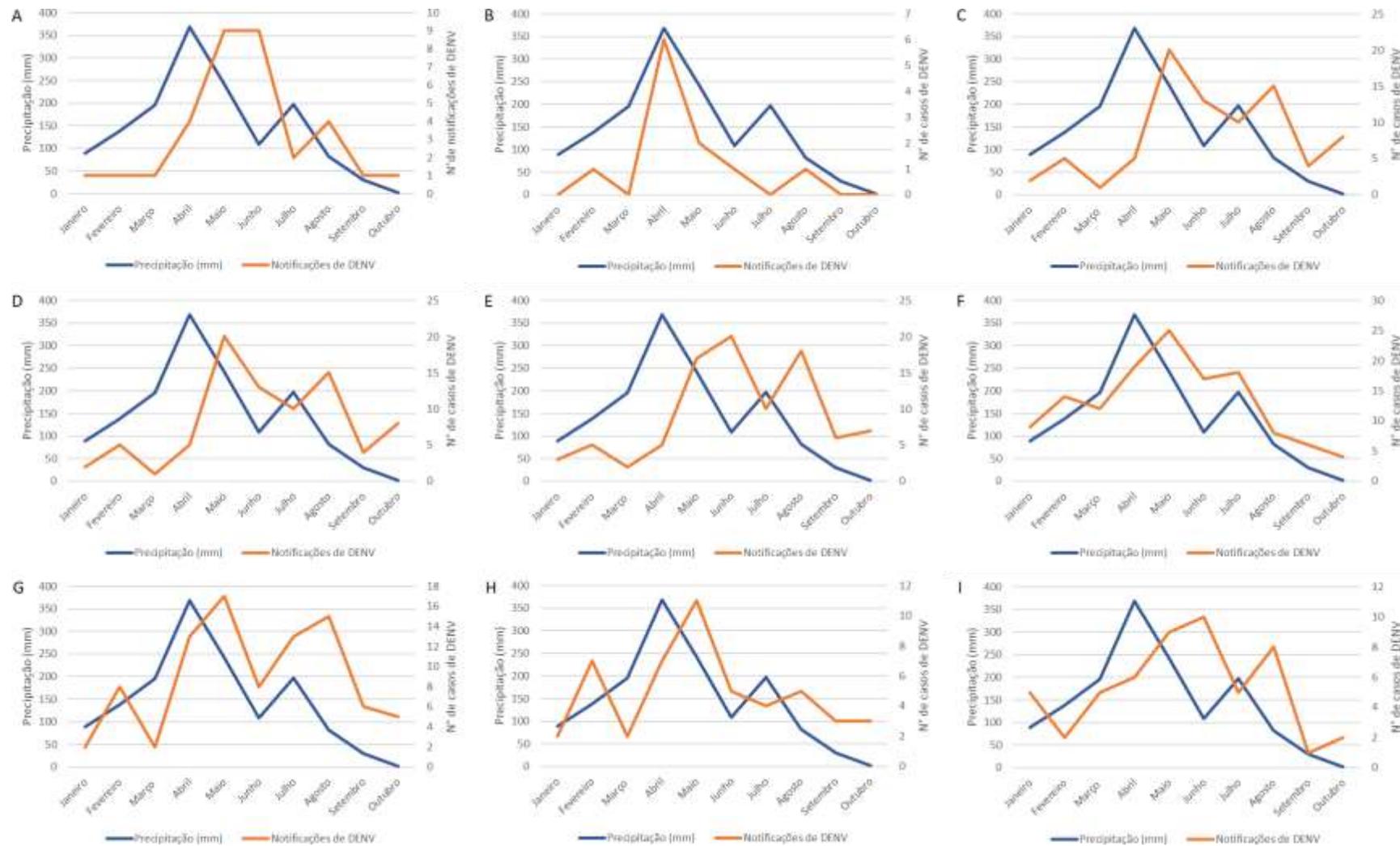


Figura 54. Relação da precipitação com as notificações de Dengue por mês, nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

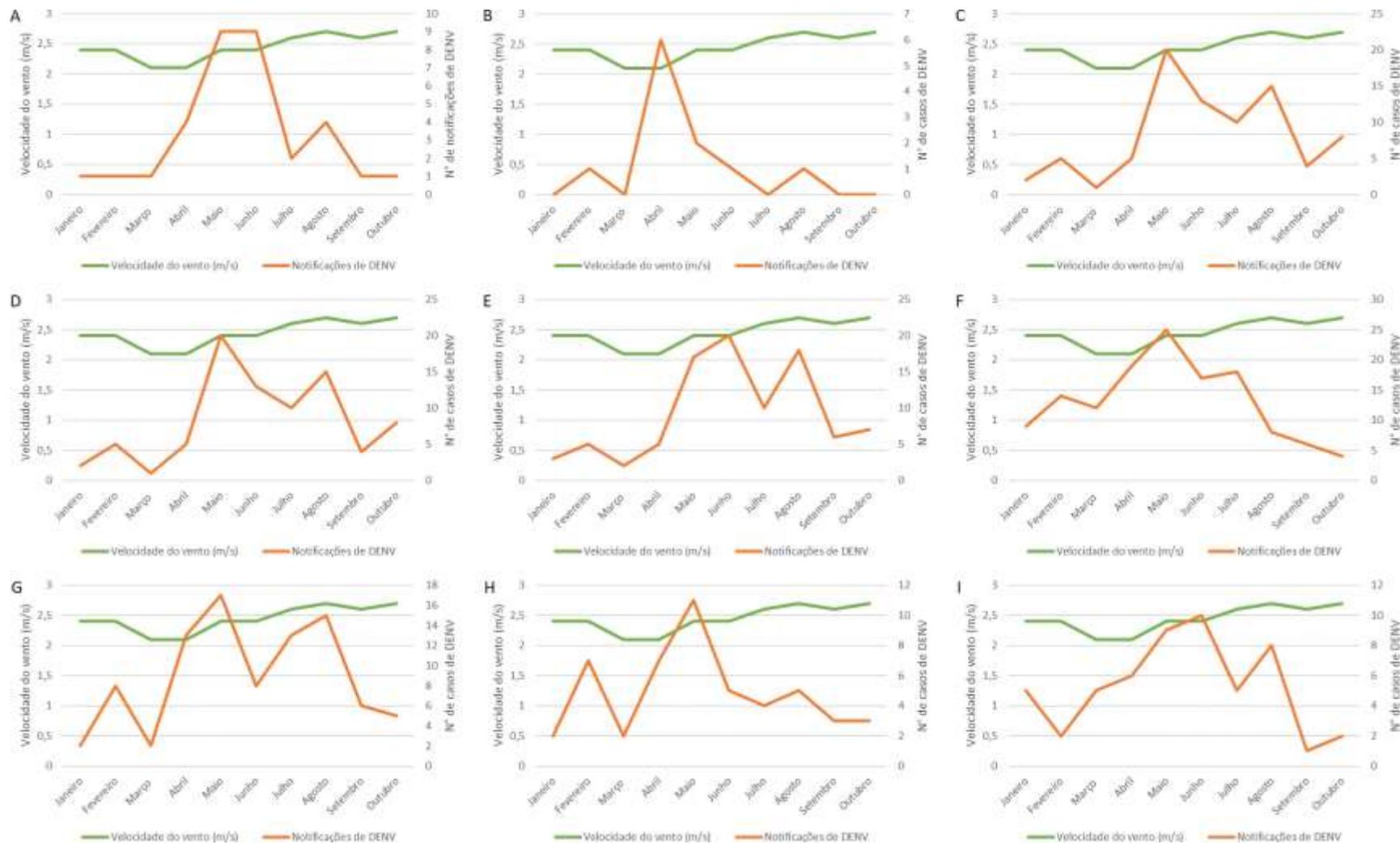


Figura 55. Relação da velocidade do vento com as notificações de Dengue por mês, nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 56. Relação da ilha de calor com as notificações de Dengue por mês, nos pontos experimentais: Expedicionários (A), Manaíra (B), Cabo Branco (C), Mangabeira (D), Cruz das Armas (E), Alto do Mateus (F), Centro (G) e Bancários (H), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

As notificações de Chikungunya não obtiveram um padrão de ocorrência bem definido durante os meses, entretanto há destaque para:

- P05 – Mangabeira obteve um total de 22 notificações de Chikungunya, com pico nos meses maio e junho, registrando 6 e 7 notificações da doença, respectivamente apresentando temperatura de 26,9 °C e 25,9 °C (Figura 57E);

umidade 83,8% e 80,5% (Figura 58E); precipitação de 242,2mm e 108,9mm, (Figura 59E); velocidade do vento 2,4 m/s (Figura 60E); ilha de calor 1,5 °C e 1,1 °C (Figura 61D), respectivamente;

- P06 – Cruz das Armas obteve um total de 15 notificações de Chikungunya, com pico em janeiro, fevereiro e setembro, registrando 3 casos da doença em cada mês, com temperatura de 29 °C, 29,3 °C e 27,6 °C (Figura 57F); umidade 77,9%, 73,8% e 75,8% (Figura 58F); precipitação de 89,1mm, 138,7mm e 29,7mm (Figura 59F); velocidade do vento 2,4 m/s, 2,4m/s e 2,6 m/s (Figura 60F); ilha de calor 2,1 °C, 2,7 °C e 2,2 °C (Figura 61E).

Assim, de forma geral, ocorreu pico variando de 3-7 notificações de Chikungunya, temperatura entre de 25,9 °C a 29,3 °C, umidade 73,8% a 83,8%, precipitação de 29,7mm a 242,2mm, velocidade do vento 2,4 m/s a 2,6 m/s e ilha de calor de 1,1 °C a 2,7 °C.

Huber et al. (2018) afirmam que a variação da temperatura entre 25 °C e 35 °C produzem maiores epidemias de arboviroses, como é o caso da Dengue e Chikungunya. Sendo importante destacar, que essa variação ocorreu nos pontos experimentais inseridos em João Pessoa, PB.

As taxas de umidade do período seco e chuvoso (oscilando de 53,6% a 73,2%) auxilia na maior longevidade e grande capacidade vetorial do vírus dengue na espécie *Ae. aegypti* (SAMPAIO, 2010), esses valores de umidade valores foram próximos aos encontrados nos pontos estudados.

Wongkoon et al. (2013) por sua vez observou o papel preponderante das variáveis meteorológicas na transmissão dessas doenças, principalmente no período chuvoso, quando ocorre menores umidades e aumento na quantidade de chuvas, as quais possibilitam maiores acúmulos de água, tal fator propicia o desenvolvimento do mosquito transmissor, o *Ae. aegypti*. Gabriel et al (2018) afirmam que a precipitação dos meses antecedentes a abril favorece os picos de casos de doenças transmitida por esse vetor. Isso pode explicar o pico dos casos de Dengue e Chikungunya, nos pontos analisados, no período chuvoso.

Entretanto, chama-se atenção para as chuvas fortes, as quais podem aumentar a mortalidade dos vetores devido impacto físico, e dessa forma um possível decréscimo na transmissão das doenças (DHIMAL et al., 2015). Segundo Magalhães e Zanella

(2013), a precipitação possui correlação significativa com as notificações de arboviroses. Segundo Lima et al. (2018), a precipitação até 267mm é favorável a presença do mosquito, neste estudo a precipitação esteve próxima ao ótimo (29,7mm a 242,2mm).

Vega et al. (2019) afirmam que além das variáveis climáticas, as características sociais e urbanas têm um papel na distribuição de Dengue e Chikungunya. Magalhães e Zanella (2013) afirmam que a interação vetor, condições socioambientais e ser humano é complexa, no qual a falta de planejamento urbano e o microclima determinam a dinâmica entre o vetor e o vírus favorecendo também a sua proliferação e disseminação, isso foi observado no presente estudo.

A seguir, são apresentadas as variáveis microclimáticas dos pontos experimentais e sua relação com as notificações de Chikungunya (Figura 57-61).

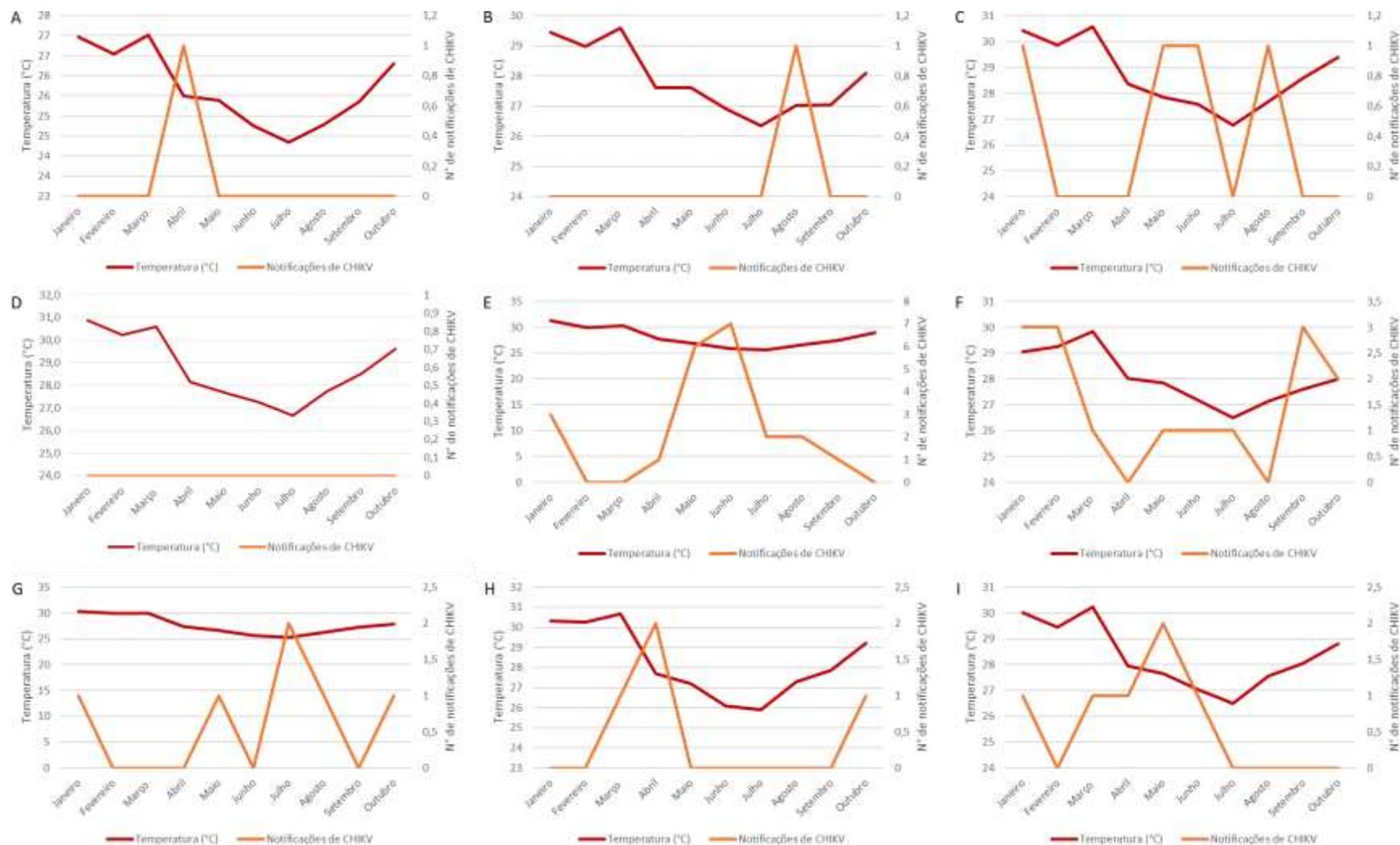


Figura 57. Relação da temperatura com as notificações de Chikungunya por mês, nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

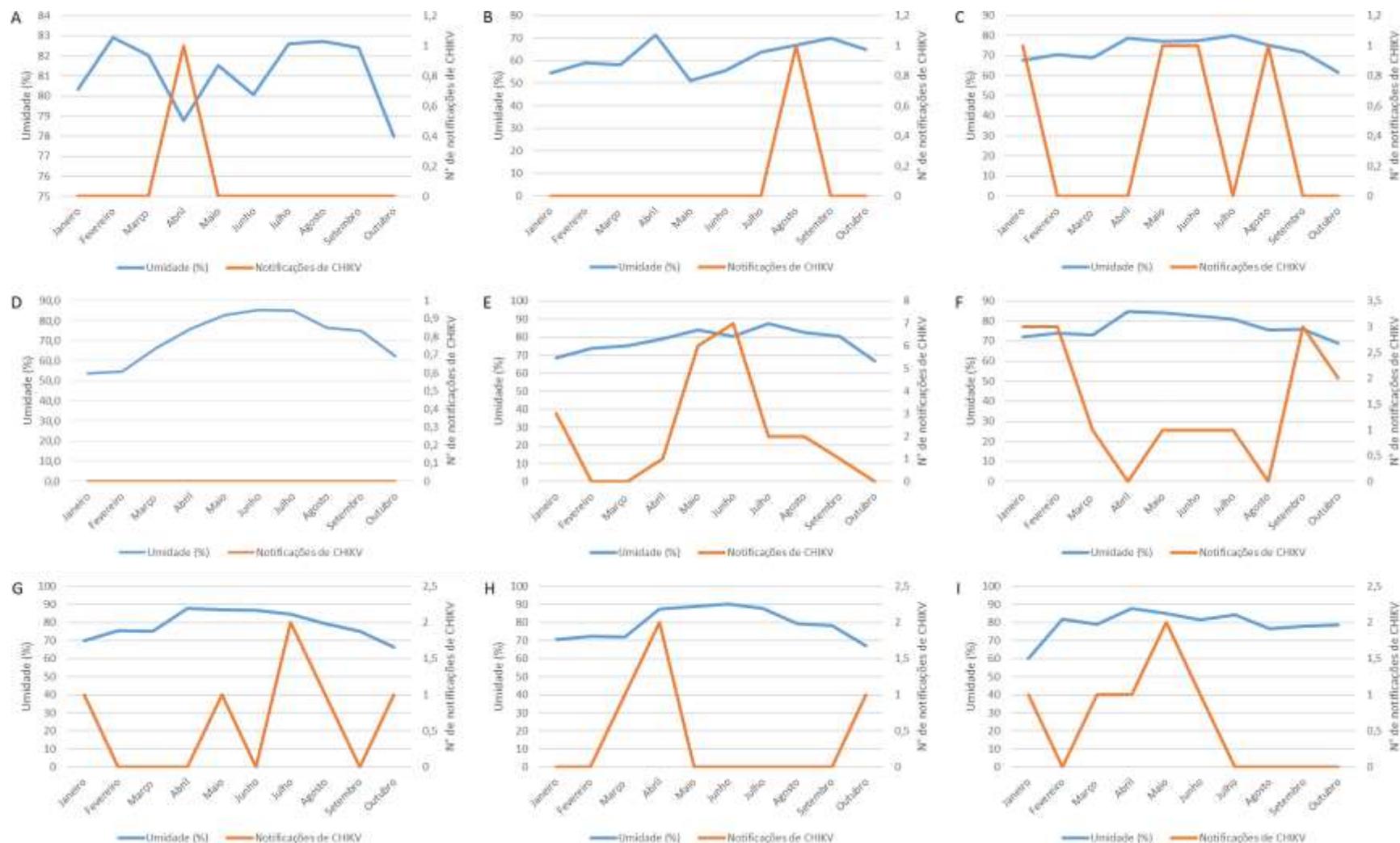


Figura 58. Relação da umidade com as notificações de Chikungunya por mês, nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

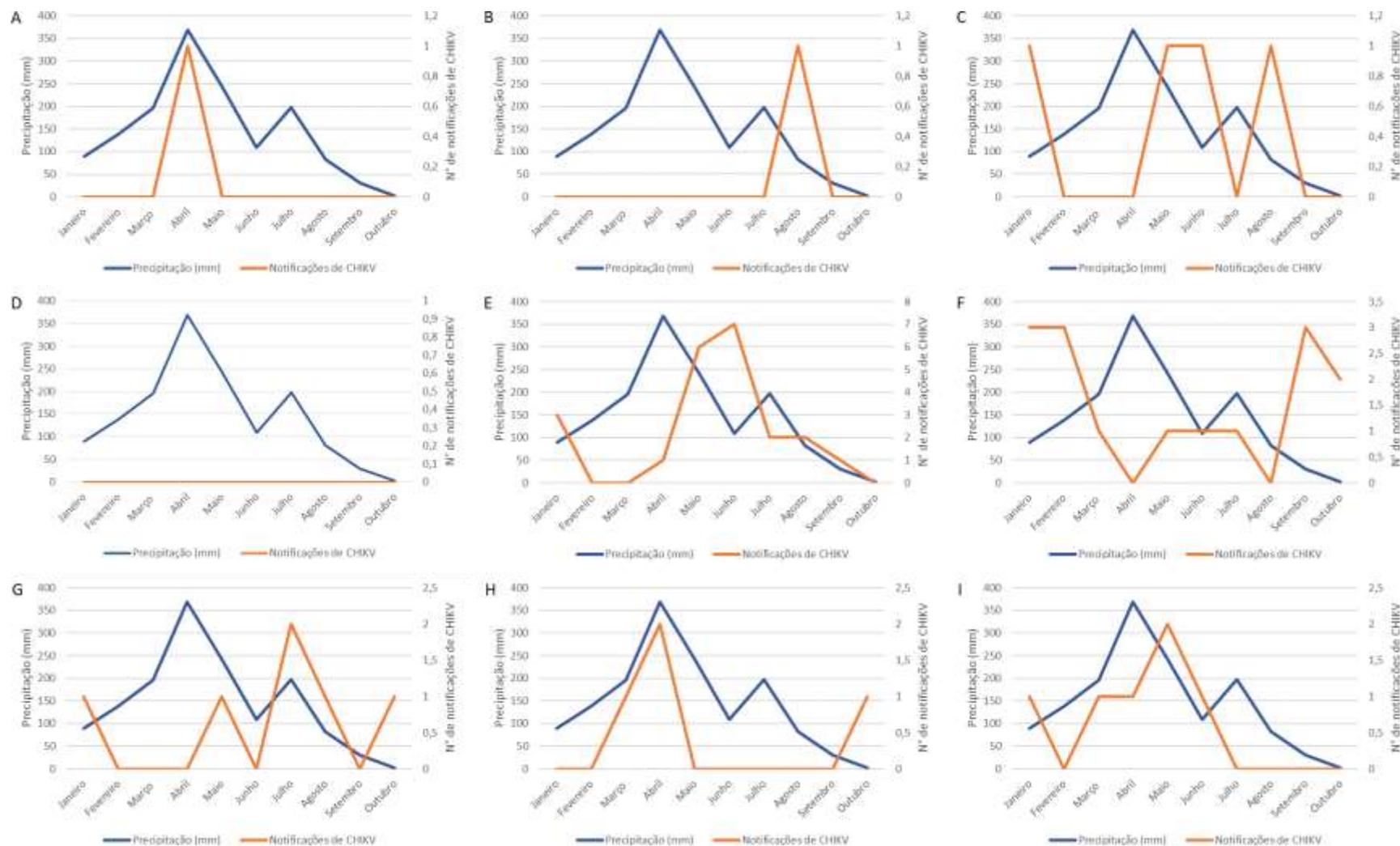


Figura 59. Relação da precipitação com as notificações de Chikungunya por mês, nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

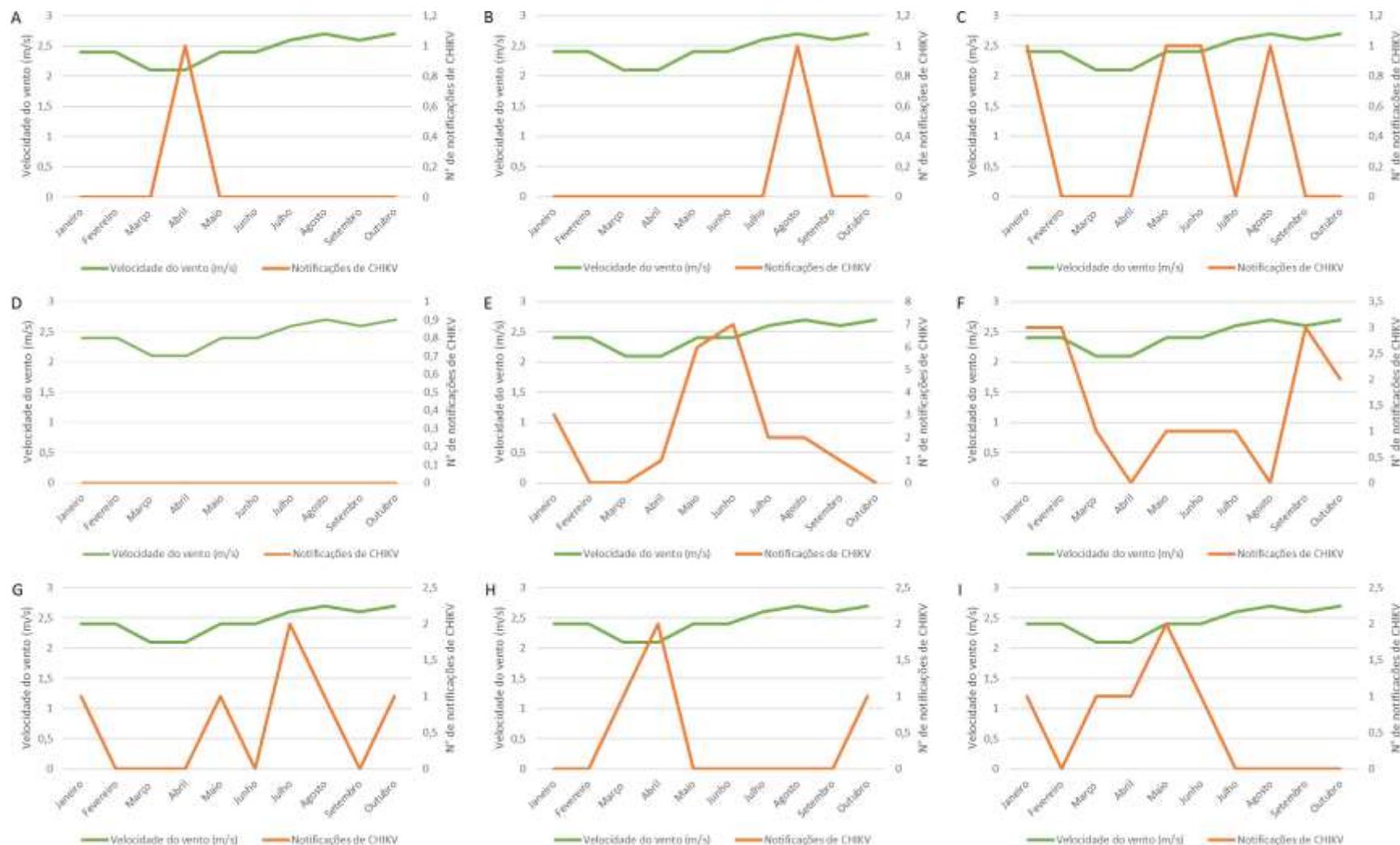


Figura 60. Relação da velocidade do vento com as notificações de Chikungunya por mês, nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).



Figura 61. Relação da ilha de calor com as notificações Chikungunya por mês, nos pontos experimentais: Expedicionários (A), Manaíra (B), Cabo Branco (C), Mangabeira (D), Cruz das Armas (E), Alto do Mateus (F), Centro (G) e Bancários (H) em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

Através do resultado da análise multivariada percebe-se que não ocorreu relação significativa entre as notificações de Dengue (Figura 62) e Chikungunya (Figura 63) com as variáveis de clima urbano (temperatura, umidade, precipitação, ilha de calor e velocidade do vento), já que a relação não é linear, mas sim rede imbricada de vários fatores interligados influenciado no ciclo de vida do *Ae. aegypti* e culminado nas ocorrências de notificações das arboviroses.

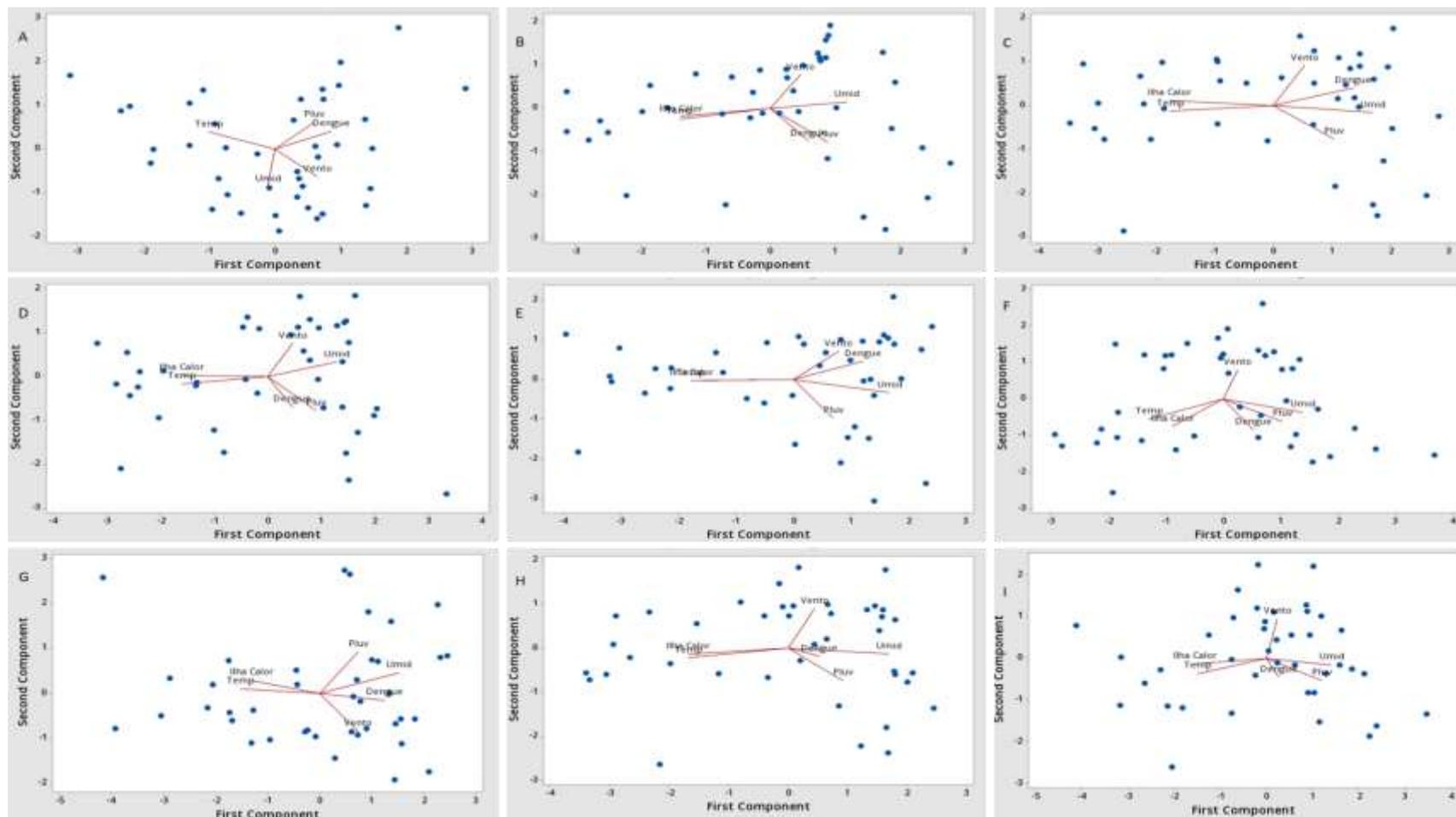


Figura 62. Análise multivariada entre as variáveis de clima urbano e as notificações de Dengue, nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Cabo Branco (D), Mangabeira (E), Cruz das Armas (F), Alto do Mateus (G), Centro (H) e Bancários (I), em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

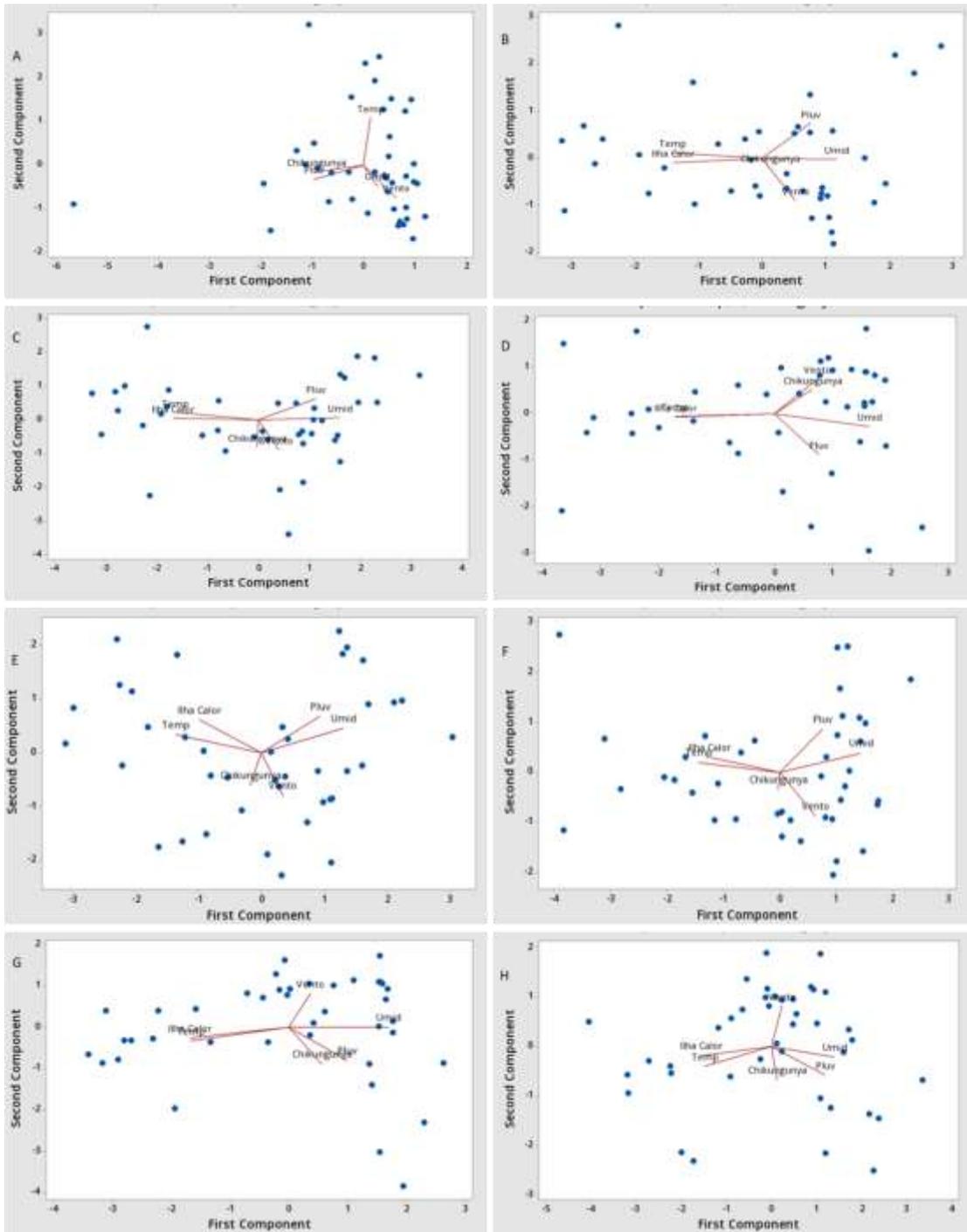


Figura 63. Análise multivariada entre as variáveis de clima urbano e as notificações de Chikungunya nos pontos experimentais: Castelo Branco (A), Expedicionários (B), Manaíra (C), Mangabeira (D), Cruz das Armas (E), Alto do Mateus (F), Centro (G) e Bancários (H) em João Pessoa, PB. Fonte: Organização da autora (2018).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aponta uma série de variáveis que potencializam a proliferação do *Ae. aegypti* e suas arboviroses na cidade de João Pessoa/PB. Através das variáveis socioambientais do input do S.A.U. foi possível detectar que o P05 – Mangabeira é densamente habitado; o menor nível educacional ocorre no P07 – Alto do Mateus, P06 Cruz das Armas e P05 – Mangabeira, e conseqüentemente com menor classe social; o abastecimento de água se dá pela rede geral da cidade onde o P08 – Centro é o único a estar abaixo dos 90%, ou seja, falta água eventualmente, e a população junta água para consumo podendo facilitar a proliferação do *Ae. aegypti*; o tratamento de efluentes é precário no P07 – Alto do Mateus, P06 – Cruz das Armas e P05 – Mangabeira e a coleta de resíduos é regular, entretanto, não é coletado 100% do lixo propiciando materiais que servem como criadouro do mosquito transmissor de arboviroses.

Na caracterização física do uso e cobertura do solo dos pontos monitorados evidenciou a presença cobertura constituída por materiais impermeáveis de construção civil e de materiais permeáveis e naturais, no qual o ponto P01 (Castelo Branco - Mata do DSE/UFPB) apresentou a maior taxa percentual de cobertura vegetal com porte arbóreo/arbustivo favorecendo na redução de temperatura e ilha de calor, por outro lado os demais pontos, como, o P03 (Manaíra) apresentou as menores taxas de vegetação arbórea/arbustiva e a maior parte do uso e cobertura do solo composto por materiais impermeáveis que repercutem negativamente no microclima, e possivelmente na ocorrência de casos de arboviroses.

Por haver variação no uso e ocupação do solo há diferenciação das taxas de temperatura, umidade e ilha de calor entre os bairros. O comportamento mensal demonstra que o P01 - Castelo Branco Mata do DSE/UFPB e P07 - Alto do Mateus com menores temperaturas e o P07 com formação de ilha de frescor a ilha de calor de menor intensidade, enquanto, P03 – Manaíra, P04 – Cabo Branco e P08 – Centro foi o oposto.

O comportamento horário das variáveis microclimáticas dos pontos monitorados são mais baixas entre os horários que correspondem às 18h (noite) e 07h (manhã) no período seco e de 17h (tarde) e 06h (manhã) no chuvoso, há diferença também na variação de temperatura, umidade e intensidade da ilha de calor, sendo mais amenos na época chuvosa.

O maior índice de infestação predial (IIP) e de Breteau (IB) foi em julho (período chuvoso) nos pontos P03 - Manaíra, P01 – Castelo Branco Mata do DSE/UFPB e P07 – Alto do Mateus, classificando-se em alerta, já no seco, ocorrem menores taxas, mas especificamente no mês de outubro e com infestação do *Aedes aegypti* não detectada nos pontos: P03 – Manaíra, P04 – Cabo Branco, P05 – Mangabeira, P08 – Centro e P09 – Bancários. A classificação do tipo frequentemente encontrado foi A1 e A2 (Armazenamento de água para consumo humano).

Na espacialização espaço-temporal verificou que no período chuvoso e em bairros adensados, como P05 – Mangabeira possuiu maior ocorrência de notificações. Esse dado é importante, pois evidenciam a época e os locais vulneráveis, para o delineamento de estratégias para combate ao mosquito e prevenção das arboviroses.

Nos bairros estudados não foi registrado nenhuma notificação de Zika, de janeiro a outubro de 2018, entretanto, isso não quer dizer que não ocorreram notificações em outros pontos da cidade de João Pessoa.

A Dengue é uma doença sazonal, embora ocorram maiores Índice de Infestação Predial (IIP) e recipientes positivos com *Ae. aegypti* (IB), e conseqüentemente casos da doença com maior frequência no período chuvoso (maio e junho) nos pontos: P03 – Manaíra, P05 – Mangabeira e P06 – Cruz das Armas, há, contudo, sua manifestação reduzida no período seco, não cessando a transmissão da doença. As notificações de Chikungunya também ocorreu em ambos períodos, com pico em maio e junho (período chuvoso) no ponto P05 – Mangabeira.

Analisando o ciclo de vida do *Ae. aegypti*, provavelmente tem sua reprodução, eclosão e disseminação principalmente em março, ou seja, na interfase do seco para o chuvoso. A temperatura oscilou entre 25 °C e 30 °C e umidade entre 60% e 80%, precipitação não excedeu 242,2mm, velocidade do vento até 2,6 m/s e ilha de calor até 2,7 °C. A análise multivariada não evidenciou a relação significativa entre as variáveis de clima urbano com as notificações de Dengue e Chikungunya.

Com isso, conclui-se que a cidade de João Pessoa possui condições socioambientais favoráveis ao *Ae. aegypti* e uma predisposição microclimática que influencia na reprodução do mosquito e conseqüentemente na ocorrência de notificações de arboviroses. Apesar dessa influencia por si só não são determinantes, logo, a incidência das notificações de Dengue e Chikungunya são multifatoriais (ecologia, microclima, epidemiologia, transporte/movimentação de mercadorias e pessoas, condições sociais e urbanas) e complexas que estes se relacionam de alguma forma.

Por fim, pode-se ressaltar que o trabalho demonstrou como ocorre o comportamento temporal (os meses dos períodos: seco e chuvoso) e espacial (distribuição das notificações nos bairros estudados) das notificações das arboviroses na área de estudo, bem como, determinadas condições socioambientais e do clima urbano da área de estudo potencializam a proliferação do *Ae. aegypti* em João Pessoa/PB, corroborando com as hipóteses da pesquisa. Sendo assim, é imprescindível o ao Poder Público dá área de estudo utilizar tais informações para elaboração políticas públicas de gestão e planejamento nas ações de saúde contra o mosquito e as doenças por ele causadas na cidades de João Pessoa/PB.

8. REFERÊNCIAS

AGAMPODI, S. B.; WICKRAMAGE, K. Is there a risk of Yellow Fever virus transmission in South Asian countries whit hyperendemic Dengue? **Biomed Research International**, v. 2013, 1-9, 2013.

AGUIAR, B. S. *et al.* Potential risks of Zika and Chikungunya outbreaks in Brazil: a modeling study. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 70, p. 20-29, 2018.

AKHATAR, R. *et al.* Urbanization, urban heat island effects and Dengue outbreak in Delhi. In: Akhatar, R. Climate change and human health scenario in South and Southeast Asia. 1.ed. Asia: Springer, 2016. Cap.7, p. 99-112.

AKINER, M. M. *et al.* Spread of invasive mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the black sea region increases risk of Chikungunya, Dengue, and Zika outbreaks in Europe. **PLOS Neglectec Tropical Disease**, v. 10, n. 4, p. 1-5, 2016.

ALI, A.; ALI, I. The complete genome phylogeny of geographically distinct Dengue virus serotype 2 isolates (1944-2013) supports further groupings within the cosmopolitan genotype. **PLOS ONE**, v. 10, n. 9, p. 1-19, 2015.

ALMEIDA, L. S. *et al.* Distribuição dos casos de infecção por Zika vírus (ZIKV) na região metropolitana de Maceió. **Cofins** [online], 41, 2019. Disponível em: <http://journals.openedition.org/cofins/21976>. Acessado: 31 de outubro de 2019.

ALTHOUSE, B. M. *et al.* Impact climate and mosquito vector abundance on sylvatic arbovirus circulation dynamics Senegal. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 92, n. 1, p. 88-97, 2015.

ALTO, B. W.; BETTINARDI, D. Temperature and Dengue virus infection in mosquitoes: independent effects on the immature and adult stages. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 88, n. 3, p. 497-505, 2013.

AMARASINGHE, A. *et al.* Dengue virus infection in Africa. **Emerging Infectious Diseases**, v. 17, n. 8, p. 1349-1354, 2011.

ARAÚJO, R. V. *et al.* São Paulo urban heat islands have a higher incidence of Dengue than other urban areas. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 19, n. 2, p. 1-10, 2015.

ARCARI, P. *et al.* Regional variability in relationships between climate and Dengue/DHF in Indonesia. **Singapore Journal of Tropical Geography**, v. 28, p. 251-272, 2007.

ARDUÍNO, M. B.; ÁVILA, G. O. Aspectos físicos-químicos da água de criadouros de *Aedes aegypti* em ambiente urbano e as implicações para o controle da Dengue. **Revista Patologia Tropical**, v. 44, n. 1, p. 89-100, 2015.

ARRIVILLAGA, J.; BARRERA, R. Food as a limiting factor for *Aedes aegypti* in water-storage containers. **Journal of Vector Ecology**, v. 29, p. 11-20, 2004.

- ASSIS, E. S. Métodos Preditivos da Climatologia como subsídios ao Planejamento Urbano: aplicação em conforto térmico. **Terra Livre**, v. 1, n.20, p.145-158, 2003.
- ASTROM, C. *et al.* Potential distribution of Dengue fever under scenarios of climate change and economic development. **EcoHealth**, v. 9, p. 448-454, 2012.
- ATKINSON, B. *et al.* Detection of Zika virus in semen. **Emerging Infectious Diseases**, v. 22, n. 5, 2016.
- BAMBRICK, H. J. *et al.* Climate change and health in the urban environment: adaptaion opportunities in Australian cities. **Asia Pacific Journal of Public Health**, v. 23, n. 2, p. 67-79, 2011.
- BAMBRICK, H. J. *et al.* Climate change and health vulnerability in informal urban settlements in the Ethiopian Rifit Valley. **Environmental Research Letters**, v. 10, n. 5, p. 1-13, 2015.
- BANU, S. *et al.* Projecting the impact of climate change on Dengue transmission in Dhaka, Bangladesh. **Environmente International**, v. 63, p. 137-142, 2014.
- BARA, J. J. *et al.* Utilization of larval and pupal detritus *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Journal of Vector Ecology**, v. 39, n. 1, p. 44-47, 2014.
- BARBOSA, P. R. M. *et al.* Incidência das formas imaturas de *Aedes albopictus* (Skuse) e *Aedes egypti* (Linnaeus) no município de Miguel Pereira, RJ, Brasil. **Entomobrasilis**, v. 3, n. 2, p. 55-58, 2010.
- BARRETO, M. L.; TEXEIRA, M. G. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda e pesquisa. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 64, p. 53-72, 2008.
- BARZON, L. Ongoing and emerging arbovirus threats in Europe. **Journal of Clinical Virology**, v. 107, p. 38-47, 2018.
- BEILHE, L. B. *et al.* Ecological interactions in *Aedes aegypti* species on Reunion island. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 27, n. 4, p.387-397, 2013.
- BESERRA, E. B. *et al.* Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba. **Public Health**, v. 35, p. 853-860, 2006.
- BESERRA, E. B. *et al.* Resistência de populações de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) ao organofosforado Temefós na Paraíba. **Public Health**, v. 36, n. 2, p. 303-307, 2007.
- BESERRA, E. B. *et al.* Ciclo de vida de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera, Culicidae) em águas com diferentes características. **Iheringia**, v. 99, n. 3, p. 281-285, 2009a.

BESERRA, E. B. *et al.* Efeitos da temperatura no ciclo de vida, exigências térmicas e estimativas do número de gerações anuais de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Iheringia**, v. 99, n. 2, p. 142-148, 2009b.

BESERRA, E. B. *et al.* Efeito de qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). **Public Health**, v. 39, p. 1016-1023, 2010.

BHATT, S. *et al.* The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504-507, 2013.

BONAT, W. H. *et al.* Investigando fatores associados a contagens de ovos de *Aedes aegypti* coletados em ovitrampas em Recife/PE. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 27, n. 4, p. 519-537, 2009.

BOURI, N. *et al.* Return of epidemic Dengue in the United States: implications for the Public Health Practitioner. **Public Health Reports**, v. 127, p. 259-266, 2012.

BRASIL. Diagnóstico rápido nos municípios para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil – LIRAA: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial, 2005.

BRASIL. 2012. Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* – LIRAA – para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=dengue-964&alias=1460-levantamento-rapido-indices-para-aedes-aegypti-liraa-2a-edicao-0&Itemid=965. Acessado em: 26 nov. 2018.

BRASIL. 2015. Situação epidemiológica. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/situacao-epidemiologica-dados-Dengue>. Acessado em 18 de setembro de 2017.

BRASIL, L. M. *et al.* Web platform using digital image processing and geographic information system tools: a Brazilian case study on Dengue. **BioMedical Engineering OnLine**, v. 14, n. 69, p. 1-14, 2015.

BRYANT, J. E. *et al.* Out of Africa: a molecular perspective on the introduction of Yellow Fever virus into the America. **PLOS Pathogens**, v. 3, n. 5, p. 668-673, 2007.

BRYANT, B. *et al.* microRNA miR-275 is indispensable for blood digestion and egg development in the mosquito *Aedes aegypti*. **PNAS**, v. 107, n. 52, p. 22391-22398, 2010.

BUCKNER, E. A. *et al.* Vertical transmission of key west Dengue-1 virus by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) mosquitoes from Florida. **Journal of Medical Entomology**, v. 50, n. 6, p. 1291-1297, 2013.

CÂMARA, F. P; GOMES, A. F; SANTOS, G. T; CÂMARA, D. C. P. Clima e epidemias de Dengue no Estado do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 42, n.2, p. 137-140, 2009.

- CAMPBELL, L. P. *et al.* Climate change influences on global distributions of Dengue and Chikungunya virus vectors. **Philosophical Transactions**, v. 11, p. 1-9, 2015.
- CARDOSO, C. W. *et al.* Outbreak of exanthematous illness associated with Zika, Chikungunya and Dengue viruses, Salvador, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 21, n. 12, p. 2274-2276, 2015.
- CARVALHO-LEANDRO, D. *et al.* Temporal distribution of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae), in a hospital in Cuiabá, state of Mato Grosso, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 4, p. 701-706, 2010.
- CARVALHO, R. M.; NASCIMENTO, L. F. C. Spatial distribution of Dengue in the city of Cruzeiro, São Paulo state, Brazil: use of geoprocessing tools. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v. 54, n. 5, p. 261-266, 2012.
- CARVALHO, S. *et al.* Analysis of the spatial distribution of Dengue cases in the city of Rio de Janeiro, 2011 and 2012. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, p. 1-9, 2017.
- CASTRO, F.P. *et al.* Ciclos de vida de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) do semiárido da Paraíba. **Iheringia**, v. 103, p. 118-123, 2013.
- CASTRO, L. C. *et al.* Evaluation of the thermal performance of different cold materials for urban paving. **Cerâmica**, v. 63, p. 203-209, 2017.
- CHAN, K. L.; HO, B. C.; CHAN, Y.C. *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Singapore city. **Bull. Wld. Hlth. Org.**, v. 44, p. 629-633, 1971.
- CHATZIDIMITRIOU, A.; YANNAS, S. Microclimate design for open spaces: ranking urban design effects on pedestrian thermal comfort in summer. **Sustainable Cities and Society**. v. 26, p. 27-47, 2016.
- CHEW, M. H.; RAHMAN, M. M.; HUSSIN, S. Molecular epidemiology and phylogenetic analysis of Dengue virus type 1 and 2 isolated in Malaysia. **Pakistan Journal of Medical Sciences**, v. 31, n. 3, p. 615-620, 2015.
- CHIARAVALLOTTI-NETO, F. *et al.* Assessment of the relationship between entomologic indicators of *Aedes aegypti* and the epidemic occurrence of Dengue virus 3 in a susceptible population, São José do Rio Preto, São Paulo, Brazil. **Acta Tropica**, v. 142, p.167-177, 2015.
- CHIEN, L. C.; YU, H. L. Impact of meteorological factors on the spatiotemporal patterns of Dengue fever incidence. **Environment International**, v. 73, p. 46-56, 2014.
- CHUNG, Y. *et al.* Mortality related to extreme temperature for 15 cities in northeast Asia. **Epidemiology**, v. 26, n. 2, p. 255-262, 2015.
- CHUNG, Y. *et al.* Temporal changes in mortality related to extreme temperatures for 15 cities in northeast Asia: adaptation to heat and Maladaptation to cold. **American Journal of Epidemiology**, v. 185, n. 10, p. 907-913, 2017.

COELHO, M. S. Z. S.; MASSAD, G. The impact of climate on leptospirosis in São Paulo, Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, p. 233-241, 2012.

COLLISCHONN, E. *et al.* Relações entre o clima e saúde: caso da Dengue no Rio Grande do Sul no período 2007-2017. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**, v. 37, DOI : 10.4000/confins.15431, 2018.

CORBURN, J. Cities, climate change and urban heat island mitigation: localising global environmental science. **Urban Studies**, v. 46, n. 2, p. 413-427, 2009.

CORRÊA, P. R. L. *et al.* Infestação pelo *Aedes aegypti* e ocorrência da Dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais. **Revista Saúde Pública**, v. 39, n. 1, p. 33-40, 2005.

COSTA, A. I. P.; NATAL, D. Distribuição espacial da Dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no sudoeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, p. 232-236, 1998.

COSTA, M. A. R. A Ocorrência do *Aedes aegypti* na Região Noroeste do Paraná: um estudo sobre a epidemia de Dengue em Paranavaí. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, 2001.

COSTA, A. D. L. O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. UNICAMP. Campinas, 2007, 242 p.

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

COSTA, E. A. P. A. *et al.* Impact small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 3, p. 488-493, 2010.

COSTA, A. R. *et al.* Análise do controle vetorial da Dengue no sertão piauiense entre 2007 e 2011. **Caderno de Saúd Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 275-281, 2016.

COSTA, I. M. P.; CALADO, D. C. Incidência dos casos de Dengue (2007-2013) e distribuição sazonal de culicídeos (2012-2013) em Barreiras, Bahia. **Epidemiologia e Serviço de Saúde**, v. 25, n. 4, p. 735-744, 2016.

COSTA, C. F. *et al.* Transovarial transmission of DENV in *Aedes aegypti* Amazon basin: a local model of xenomonitoring. **Parasites & Vectors**, v. 10, p. 249-257, 2017.

COSTA-DA-SILVA, A. L. *et al.* First report of naturally infected *Aedes aegypti* with Chikungunya virus genotype ECSA in the Americas. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 14, p. 1-11, 2017.

COSTA, S. S. B. *et al.* Spatial analysis cases of Dengue fever, Chikungunya fever and Zika virus infections in Maranhão state, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, n. 60, p. 1-10, 2018.

CRUZ, J. E. B. Distribuição espacial do *Aedes aegypti* por distritos sanitário – DS – e sua relação com os problemas socioambientais em Salvador, no período de 2006. Salvador, Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFBA, 2011.

CRUZ, L. C. T. A. *et al.* Natural transovarial transmission of Dengue virus 4 in *Aedes aegypti* from Cuiabá, State of Mato Grosso, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48, n. 1, p. 18-25, 2015.

CUSTÓDIO, J. M. O. *et al.* Abiotic factors and population dynamic of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in an endemic area of Dengue Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 61, n. 18, 1-9, 2019.

DANTAS, E. S. Avaliação da influência de algumas características do criadouro e da água na frequência de formas imaturas e no tamanho e no peso de adultos do mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) no Rio de Janeiro, Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical) – FIOCRUZ, 2011.

DAS, T. *et al.* Chikungunya fever: CNS infection and pathologies of a re-emerging arbovirus. **Progress in Neurobiology**, v. 91, p. 121-129, 2010.

DEGALLIER, N. *et al.* *Aedes albopictus* may not be vector of Dengue virus human epidemics in Brazil. **Revista Saúde Pública**, v. 37, n. 3, p. 386-387, 2003.

DELMELLE, E. *et al.* A spatial model of socioeconomic and environmental determinants of dengue fever in Cali, Colombia. **Acta Tropica**, v. 164, p.169-176, 2016.

DHIMAL, M. *et al.* Risk factors for the presence of Chikungunya and Dengue vectors (*Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*), their altitudinal distribution and climate determinants of their abundance in Central Nepal. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 9, n. 3, p. 1-20, 2015.

DIALLO, M. *et al.* Vectors of Chikungunya virus in Senegal: current data and transmission cycles. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 60, n. 2, p.281-286, 1999.

DÍAZ-GONZÁLEZ, E. E. *et al.* First report of *Aedes aegypti* transmission Chikungunya virus in the Americas. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 93, n. 6, p. 1325-1329, 2015.

DICK, O. B. *et al.* Review: the history of Dengue outbreaks in the Americas. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 87, n. 4, p. 584-593, 2012.

DIGITAL GLOBE. 2016. Quick Bird imagery products, products guide. <http://www.digitalglobe.com>, Acessado em: 5 de out de 2018.

DINIZ, D. F. A. *et al.* Diapause and quiescence: dormancy mechanisms that contribute to the geographical expansion of mosquitoes and their evolutionary success. **Parasites & Vectors**, v. 10, p. 310-323, 2017.

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

DONG, S. *et al.* Heritable CRISPR/Cas9-Mediated genome editing in the Yellow Fever mosquito, *Aedes aegypti*. **PLOS ONE**, v. 27, p. 1-13, 2015.

DONG, S. *et al.* Infection pattern and transmission potential of Chikungunya virus in two new world laboratory-adapted *Aedes aegypti* strains. **Nature**, v. 6, p. 1-13, 2016.

DUGAL, N. K. *et al.* Frequent Zika virus sexual transmission and prolonged viral RNA shedding in an immunodeficient mouse model. **Cell Reports**, v. 18, p. 1751-1760, 2017.

EDENHOFER, O. The IPCC special report on renewable energy sources and climate change mitigation. **IPCC**, 2011.

EDMONDSON, J. L. Soil surface temperatures reveal moderation of the urban heat island effect by trees and shrubs. **Science Reports**, v. 6, n. 33708, p. 1-8, 2016.

EGGER, J. R. *et al.* Reconstructing historical changes in the force of infection of Dengue fever in Singapore: implications for surveillance and control. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 86, n. 3, p. 187-196, 2008.

EIRAS, A. E.; RESENDE, M. C. Preliminary evaluation of the “Dengue-MI” technology for *Aedes aegypti* monitoring and control. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, p. 545-558, 2009.

EISEN, L. *et al.* The impact of temperature on the bionomics of *Aedes (Stegomyia) aegypti*, with special reference to the cool geographic range margins. **Journal of Medical Entomology**, v. 51, n. 3, p. 496-516, 2017.

ELLIS, E. C. Sustaining biodiversity and people in the world’s antropogenic biomas. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, n. 3-4, p. 368-372, 2013.

ESPINOSA, M. *et al.* Vertical transmission of Dengue virus in *Aedes aegypti* collected in Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 56, n. 2, p. 165-167, 2014.

FAJARDO, A. *et al.* Emergence and spreading potential of Zika virus. **Frontiers in microbiology**, v. 7, p.1-8, 2016.

FARNESI, L. C. *et al.* Physical features and chitin content of eggs from the mosquito vectors *Aedes aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*: connection with distinct levels of resistance to desiccation. **Journal of Insect Physiology**, v. 83, p. 43-52, 2009.

FANTINATO, F. F. S. T. *et al.* Descrição dos primeiros casos de febre Zika investigados em municípios da região Nordeste do Brasil, 2015. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, p. 1-8, 2016.

FANTINATTI, E. C. S. *et al.* Abundância e agregação de ovos de *Aedes aegypti* L. e *Aedes albopictus* (Skuse) (Díptera: Culicidae) no Norte e Noroeste do Paraná. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 6, p. 960-965, 2007.

FARES, R. C. G. *et al.* Epidemiological scenario of Dengue in Brazil. **BioMed Research International**, p. 1-13, 2015.

FARJANA, T. *et al.* Effects of temperature and diet on development and interspecies competition in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 26, p. 210-217, 2011.

FARNESI, L. C. *et al.* Embryonic development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): influence of diferente constant temperatures. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 104, n. 1, p. 124-126, 2009.

FARNESI, L. C. *et al.* Physical features and chitin content eggs from the mosquito vectors *Aedes aegypti*, *Anopheles aquasalis* and *Culex quinquefasciatus*: connection with distinct levels of resistance to desiccation. **Journal of Insect Physiology**, v. 83, p.43-52, 2015.

FAULL, K. J.; WILLIAMS, C. R. Intraespecific variation in desiccation survival time of *Aedes aegypti* (L.) mosquito eggs of Australian origin. **Journal of Vector Ecology**. v. 40, n. 2, p. 292-300, 2015.

FAYE, O. *et al.* Molecular evolution of Zika virus during its emergence in the 20th century. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2014.

FEITOSA, F. R. S. *et al.* Indicadores de sustentabilidade ambiental para o controle do *Aedes aegypti* em Aracaju/SE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 3, p.1574-1590, 2016.

FELLNER, C. Zika in America: the year in review. **P&T**, v. 41, n. 12, p. 778-791, 2016a.

FELLNER, C. Zika virus: anatomy of a global health crisis. **P&T**, v.41, n. 4, p.242-253, 2016b.

FERNANDES, R. S. *et al.* Clima e casos de Dengue em Tangará da Serra/MT. **Hygeia**, v. 8, n. 15, p. 78-88, 2012.

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

FERREIRA, H. S. Clima urbano e Dengue em Recife: influência climática sobre a formação das epidemias, Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFPE, 2016

FIGUEIREDO, M. L. G.; FIGUEIREDO, L. T. M. Emerging alphaviruses in the Americas: Chikungunya and Mayaro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 47, v. 6, p. 677-683, 2014.

- FISHER, S. *et al.* Cold season mortality and hatching behavior of *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) eggs in Buenos Aires city, Argentina. **Journal Vector Ecology**, v, 36, n. 1, p. 94-99, 2011.
- FOCKS, D. A. *et al.* A simulation model of the epidemiology of urban Dengue fever: literature analysis, model development, preliminary validation, and samples of simulations results. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 53, n. 5, p. 489-506, 1995.
- FREIRE, I. L.; TORRISI, M. Symmetry methods in mathematical modeling *Aedes aegypti* dispersal dynamics. **Nonlinear Analysis**, v. 14, n. 3, p. 1300-1307, 2013.
- FREITAS, A. F.; SANTOS, J. S. Ilha de calor urbana: um estudo de caso no *Campus IV* da UFPB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 3, p. 811-822, 2015.
- FREITAS, A. F. *et al.* Análise da variação microclimática em diferentes tipos de fragmentação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 226-236, 2016.
- GABRIEL, K. M. A.; ENDLICHER, W. R. Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. **Environmental Pollution**, v. 159, n. 8-9, p. 2044-2050, 2011.
- GABRIEL, A. F. B. *et al.* Avaliação do impacto à saúde da incidência de Dengue associada pluviosidade do município de Ribeirão Preto, São Paulo. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 26, n. 4, p. 446-452, 2018.
- GAO, D. *et al.* Prevention and control of Zika as a mosquito-borne and sexually transmitted disease: a mathematical modeling analysis. **Nature**, v. 6, p. 1-10, 2016.
- GARCÍA, F. F. Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Editorial Síntesis. S. A. 1996.
- GARDNER, C. L.; RYMAN, K. D. Yellow Fever: a reemerging threat. **Clin. Lab. Med.**, v. 30, n. 1, p. 237-260, 2010.
- GERMI, R. *et al.* Heparan sulfate-mediated binding of infectious Dengue virus type 2 and Yellow Fever virus. **Virology**, v. 292, p.162-168, 2002.
- GIMÉNEZ, J. O. *et al.* Cold season mortality under natural conditions and subsequent hatching response of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae) eggs in a subtropical city of Argentina. **Journal of Medical Entomology**, p. 1-7, 2015.
- GLASSER, C. M. *et al.* Comportamento de formas imaturas de *Aedes aegypti* , no litoral do estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44, n. 3, p. 349, 355, 2011.
- GLORIA-SORIA, A *et al.* Origin of Dengue fever mosquito, *Aedes aegypti*, in California. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 8, n. 7, p. 1-6, 2014.

GOINDIN, D. *et al.* Parity and longevity of *Aedes aegypti* according to temperatures in controlled conditions and consequences on Dengue transmission risks. **PLOS ONE**, p. 1-21, 2015.

GÓIS, F. R. Investigação de arbovirus (gênero: Flavivírus) de interesse da saúde pública em mosquitos (*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*) em Foz do Iguaçu, Paraná. Curitiba, Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - UFPR, 2017.

GOMES, A. C. *et al.* Estimação da infestação predial por *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) por meio de armadilha adultrap®. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 17, n. 4, p. 293-300, 2008.

GONÇALVES, K. S.; MESSIAS, M. C. Ocorrência de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Insecta, Diptera, Culicidae) em bromélias, no município do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, Brasil). **Biota Neotrop.**, v. 8, n. 1, p. 235-237, 2008.

GONÇALVES, C. M. O estudo da competência vetorial das populações de *Aedes aegypti* da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, ao Dengue vírus 2. Belo Horizonte, Dissertação (Mestrado em Ciências) - FIOCRUZ, 2010.

GONZALES, K. K. *et al.* Blood serum BSA, but neither red blood cells nor hemoglobina can support vitellogenesis and egg production in the Dengue vector *Aedes aegypti*. **PeerJ**, p. 1-14, 2015.

GUAGLIARDO, S. A. *et al.* Patterns of geographic expansion of *Aedes aegypti* in the Peruvian Amazon. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 8, n. 8, p. 1-12, 2014.

GUBLER, D. J. Epidemic Dengue/Dengue haemorrhagic fever: a global public health problem in the 21st century. **Dengue Bulletin**, v. 21, p. 1-19, 1997.

GUBLER, D. J. Dengue and dengue hemorrhagic fever. **Clinical Microbiology Reviews** 1998.

GUBLER, D. J. Epidemic Dengue/Dengue haemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. **Science & Society**, v. 10, n. 2, p. 100-103, 2002.

GUBLER, D. J. Dengue, urbanization and globalization: the unholy trinity of the 21st century. **Tropical Medicine and Health**, v. 39, n. 4, p. 3-11, 2011.

GUEDES, D. R. D. Análise da competência vetorial para o vírus Dengue em populações naturais de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* de Pernambuco. Recife, Tese (Doutorado em Saúde Pública) - FIOCRUZ, 2012.

HAHN, M. B. *et al.* Reported distribution of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus* in the United States, 1995-2016 (Diptera: Culicidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 53, n. 5, p.1169-1175, 2016.

HASNAN, A. *et al.* Quantifying the distribution and abundance of *Aedes* mosquitoes in Dengue risk areas in Shah Alam, Selangor. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 234, p. 154-163, 2016.

HIGA, Y. *et al.* Geographic distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* collected from used tires in Vietnam. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 26, n. 1, p. 1-9, 2010.

HINDLE, E. An experimental study of Yellow Fever. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 22, p. 405-434, 1929.

HONGYU, K. *et al.* Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **Engineering and Science**, v. 1, n. 5, p. 83-90, 2015.

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

HOPP, M. J.; FOLEY, J. A. Global-scale relationships between climate and the Dengue fever vector, *Aedes aegypti*. **Climatic Change**, v. 48, p. 441-463, 2001.

HUBER, J. H. *et al.* Seasonal temperature variation influences climate suitability for Dengue, Chikungunya and Zika transmission. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 5, p. 1-20, 2018.

HURTANO-DÍAZ, M. *et al.* Impact of climate variability on the incidence of Dengue in Mexico. **Tropical Medicine and International Health**, v. 12, n. 11. p. 1327-1337, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/>. Acessado em: 20 abr. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/>. Acessado em: 20 abr. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/>. Acessado em: 20 abr. 2018.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 10 jul. 2018.

JOHANSSON. M. A.; DOMINICI, F.; GLASS, G. E. Local and global effects of climate on Dengue transmission in Puerto Rico. **PLOS NEGL. TROP. DIS.**, v. 3, n. 2, p. 1-5, 2009.

JOSHI, V. *et al.* Persistence of dengue-3 virus through transovarial transmission passage in successive generations of *Aedes aegypti* mosquitoes. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 67, n. 2, p. 158-161, 2002.

KATZSCHNER, L.; BOSCH, U.; ROTTEGEN, M. Behaviour of people in open spaces in dependency of thermal comfort conditions. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE. Anais, France, James & James Ltd., p. 411-415, 2002.

KEAN, S. On the trail of Yellow Fever. **Science**, v. 357, p. 637-641, 2017.

KRAEMER, M. U. G. *et al.* The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. **eLife**, v. 4, p. 1-18, 2015.

KUNO, G. *et al.* Phylogeny of the Genus *Flavivirus*. **Journal of Virology**. v. 72, n. 1, p. 73-83, 1998.

LAMBRECHTS, L. *et al.* Impact of daily temperature fluctuations on Dengue virus transmission by *Aedes aegypti*. **PNAS**, v. 108, n. 18, p. 1-6, 2011.

LANCIOTTI, R. C. *et al.* Phylogeny of Zika virus in western hemisphere, 2015. **Emerging Infectious Diseases**, v. 22, n. 5, p. 933-935, 2015.

LAZEAR, H. M.; DIAMOND, M. S. Zika virus: new clinical syndromes and its emergence in the western hemisphere. **Journal of Virology**, v. 90, n. 10, 2016.

LEAL, W. *et al.* Climate change and health: an analysis of causal relations on the spread of vector-borne diseases in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 177, p. 589-596, 2018.

LEE, H. L.; ROHANI, A. Transovarial transmission of Dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in relation to dengue outbreak in an urban area in Malaysia. **Dengue Bulletin**, v. 29, p. 106-111, 2005.

LEE, H. S. *et al.* Seasonal patterns of Dengue fever and associated climate factors in 4 provinces in Vietnam from 1994 to 2013. **BMC Infectious Diseases**, v. 17, p. 1-9, 2017.

LEHOCZKY, A.; SOBRINO, J.A.; SKOKOVIC, D.; Aguilar, E. The urban heat island effect in the city of Valencia: a case study for hot summer days. **Urban Science**, v. 1, p. 1-18, 2017.

LEVI, T. *et al.* Growth and development of *Aedes aegypti* larvae at limiting food concentrations. **Acta Tropical**, v. 133, p. 42-44, 2014.

LI, C. *et al.* Vector competence and transovarial transmission of two *Aedes aegypti* strains to Zika virus. **Emerging Microbes & Infections**, v. 6, p. 1-7, 2017.

LIMA, E. P. *et al.* Resistência do *Aedes aegypti* ao Temefós em municípios do Estado do Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, n. 3, p. 259-263, 2006.

LIMA-CAMARA, T. N. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, n. 36, p. 1-7, 2016.

LIMA, R. C. *et al.* A influência climática sobre a epidemia da Dengue na cidade de Recife por sistema de informações geográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 2, p. 384-398, 2016.

LIMA, F. S. F.; BARROZO, L. V.; MATAVELI, G. A. V. Temperatura da superfície e precipitação que influenciam na incidência do *Aedes aegypti* em São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. especial, p. 174-183, 2018.

LIU-HELMERSSON, J. *et al.* Climate change and *Aedes* vectors: 21st century projection for Dengue transmission in Europe. **EBiomedicine**, v. 7, p. 267-277, 2016.

LIU, Z. *et al.* Competence of *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, and *Culex quinquefasciatus* mosquitoes as Zika virus vectors, China. **Emerging Infectious Diseases**, v. 23, n. 7, p. 1085-1091, 2017.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. *et al.* *Aedes aegypti* from temperate regions of South America are highly competent to transmit Dengue virus. **BMC Infectious Diseases**, v. 13, n. 610, p. 1-8, 2013.

LOWE, R. *et al.* The Zika virus epidemic in Brazil: from discovery to future implications. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 96, p. 1-18, 2018.

MACIEL-DE-FREITAS, R. *et al.* Variation in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) container productivity in a slum and a suburban district of Rio de Janeiro during dry and wet seasons. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 102, n. 4, p. 489-496, 2007.

MADARIAGA, M. *et al.* 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, G.B.; ZANELLA, M. E. Comportamento espacial da Dengue e sua relação com o clima na região metropolitana de Fortaleza. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, p. 114-135, 2013.

MAGALHÃES, G.B.; ZANELLA, M. E. A variabilidade climática e a frequência de Dengue em Fortaleza, CE, Brasil. **Revista Eletrônica PRODEMA**, v. 9, p. 35-50, 2015.

MAJID, N. A. *et al.* Distribution and spatial pattern analysis on Dengue cases in Seremban District, Negeri Sembilan, Malaysia. **Sustainability**, n. 11, p. 1-14, 2019.

MARENGO, J. A.; DIAS, P. L. S. Mudanças Climáticas Globais e seus Impactos nos Recursos Hídricos. In: Rebouças, A.C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. *Águas Doces no Brasil – Capital ecológico, uso e conservação*. 2.ed. São Paulo: Escrituras, 2006. Cap.3, p. 63-109.

MARTEIS, L. S. *et al.* Identificação e distribuição espacial de imóveis-chave de *Aedes aegypti* no bairro Porto Dantas, Aracaju, Sergipe, Brasil entre 2007 e 2008. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 29, n. 2, p. 368-378, 2013.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Variação diária e estacional do microclima urbano em ruas arborizadas de Curitiba-PR. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n.4, p. 460-469, 2013.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e conforto térmico de um fragmento de floresta urbana em Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente**. v. 22, n. 2, p. 182-193, 2015.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Distance and intensity of microclimate influence provided by urban forest typologies. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 2, p. 1-12, 2018.

MARTINS, V. E. P. *et al.* Occurrence of natural vertical transmission of Dengue-2 and dengue-3 viruses in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Fortaleza, Ceará, Brazil. **PLOS ONE**, v. 7, n. 7, p. 1-9, 2012.

McMICHAEL, A. J. *et al.* Climate change and human health: present and future risks. **The Lancet**, v. 367, n. 9513, p.859-869, 2006.

MEDLOCK, J. M. *et al.* A review of the invasive mosquitoes in Europe: Ecology, public health risks, and control options. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, v. 12, n. 6, p. 435-447, 2012.

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

MENDONÇA, F. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. **Terra Livre**, v. 1, n. 20, p. 205-221, 2003.

MENDONÇA, F. S.A.U. – Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, F. *et al.* *Impactos socioambientais urbanos*. Curitiba: Editorial UFPR. 2004. p. 185-208.

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

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos a contingência climática. **Mercator**. v. 9, n. 1, p. 153-163, 2010.

MENDONÇA, F.; CUNHA, F. C. A.; LUIZ, G. C. Problemática social urbana. **Revista da ANPEGE**. v. 12, n. 8, p. 331-352, 2016.

MICELI, B. S.; FONSECA, A. B. A. Dengue e saúde pública na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Sustinere**, v. 5, n. 2, p. 260-278, 2017.

MIYAZAKI, R. D. *et al.* Monitoramento do mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae), por meio de ovitrampas no *Campus* da Universidade de Mato Grosso, Cuiabá, Estado de Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v.42, n. 4, p. 392-397, 2009.

- MONAGHAN, A. J. *et al.* On the seasonal occurrence and abundance of the Zika virus vector mosquito *Aedes aegypti* in the contiguous United States. **PLOS Currents Outbreaks**, p.1-33, 2016.
- MONATH, T. P.; VASCONCELOS, P. F. C. Yellow Fever. **Journal of Clinical Virology**, v. 64, p. 160-173, 2015.
- MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. USP. São Paulo, 1976. 236 p.
- MOORE, M. *et al.* Dual African origins global *Aedes aegypti* s.l. populations revealed by mitochondrial DNA. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 7, n. 4, p. 1-8, 2013.
- MORDECAI, E. A. *et al.* Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, Dengue and Chikungunya using mechanistic models. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. v. 27, p. 1-18, 2017.
- MORIN, C. W. *et al.* Climate and Dengue transmission: evidence and implications. **Environmental Health Perspectives**, v. 121, n. 11-12, p.1264-1267, 2013.
- MOUCHET, J. *et al.* La diffusion anthropique des arthropodes vecteurs de maladie dans le monde. **Cahiers Santé**, v. 5, p. 293-298, 1995.
- MURARA, P. G.; AMORIM, M. C. C. T. Clima e saúde: variações atmosféricas e óbitos por doenças circulatórias. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 6, n. 6, p. 79-92, 2010.
- MURPHY, D. J. *et al.* The relationship between land cover and the urban heat island. In northeastern Puerto Rico. **International Journal of Climatology**, v. 31, n. 8, p. 1222-1239, 2011.
- MURRAY, N. E. A. *et al.* Epidemiology of dengue: past, present and future prospects. **Clinical Epidemiology**, v. 5, p. 299-309, 2013.
- MUSSO, D. *et al.* Potential sexual transmission of Zika virus. **Emerging Infectious Diseases**. v. 21, n. 2, p. 359-361, 2015.
- MUSSO, D.; GUBLER, D. J. Zika virus. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 29, n. 3, p. 487-524, 2016.
- MUSTAFA, M. S. *et al.* Discovery of fifth serotype of Dengue virus (DENV-5): a new public health dilemma in dengue control. **Medical Journal Armed India**, v. 7, p.67-70, 2015.
- NAISH, S. *et al.* Climate change and Dengue: a critical and systematic review of quantitative modeling approaches. **BMC Infectious Diseases**, v. 14, p. 1-14, 2014.

NOGUEIRA, A. M. P. et al. Impacto da verticalização no microclima urbano: o caso do bairro Guaxuma, em Maceió-AL, Brasil. **Pesquisa em Arquitetura e Construção**. v. 9, n. 2, p. 72-85, 2018.

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

NUNES, M. R. T. *et al.* Emergence and potential for spread of Chikungunya virus in Brazil. **BMC Medicine**, v. 13, n. 102, p. 1-11, 2015.

OKE, T. R. City size and the urban heat island. **Atmospheric Environment Pergamon Press**. v. 7, p. 769-779, 1973.

OKE, T. R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. Geneva: World Meteorological Organization, 2004.

OLIVEIRA, P. C. *et al.* Análise da influência do uso da terra no microclima urbano: caso Irati-PR. **Floresta e Ambiente**. v. 22, n. 4, p. 465-471, 2015.

OMS. Organização Mundial de Saúde. Using climate to predict infectious disease epidemics. 2005.

OMS. Organização Mundial de Saúde. A global brief on vector-borne diseases. 2014.

ORSI, R. A. A reprodução capitalista no setor habitacional e as transformações no espaço urbano: o caso do Jardim Letícia. **GeoTextos**, v. 9, n. 1, p. 71-91, 2013.

PADMANABHA, H. *et al.* Food availability alters the effects of larval temperature on *Aedes aegypti* growth. **Entomological Society of America**, v. 48, n. 5, p. 974-984, 2011.

PARAÍBA. Boletim epidemiológico. 2015. Disponível em: <http://static.paraiba.pb.gov.br/2015/06/Boletim-microcefalias-SE48_.pdf>. Acesso em: 02 de maio de 2017.

PARAÍBA. Situação Epidemiológica das arboviroses na Paraíba. 2016. Disponível em: <<http://static.paraiba.pb.gov.br/2015/09/Be-n%C2%BA-01-2017-final.pdf>>. Acesso em: 02 de maio de 2017.

PEDRO, K. *et al.* Frequência de casos de Dengue nos distritos do município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Biomedica Brasiliensia**, v. 7, n. 1, p. 100-108, 2016.

PIAO, S. *et al.* The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. **Nature**, v. 467, n. 2, p. 43-51, 2010.

PLIEGO, E. P. *et al.* Seasonality on the life cycle of *Aedes aegypti* mosquito and its effects on Dengue outbreaks. **Applied Mathematical Modelling**, p. 1-34, 2016.

POWELL, J. R.; TABACHNICK, W. J. History of domestication and spread of *Aedes aegypti* – A review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 108, p. 11-17, 2013.

PRICE, D. P. *et al.* Small mosquitoes, large implications: crowding and starvation affects gene expression and nutrient accumulation in *Aedes aegypti*. **Parasits & Vectors**, v. 8, n. 252, p.1-14, 2015.

PULMANAUSAHAKUL, R. *et al.* Chikungunya in Southeast Asia: understanding the emergence and finding solutions. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 15, p. 671-676, 2011.

RAGHEB, A. A. *et al.* Microclimate and human comfort considerations in planning a historic urban quarter. **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 5, n. 1, p. 156-167, 2016.

REES, W.; WACKERNAGEL, M. Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable – and why they are a key to sustainability. **Urban Ecological Footprints**, v. 16, p. 537-555, 2008.

REITER, P. Yellow Fever and dengue: a threat to Europe. **Euro Surveill**, v. 15, n. 10, p. 1-10, 2010.

RIBEIRO, A. F. *et al.* Associação entre a incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 1-6, 2006.

RIBEIRO, I. G. *et al.* Microcefalia no Piauí, Brasil: estudo descritivo durante a epidemia do vírus Zika, 2015-2016. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 27, n. 1, p. 1-11, 2018.

ROBINSON, M. C. An epidemic of virus disease in Southern province Tanganyika territory, in 1952-53. **Transactions of the Royal Society of the Tropical Medicine and Hygiene**, v. 49, n. 1, p. 28-32, 1955.

ROSS, R. W. The virus: isolation, pathogenic properties and relationship to the epidemic. **The Newala Epidemic**, p. 177-191, 1956.

SAMPAIO, J. C. A longevidade do *Aedes aegypti* durante a estação chuvosa no município de Fortaleza. Fortaleza, Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – UFCE, 2010.

SANCHEZ, L. *et al.* Breteau index threshold levels indicating risk for dengue transmission in areas with low *Aedes* infestation. **Tropical Medicine and International Health**, v. 15, n. 2, p. 173-175, 2010.

SANTOS, J.S. Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em uma cidade tropical úmida. Campina Grande, Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - UFCG, 2011.

SANTOS, E. C. A. Clima urbano e sua relação com uso e cobertura do solo na cidade de Bayeux – Paraíba: subsídio ao planejamento e a gestão ambiental. João Pessoa, Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – UFPB, 2017.

SCANLON, J. E. The distribution of *Aedes aegypti* in Thailand. **Mosquito News**, v. 25, n. 2, p. 199-203, 1965.

SCARPASSA, V. M. *et al.* Population genetics and phylogeography of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Brazil. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 78, n. 6, p. 895-903, 2008.

SEDES – SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL. Topografia Social da Cidade de João Pessoa. Disponível em: http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wpcontent/uploads/2012/04/TOPOGRAFIA-SOCIAL-DE-JOAO-PESSOA_2009.pdf. Acessado em: 22 abr 2017.

SETTE, D. M.; RIBEIRO, H. Interações entre o clima, o tempo e a saúde humana. **Revista de Saúde e Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 37-51, 2011.

SHRAGAI, T. *et al.* Zika and Chikungunya: mosquito-borne viruses in a changing world. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1399, p. 61-77, 2017.

SILVA, J. SOUZA; MARIANO, Z. de F; SCOPEL, L. A Influência do clima urbano na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Jataí (GO) na perspectiva da geografia médica. **Hygeia**. v. 2, n. 5, p. 33-49, 2007.

SILVA, F. A. G. Uma incursão por questões relativas à ocupação do solo: a orla marítima da cidade de João Pessoa (PB). **Fórum Patrimônio: amb. constr. e patr. sust. Belo Horizonte**. v. 4, n.1, p. 1-25, 2010.

SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V.; BRITO, R. S.; CAMPOS; J. H. B. C. Evaluating the urban climate of a typically tropical city of northeastern Brazil. **Environ Monit Assess**. 2010.

SILVA, S. L. C. *et al.* Avaliação da atividade larvicida de estratos obtidos do caule de *Croton linearifolius* Mull. Arg. (Euphorbiaceae) sobre larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). **Biotemas**, v. 27, n. 2, p. 79-85, 2014.

SILVA, N. M. *et al.* Vigilância de Chikungunya no Brasil: desafios no contexto da saúde pública. **Epidemiologia e Saúde Pública**, v. 27, n. 3, p. 1-10, 2018.

SILVA, J. C. B.; MACHADO, C. J. S. Associações entre Dengue e variáveis socioambientais nas capitais do nordeste brasileiro por análise de agrupamentos. **Ambiente e Sociedade**, v. 21, p. 1-22, 2018.

SIM, S. *et al.* Dengue virus infection of the *Aedes aegypti* salivary gland and chemosensory apparatus induces gene that modulate infection and blood-feeding behavior. **PLOS Pathogens**, v. 8, n. 3, p. 1-15, 2012.

SIMPSON, D. I. H. Zika virus infection in man. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 58, n. 4, p. 335-338, 1964.

SINAN. 2016. Dados epidemiológicos Sinan. Disponível em: <http://portalsinan.saude.gov.br/dados-epidemiologicos-sinan>. Acessado em: 25 out 2018.

SINAM. 2017. Dados epidemiológicos Sinan. Disponível em: <http://portalsinan.saude.gov.br/dados-epidemiologicos-sinan>. Acessado em: 25 out 2018.

SIQUEIRA, I. S. *et al.* A relação entre a incidência de casos de Dengue com a precipitação na área urbana de Belém-PA, 2007-2011, através de modelos multivariados de séries temporais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 2, p. 380-389, 2018.

SOARES-DA-SILVA, J. *et al.* Variation in *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Diptera, Culicidae) infestation in artificial containers in Caxias, State Maranhão, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 45, n. 2, p. 174-179, 2012.

SOBRAL, M. F. F.; SOBRAL, A. I. G. P. Casos de Dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na cidade do Recife, Brasil. **Ciência Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 1075-1082, 2019.

SOPER, F. L. *Aedes aegypti* and Yellow Fever. **Bull. Wld. Hlth. Org.**, v. 36, p. 521-527, 1967.

SOUSA, A. A. *et al.* Genetic differentiation in populations of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) Dengue vector from Brazilian state of Maranhão. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 61, p. 51-59, 2017.

SOUZA, L. C. L. Relações entre ilhas de calor, geometria urbana e consumo de energia elétrica. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2010.

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

STEFFLER, L. M. *et al.* Risk of Dengue occurrence based on the capture of gravid *Aedes aegypti* femals using MosquiTRAP. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.106, n. 3, p. 365-367, 2011.

THANGAMANI, S. *et al.* Vertical transmission of Zika virus in *Aedes aegypti* mosquitões. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 95, n. 5, p.1169-1173, 2016.

THOMAS, A. D. *et al.* The influence of trees, shrubs, and grasses on microclimate, soil carbono, nitrogen, and CO₂ efflux: potential implications of shrub ancroachment for Kalahari rangelands. **Land Degrad Dev.** v. 28, p. 1306-1316, 2018.

TOAI, N. P. *et al.* Associations between meteorological variables, vector indices and dengue hospitalizations in Can Tho, Vietnam: a field survey. Doi: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/664599v1>, 2019.

TOMORI, O. Impact of Yellow Fever on the developing world. **Advances in Virus Research**, v. 53, p. 5-34, 1999.

TORRES, S. M. *et al.* Mortalidade acumulativa de larvas de *Aedes aegypti* tratadas com compostos. **Revista de Saúde Pública**, v. 48, n. 3, p. 445-450, 2014.

TRIPS, M. Dry season survival of *Aedes aegypti* eggs in various breeding sites in the Dar es Salaan area, Tanzania. **Survival of Aedes aegypti Eggs**, p. 433-437, 1972.

VALADARES, A. F. *et al.* Impacto da dengue em duas principais cidades o Estado de Tocantins: infestação e fator ambiental (2000-2010). **Epidemiologia e Serviço de Saúde**, v. 22, n. 1, p. 59-66, 2013.

VEGA, F. L. R. *et al.* Emergence of chikungunya and Zika in a municipality endemic to dengue, Santa Luzia, MG, Brazil, 2015-2017. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v. 52, p. 1-9, 2019.

VOROU, R. Zika vírus, vectors, reservoirs, amplifying hosts, and their potential to spread worldwide: what we know and what we should investigate urgently. **International Journal of Infectious Diseases**. v. 48, p. 85-90, 2016.

WAGNER, S. *et al.* Diversity and seasonal abundances of mosquitoes at potential arboviral transmission sites in two different climate zones in Switzerland. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 32, p. 175-185, 2018.

WANG, Y. *et al.* Effects of urban trees on local outdoor microclimate: synthesizing field measurements by numerical modelling. **Urban Ecosyst.**, v.18, p. 1305-1331, 2015.

WEAVER, S. C. Arrival of Chikungunya virus in the new world: prospects for spread and impact on public health. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 8, n. 6, p.1-4, 2014.

WEI, J. *et al.* The impact of climate change on infectious disease transmission: perceptions of CDC Health professionals in Shanxi Province, China. **PLOS ONE**, v. 9, n. 10, p. 1-8, 2014.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Zika strategic response plan. 2016.

WIJEGUNAWRADANA, N. D. A. D. *et al.* Evaluation of the effects of *Aedes* vector indices climatic factors on Dengue incidence in Gampaha District, Sri Lanka. **BioMed Research International**, v. 2019, p. 1-11, 2019.

WONG, M. C. *et al.* A climate model for predicting the abundance of *Aedes aegypti* mosquitoes in Hong Kong. **Meteorological Applications**, v. 18, p. 105-110, 2011.

WONGKOON, S. *et al.* Climatic variability and Dengue virus transmission in Chiang Rai, Thailand. **Biomedica**, v. 27, p. 5-13, 2011.

WONGKOON, S.; JAROENSUTASINEE, M.; JAROENSUTASINEE, K. Distribution, seasonal variation & Dengue transmission prediction in Sisaket, Thailand. **Indian Journal Medical Research**, v. 138, n. 3, p. 347-353, 2013.

WU, P. C. *et al.* Higher temperature and urbanization affect the spatial patterns of Dengue fever transmission in subtropical Taiwan. **Science of the Total Environment**, v. 407, n. 7, p. 2224-2233, 2009.

WU, X. *et al.* Impact of climate change on human infections diseases: empirical evidence and human adaptation. **Environment International**, v. 86, 14-23, 2016.

XAVIER, D. R. *et al.* Difusão espaço-tempo do Dengue no município do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2000-2013. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, n. 2, p.1-13, 2017.

XIANG, J. *et al.* Association between Dengue fever incidence and meteorological factors in Guangzhou, China, 2005-2014. **Environmental Research**, v. 153, p. 17-26, 2017.

XIAO, J. P. *et al.* Characterizing a large outbreak of Dengue fever in Guangdong province, China. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 5, n. 44, p. 1-8, 2016.

YACTAYO, S. *et al.* Epidemiology of Chikungunya in the Americas. **The Journal Infectious Diseases**, v. 214, p. 441-445, 2016.

YAHIA, M. W. *et al.* Effect of urban design on microclimate and thermal comfort outdoors in warm-humid Dar es Salaam, Tanzania. **International Journal Biometeorology**, v. 62, p. 373-385, 2018.

YANG, X. *et al.* Evaluation of a microclimate model for predicting the thermal behavior of different ground surfaces. **Building and Environmental**, v. 60, p. 93-104, 2013.

YANG, C. *et al.* The effect of urban green spaces on the urban thermal environment and its seasonal variations. **Forests**, v. 8, n. 153, p. 1-19, 2017.

ZANLUCA, C. *et al.* First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Men. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 110, n. 4, p. 569-572, 2015.

ZELLER, M.; KOELLA, J. C. Effects of food variability on growth and reproduction of *Aedes aegypti*. **Ecology and Evolution**, v. 6, n. 2, p. 552-559, 2015.

ZHANG, Q. *et al.* Spread of Zika virus in the America. **PNAS**, p. 4334-4343, 2017.

ZHENG, M. L. *et al.* Standard operating procedures for standardized mass rearing of the Dengue and chikungunya vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) - I - egg quantification. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 42, p.1-6, 2015.

ZHI-QING, J.; DA-WEI, D. W. Impacts of changes in climate and its variability on food production in Northeast China. **Acta Agronomica Sinica**, v. 34, n. 9, p. 1588-1597, 2008.

ZHONG, S. *et al.* Urbanization-induced urban heat island and aerosol effects on climate extremes in the Yangtze river delta region of China. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 17, p. 5439-5457, 2017.

Anexos

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Clima urbano e sua relação com as epidemias de Dengue, Zika e Chikungunya no Nordeste Brasileiro

Pesquisador: ANNE FALCAO DE FREITAS

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 70432717.2.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.562.871

Apresentação do Projeto:

Tese de doutorado com proposta de estudo de natureza quanti-qualitativa e propõe uma metodologia de trabalho pautada na contextualização da problemática com caráter interdisciplinar e holístico baseado na análise do Sistema Ambiental Urbano (SAU).

Objetivo da Pesquisa:

Estudar o clima urbano e sua relação com as epidemias de dengue, zika e chikungunya no Nordeste Brasileiro, especificamente na cidade de João Pessoa, PB.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Descritos adequadamente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

estudo relevante para saúde coletiva e ambiental

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Anexou todos os termos e documentos exigidos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** eticacosufpb@hotmail.com

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 2.562.871

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_932809.pdf	28/02/2018 14:00:13		Aceito
Outros	Aprovacaodoprojeto.JPG	28/02/2018 13:59:47	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Outros	AnuenciaSecretariaSaudeJP.pdf	28/02/2018 13:58:58	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Declaração do Patrocinador	AceiteCNPQ.pdf	29/11/2017 08:34:49	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.doc	28/11/2017 18:48:15	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Outros	LIRAA.xlsx	28/11/2017 18:43:37	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Outros	planilhaepidemias.xls	28/11/2017 18:41:27	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Outros	DadosIBGE.xls	28/11/2017 18:38:28	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Orçamento	Orcamento.doc	28/11/2017 18:33:44	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Cronograma	Cronograma.doc	28/11/2017 18:31:24	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Parecer Anterior	Parecer.pdf	21/09/2017 12:23:47	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito
Folha de Rosto	Scan0004.pdf	21/09/2017 12:13:13	ANNE FALCAO DE FREITAS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO CEP: 58.051-900
UF: PB Município: JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com

Página 02 de 09

CONDIÇÕES AMBIENTAIS E SUA RELAÇÃO COM *Aedes aegypti* E OS CASOS DE DENGUE NA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PARAÍBA

Anne Falcão de Freitas¹, Juliete Baraúna dos Santos², Joel Silva dos Santos³

¹Estudante de Pós-Graduação, bacharel em Ciências Biológicas e Ecologia, Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pela Universidade Federal da Paraíba.

²Estudante de Pós-Graduação em Meteorologia, UACA, CTRN, UFCG. Bacharel e Mestre em Meteorologia, ICAT, UFAL.

³Doutor em Recursos Naturais, professor do Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, UFPB, integrante do Grupo de Pesquisa Estudo de Clima Urbano/Saúde.

Resumo

O mosquito *Aedes aegypti* se adapta facilmente às condições climáticas, principalmente nas regiões tropicais, sendo responsável por ameaçar a saúde humana veiculando doenças infecciosas, como a Dengue. Em 2016, o Estado da Paraíba estava na quinta colocação referente a maior quantidade de casos dessa doença, com destaque para a cidade de João Pessoa. Com isso, esta pesquisa tem o objetivo de estudar as condições ambientais e sua relação com epidemias de Dengue em João Pessoa/PB. Para tanto, para o período de 2007 a 2016, foram coletados dados de variáveis meteorológicas do banco de dados do INMET, dados do número de casos notificados da doença através do SINAN, e dados do LIRAA, no Centro de Vigilância Ambiental e Zoonoses de João Pessoa, para a quantificação de imóveis positivos, verificação e quantificação da diversidade de criadouros, calcular o Índice de Infestação Predial (IIP) e o Índice de Breteau (IB) e classificar o risco de infestação. Os resultados mostraram que os resíduos contribuíram para a oviposição, o desenvolvimento e a proliferação do mosquito nos diversos tipos de criadouros, principalmente do subgrupo A2. Os maiores IIP e IB ocorreram principalmente no período chuvoso da região, época com condições climáticas propícias ao aparecimento do mosquito *Aedes aegypti*, considerado o principal vetor transmissor da Dengue, e que vem ao longo dos anos se adaptando as condições do ambiente urbano de João Pessoa; sendo importante entender essa influência para a promoção de políticas públicas e para os tomadores de decisão na gestão pública municipal de saúde pública.

Descritores: Clima e saúde. Saúde pública. Epidemia tropical.

Environmental conditions and their relation with *Aedes aegypti* and the cases of Dengue in the city of João Pessoa – Paraíba

Abstract

The *Aedes aegypti* mosquito adapts easily to climatic conditions, especially in tropical regions, and is responsible for threatening human health by spreading infectious diseases such as Dengue. In 2016, the State of Paraíba was in the fifth place referring to the greater number of cases of this disease, with emphasis on the city of João Pessoa. Therefore, this research has the objective of studying the environmental conditions and their relationship with Dengue epidemics in

21



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
II ENIP – 18 e 19 de outubro de 2018
TRABALHOS APROVADOS PARA OS GTs



ANNE FALCÃO DE FREITAS	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA INFESTAÇÃO DO Aedes Aegypti NA CIDADE DE JOÃO PESSOA, PB	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE	3
------------------------	---	--	---

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA INFESTAÇÃO DO *Aedes Aegypti* NA CIDADE DE JOÃO PESSOA, PB

Anne Falcão de Freitas¹, Joel Silva dos Santos, Nayara Silva Lins Albuquerque³, Eduardo Rodrigues Viana de Lima⁴

¹ *Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, Campus I.*

² *Docente do Departamento de Engenharia e Meio Ambiente/UFPB/Campus IV e Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA/UFPB.*

³ *Doutoranda em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco.*

⁴ *Docente do Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba, Campus I.*

Resumo - O *Aedes aegypti* é um vetor sinantrópico amplamente distribuído e com competência para a transmissão de vários vírus causadores de epidemias. Em função de suas características este vetor tem causado estado de emergência em várias cidades do país com o surgimento de novas doenças. Na cidade de João Pessoa/PB nas últimas décadas, esse mosquito tem sido responsável por ameaçar à saúde humana por veicular doenças infecciosas, como, a dengue, zika e chikungunya. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo espacializar o Índice de Infestação Predial (IIP) e o Índice de Breteau (IB) nos bairros da cidade de João Pessoa/PB. Para a realização da pesquisa, foi realizada a coleta de dados do Levantamento Rápido de Índice para *Aedes aegypti*-LIRAA através de dados da Secretaria Municipal de Saúde de João Pessoa, no período de 2007 a 2016. Com esses dados, também foram calculados o IIP e o IB. Em seguida, foi realizada a espacialização do IIP e IB através de mapas gerados por meio de técnicas de geoprocessamento. Os resultados do mapeamento por bairros na área de estudo do IIP e IB demonstram sinal de alerta para possíveis casos de epidemias como dengue, zika e chikungunya na cidade de João Pessoa/PB. A pesquisa também revela que as maiores infestações ocorrem no período chuvoso da área de estudo. Dessa forma, a pesquisa demonstra a importância da espacialização de tais dados na compreensão e prevenção de doenças causadas pelo *Aedes aegypti*.

Palavras-chave: **Saúde pública; Infestação predial; Epidemias**

Denise Dias da Cruz
George Emmanuel Cavalcanti de Miranda
Bartolomeu Israel de Souza
Reinaldo Farias Paiva de Lucena
(Organizadores)

Meio Ambiente e Desenvolvimento

os desafios da sustentabilidade ambiental

Editora UFPB
João Pessoa
2019

A OCORRÊNCIA DAS EPIDEMIAS DE ZIKA NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA, PB E SUA RELAÇÃO COM AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Anne Falcão de Freitas

Joel Silva dos Santos

Eduardo Rodrigues Viana de Lima

Bartolomeu Israel de Souza

1 Introdução

O Zika vírus (ZIKV) é um flavivírus pertencente a família *Flaviviridae* (KUNO et al., 1998). Tal vírus pode ser transmitido aos seres humanos por mosquitos infectados, principalmente por fêmeas infestadas da família *Culicidae* e gênero *Aedes*, como exemplo, *Aedes aegypti*, sendo este mais comum e associado aos seres humanos (VOROU, 2016). Este vírus também pode ser transmitido da mãe infectada para o feto (DUGGAL et al., 2017), através de transfusões sanguíneas e por relações sexuais (ATKINSON et al., 2016).

É importante ressaltar que nas Américas, o vírus se espalhou causando uma epidemia em vários países, representando assim, uma emergência de saúde pública global (FELLNER, 2016).

No Brasil, foi notificada pela primeira vez a manifestação desse agente etiológico da doença causado pelo vírus ZIKV a partir de 2014, e em abril de 2015, a circulação dessa doença foi identificada e reconhecida pelo Ministério da Saúde (CARDOSO et al., 2015). Desde então, vários pacientes apresentaram os sintomas, e embora os pacientes habitassem áreas endêmicas do mosquito *Aedes aegypti*, responsável pela transmissão da Dengue, o diagnóstico sorológico foi positivo para ZIKV (ZANLUCA et al., 2015). Dessa forma, foram confirmadas a circulação do vírus e o surto da doença, em algumas regiões do país, como o Rio Grande do Norte, Maranhão e Paraíba (FANTINATO et al., 2016).



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Os casos de Chikungunya e sua relação com as condições climáticas do município de João Pessoa, PB

Anne Falcão de Freitas, e-mail: annefalcao@gmail.com Universidade Federal da Paraíba; Joel Silva dos Santos, e-mail: joelgrafica@gmail.com, Universidade Federal da Paraíba.; Eduardo Rodrigues Viana de Lima, e-mail: eduvianalima@gmail.com Universidade Federal da Paraíba.

Artigo recebido em 09/11/2018 e aceito em 11/11/2019

RESUMO

Chikungunya (CHIKV) é uma doença viral pertencente à família *Togaviridae* transmitida principalmente nas áreas urbanas pelo mosquito *Aedes aegypti*. Pesquisas apontam que surtos recentes da CHIKV podem estar relacionada com a sazonalidade, como exemplo João Pessoa, PB, representando uma emergência na saúde pública e de estudos para compreender a sua ocorrência nessa região. Dessa forma, esta pesquisa se apresenta com o objetivo de estudar a dispersão dos casos de Chikungunya e a sua relação com o clima urbano na cidade de João Pessoa/PB. Para isso, foram coletados dados dos casos de Chikungunya junto a Secretária de Saúde do município visando quantificar os casos da doença por bairros da área de estudo. Também foram coletados os dados referentes clima (temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade), da área de estudo, a partir dos dados do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, com posterior relação com os casos de CHIKV, por meio de gráficos. A periodicidade de coleta dos dados consistiu em 2015 a 2017, levando em consideração períodos de estiagem e chuvoso. Os resultados revelam que os casos de Chikungunya foram registrados especialmente nos bairros: Cristo, Cruz das Armas, Mandacaru, Mangabeira, Oitizeiro, Torre e Varjão. Dessa forma, pode-se afirmar que as condições climáticas juntamente com as atividades humanas proporcionam o desenvolvimento do mosquito com consequente transmissão da doença. Sendo assim, torna-se imprescindível essa compreensão para a promoção de políticas públicas de prevenção que possa auxiliar os tomadores de decisão na gestão da saúde pública do município.

Palavras-chave: Clima e epidemia, CHIKV em João Pessoa, Casos de Chikungunya.

The cases of Chikungunya and its relationship with the climatic conditions of the municipality of João Pessoa, PB

ABSTRACT

Chikungunya (CHIKV) is a viral disease belonging to the family *Togaviridae* transmitted mainly in urban areas by the mosquito *Aedes aegypti*. Research indicates that recent outbreaks of CHIKV may be related to seasonality, such as João Pessoa, PB, representing an emergency in public health and studies to understand its occurrence in this region. Thus, this research is presented with the objective of studying the dispersion of the Chikungunya cases and their relation with the urban climate in the city of João Pessoa / PB. For this, data from the Chikungunya cases were collected from the Municipal Secretary of Health to quantify the cases of the disease in neighborhoods of the study area. Data on the climate (temperature, relative air humidity and rainfall) of the study area were also collected, based on data from the INMET National Institute of Meteorology (INMET), with a subsequent relationship with the CHIKV cases, using graphs. The periodicity of data collection consisted of 2015 to 2017, taking into account periods of drought and rainy season. The results reveal that the cases of Chikungunya were registered especially in the neighborhoods: Cristo, Cruz das Armas, Mandacaru, Mangabeira, Oitizeiro, Torre and Varjão. Thus, it can be said that climatic conditions together with human activities provide the development of the mosquito with consequent transmission of the disease. Therefore, this understanding is essential for the promotion of public prevention policies that can assist decision-makers in the management of public health in the municipality.

Key words: Climate and epidemic, CHIKV in João Pessoa, Chikungunya cases.

2595

Freitas, A.F.F.; Santos, J. S., Viana, E.R.