



PLANTEERR



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E FILOSOFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO TERRITORIAL  
MESTRADO PROFISSIONAL – PLANTEERR**

**GREICE KELY REIS GUERRA OLIVEIRA**

**DETERMINANTES SOCIOESPACIAIS DA INCIDÊNCIA DA TRÍPLICE  
ARBOVIROSE EM FEIRA DE SANTANA-BA  
(2014-2017)**

FEIRA DE SANTANA/BA

2020

**GREICE KELY REIS GUERRA OLIVEIRA**

**DETERMINANTES SOCIOESPACIAIS DA INCIDÊNCIA DA TRÍPLICE  
ARBOVIROSE EM FEIRA DE SANTANA-BA  
(2014-2017)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial (em nível de Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Planejamento Territorial pela Universidade Estadual de Feira de Santana.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elane Fiúza Borges

FEIRA DE SANTANA/BA

2020

**Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS**

Oliveira, Greice Kely Reis Guerra  
O47d Determinantes socioespaciais da incidência da tríplice arbovirose em  
Feira de Santana – BA (2014-2017)/ Greice Kely Reis Guerra Oliveira. –  
2020.  
104f.: il.

Orientadora: Elane Fiúza Borges

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Feira  
de Santana. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial –  
PLANERR, 2020.

1. Análise espacial. 2. Análise multicritério. 3. Dengue. 4. Zika  
vírus. 5. Chikungunya. I. Borges, Elane Fiúza, orient. II. Universidade  
Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 911.2:004:616.988

Rejane Maria Rosa Ribeiro – Bibliotecária CRB-5/695

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E**  
**FILOSOFIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO TERRITORIAL**  
**MESTRADO PROFISSIONAL – PLANTERR**

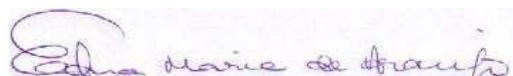
**GREICE KELY REIS GUERRA OLIVEIRA**

**DETERMINANTES SOCIOESPACIAS DA INCIDÊNCIA DA TRÍPLICE  
ARBOVIROSE EM FEIRA DE SANTANA-BA**  
(2014-2017)



---

Profª. Drª. Elane Fiúza Borges UEFS



---

Profª. Drª. Edna Maria de Araújo  
UEFS



Prof. Dr. Renato Reis UNIFACS

Aprovado em 25 de setembro de 2020

Feira de Santana/BA

2020

Dedico este trabalho a toda minha família pelo apoio incondicional, em especial a Isabela Reis, minha filha amada, que em sua inocência, ao mesmo tempo em que me incentivava, dificultava minha escrita.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me conceder saúde, paciência e coragem para lutar pelos meus objetivos.

A meus pais, Juciara e César, por me apoiarem e me incentivarem em todos os momentos dessa caminhada.

Aos meus irmãos, Jéssica, César e Diego, pelo apoio e ajuda nos momentos difíceis.

A minha querida filha Isabela, minhas sobrinhas Lara e Cibele, e meu afilhado, Ravi, por me alegrarem nos momentos de estresse.

Ao meu companheiro, Deni, que suportou as minhas ausências, com paciência e compreensão.

A minha amiga Catiane, que escutou todas as minhas lamentações durante esse período.

A professora Elane, pela orientação, paciência e estímulo na elaboração desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Aos mediadores das disciplinas regulares do mestrado, pelo partilha e orientações.

Aos colegas da turma 6 do mestrado, pelo apoio e incentivo.

Agradeço aos professores Edna e Renato pelas contribuições.

Agradeço, aos colegas de trabalho, agentes de endemias do município de Antônio Cardoso, em especial a turma da dengue que supriu minha ausência, nos dias que estava em aulas e orientações na UEFS.

Agradeço, também, a Secretaria Municipal de Saúde e a Vigilância Epidemiológica de Feira de Santana que disponibilizaram dados essenciais para elaboração dessa pesquisa.

## RESUMO

As arboviroses dengue, zika e chikungunya, que são transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, constituem hoje um grave problema de saúde pública. Esse trabalho objetivou analisar os determinantes socioeconômicos e ambientais da incidência da tríplice arbovirose na cidade de Feira de Santana. Tratou-se de um estudo ecológico de cunho populacional, para o período de 2014 a 2017. Inicialmente foi realizado um estudo exploratório e descritivo dos dados secundários dos casos notificados das arboviroses no Sistema de Notificações e Agravos (SINAN), dos dados socioambientais do IBGE, de precipitação e temperatura do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dos dados do Índice de Infestação por *Aedes Aegypti* (LIRAA) e terrenos baldios do centro de endemias. Utilizou-se técnicas de estatística espacial, índices de Moran (global e local) para identificar a auto correlação espacial das variáveis e a formação *clusters*. A elaboração do modelo de vulnerabilidade socioambiental para tríplice arbovirose na cidade de Feira de Santana foi realizada por meio de análise multicritério utilizando o método –*Analytic Hierarchy Process* (AHP), criado por Saaty. Foi constatado a existência de autocorrelação global de 5 variáveis analisadas. Os *clusters* e áreas de riscos foram identificados nos bairros periféricos que apresentaram baixo valor normalizado para as variáveis socioambientais (rede de esgoto, coleta de lixo e abastecimento de água), LIRAA e índice de terrenos baldios elevados. Entre os 50 bairros analisados, 34% apresentaram alto grau de vulnerabilidade, 34% médio grau de vulnerabilidade e 32% baixo grau de vulnerabilidade. Constatou- se que os bairros periféricos com infraestrutura inadequada se enquadram no grau de alta vulnerabilidade e os bairros centrais e pouco povoados no grau de média e baixa vulnerabilidade. Entre os agrupamentos formados confirma-se que as áreas localizadas a oeste e nordeste da cidade apresentam as maiores concentrações de bairros com alto grau de vulnerabilidade, e os bairros das áreas centrais e adjacentes apresentam baixo e médio grau de vulnerabilidade. O modelo de vulnerabilidade desenvolvido mostrou-se eficaz na identificação de áreas de ricos para população e demonstrou a necessidade de investimentos em infraestrutura na área periférica da cidade.

**Palavras – chave:** Análise espacial, dengue, zika, chikungunya, análise multicritério.

## ***ABSTRACT***

The dengue, zika, and chikungunya arboviruses, which are transmitted by the *Aedes aegypti* mosquito, are today a serious public health problem. This work aimed to analyze the socioeconomic and environmental determinants of the incidence of tripartite arbovirus in the city of Feira de Santana, Bahia, Brazil. This was an ecological study of a population nature, for the period from 2014 to 2017. Initially, an exploratory and descriptive study of the secondary data of the notified cases of arboviruses was carried out in the Sistema de Notificações e Agravos (SINAN), also with the socio-environmental data from IBGE, information of precipitation and temperature of the Instituto Nacional de Metereologia (INMET) and data from the Índice de Infestação por Aedes Aegypti (LIRAA) and vacant lots in the endemic center. Spatial statistics techniques, Moran indexes (global and local) were used to identify the spatial self-correlation of variables and the formation of *clusters*.

The elaboration of the socio-environmental vulnerability model for tripartite arboviruses in the city of Feira de Santana was carried out by means of multicriteria analysis using the method *Analytic Hierarchy Process* (AHP), created by Saaty. There was a global autocorrelation of 5 analyzed variables. *Clusters* and risk areas were identified in peripheral neighborhoods that presented low normalized values for socio-environmental variables (sewage network, garbage collection and water supply), LIRAA and high wasteland index. Among the 50 neighborhoods analyzed, 34% had a high degree of vulnerability, 34% a medium degree of vulnerability and 32% a low degree of vulnerability. It was found that the peripheral neighborhoods with inadequate infrastructure fit into the degree of high vulnerability and the central and sparsely populated neighborhoods had a degree of medium and low vulnerability. Among the groups formed, it is confirmed that the areas located to the west and northeast of the city have the highest concentrations of neighborhoods with a high degree of vulnerability, and the neighborhoods in the central and adjacent areas have low and medium degree of vulnerability. The vulnerability model developed proved to be effective in identifying risk areas for the population and demonstrated the need for investments in infrastructure in the peripheral area of the city.

**Keywords:** Spatial analysis, dengue, zika, chikungunya, multicriteria analysis.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Mosquito <i>Aedes aegypti</i> .....	24
Figura 2: Mapa de localização do município de Feira de Santana Fonte.....	38
Figura 3: Localização e identificação dos bairros.....	43
Figura 4: Fluxograma de análise multicritério.....	48
Figura 5: Notificações de dengue, chikungunya e zika no município de Feira de Santana de 2014 à 2017.....	55
Figura 6: Incidência da dengue na cidade de Feira de Santana no período de 2014 a 2017, (a) 2014, (b) 2015, (c) 2016 e (d) 2017.....	57
Figura 7: Incidência da chikungunya na cidade de Feira de Santana no período de 2014 a 2017, (a) 2014, (b) 2015, (c) 2016 e (d) 2017.....	59
Figura 8: Incidência da zika na cidade de Feira de Santana no período de 2015 a 2017, (a) 2015, (b) 2016 e (c) 2017.....	61
Figura 9: Mapa do percentual de domicílios com abastecimento de água (9-a), rede de esgoto (9-b) e coleta de lixo (9-c).....	64
Figura 10: Mapa do percentual de terrenos baldios em relação ao número de domicílios. ....	66
Figura 11: População alfabetizada da área urbana da cidade de Feira de Santana.....	67
Figura 12: População urbana de Feira de Santana de acordo com o censo 2010 (IBGE).....	68
Figura 13: LIRAA realizado em 2014, (a) janeiro e (b) março.....	71
Figura 14: Média de precipitação, temperatura e LIRAA 2014.....	72
Figura 15: LIRAA realizado em 2015, (a) janeiro, (b) março, (c) setembro e (d) outubro. ....	73
Figura 16: Média de precipitação, temperatura e LIRAA, 2015.....	74
Figura 17: LIRAA realizado em 2016, (a) janeiro, (b) abril, (c) julho e (d) outubro.....	75
Figura 18: Média de precipitação, temperatura e LIRAA, 2016.....	76
Figura 19: LIRAA realizado em 2017, (a) abril e (b) outubro.....	77
Figura 20: Média de precipitação, temperatura e LIRAA 2017.....	78
Figura 21: Índice Local de Moran, (a) incidência de dengue e (b) incidência de Chikungunya.....	81
Figura 22: Índice Local de Moran, (a) terrenos baldios e (b) LIRAA.....	83
Figura 23: Índice Local de Moran da variável rede de esgoto.....	84

Figura 24: Modelo de vulnerabilidade à tríplice arboviroses na cidade de Feira de Santana.....	86
Figura 25: :Recorte dos bairros com alta vulnerabilidade às Arboviroses (Mangabeira, Papagaio, Cidade Nova, Parque Ipê e Novo Horizonte).....	87
Figura 26: Recorte dos bairros com Alta Vulnerabilidade a Arboviroses (Sobradinho, Jardim Cruzeiro, Pampalona, Gabrilea, Pedra do Descanso, Asa Branca, Campo do Gado Novo e Nova Esperança).....	88
Figura 27: Figura 27:Recorte dos bairros com Alta Vulnerabilidade a Arboviroses (Sim e Santo Antônio dos prazeres).....	89
Figura 28: Recorte dos bairros com Alta Vulnerabilidade a Arboviroses (Capuchinhos e Limoeiro).....	90
Figura 29: Bairros com Média Vulnerabilidade a Arboviroses (Santa Mônica, Brasília, Olhos d'Água, Parque Getúlio Vargas, Lagoa Salgada, Aviário e Subaé).....	91
Figura 30: Recorte dos bairros com Média Vulnerabilidade a Arboviroses (São João, Caseb, Queimadinha, Conceição, Campo Limpo e Pedra Ferrada).....	92
Figura 31: Recorte dos bairros com Média Vulnerabilidade a Arboviroses (Cruzeiro, Rua Nova, Calumbi e Centro Industrial do Subaé).....	93
Figura 32: Recorte dos bairros com baixa Vulnerabilidade a Arboviroses (Jardim Acácia, Muchila, Chácara São Cosme, Serraria Brasil, Centro, Ponto Central, Baraúna, Lagoa Grande, Trigésimo quinto BI e Tomba).....	94
Figura 33: Recorte dos bairros com Média Vulnerabilidade a Arboviroses (Chaparral, Registro, Mantiba, CIS Norte e Aeroporto).....	95

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1:</b> Classificação dos índices de infestação por Aedes aegypti	28
<b>Quadro 2 -</b> Amostra de imóveis para levantamento de índice amostral	28
<b>Quadro 3:</b> Metadados referentes aos bairros de Feira de Santana	39
<b>Quadro 4:</b> Quadro dos pesos.	53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Dados normalizados.	51
<b>Tabela 02:</b> Escala de comparação de critérios.	51
<b>Tabela 03:</b> Matriz pareada dos critérios relacionados.	52
<b>Tabela 04.</b> Índice de Moran Global e o nível de significância (p-valor) dado pelo método	distância
	Euclidiana.
.....	79

## LISTA DE ABREVIATURAS

AHP- *Analytic Hierarchy Process*

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

CIS –Centro Industrial do Subaé

CHIKV – Vírus Chikungunya

CR – Consistency Ratio

DEN – Dengue

DENERu – Departamento Nacional de Endemias Rurais

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

LIA - Levantamento de Índice Amostral

LIRAA - Índice de Infestação por Aedes Aegypti

OMS – Organização Mundial de Saúde

PEAA – Plano de erradicação do Aedes Aegypti

PIACD – Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue

PNCD – Programa Nacional de Controle da Dengue

RI – Random Consistency Index

RNA – Ácido Ribonucleico

RJ – Rio de Janeiro

RMFS – Região Metropolitana de Feira de Santana

RR – Roraima

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SINAN – Sistema de notificações e agravos

SMPFS – Secretaria Municipal de Saúde de Feira de Santana

SUCAM – Superintendência de campanhas de Saúde Pública

TDR – Special Programme for Research and Training in tropical Diseases

VIEP – Vigilância epidemiológica

WLC - *Weighted Linear Combination*

ZIKV – Vírus Zika

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 O papel do ambiente na relação saúde-doença.....	18
2.2 Dispersão e combate do Aedes Aegypti.....	24
2.3 Dengue.....	30
2.4 Chikungunya.....	32
2.5 Zika Vírus.....	33
2.6 Considerações sobre o Sistema de Informações Geográficas (SIG).....	34
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
3.1 Localização e Características Gerais da Área de Estudo.....	36
3.2 Metadados.....	38
3.3 Delineamento do estudo.....	39
3.3.1 Coleta de dados.....	40
3.3.2 Variáveis Socioambientais.....	41
3.3.3 Distribuição Espacial.....	42
3.3.4 Análise espacial.....	45
3.4 Análise Multicritério.....	47
3.4.1 Seleção de Critérios no Método AHP.....	49
3.4.2 Normalização de Dados.....	50
3.4.3 Definição de Pesos com método AHP .....	51
3.4.4 Combinação Linear de Pesos.....	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.1 Modelo de Vulnerabilidade à tríplice arbovirose na cidade de Feira de Santana.....	85
5 Considerações finais.....	96
REFERÊNCIAS.....	98

## **1 INTRODUÇÃO**

A influência dos aspectos socioambientais sobre a saúde das populações tem sido muito discutida atualmente. Os estudos que relacionam o ambiente ao processo saúde-doença têm contribuído para a explicação da emergência e reemergência de enfermidades (LUNA, 2002; CRUZ, 2011).

Os problemas enfrentados pela saúde e o ambiente encontram na (re)produção social, existente nas cidades, condições favoráveis para a sua continuidade. O processo de urbanização acelerado precarizou as condições de vida da população e consequentemente contribuiu para a multiplicação das doenças (MENDONÇA, 2004).

De acordo com Coelho (2006), as desigualdades sociais são acentuadas, quando o processo de urbanização não acompanha a distribuição igualitária de investimentos em infraestrutura e a democratização do acesso aos serviços e equipamentos urbanos. Essa problemática da influência dos aspectos sociais e ambientais no processo de evolução da relação saúde-doença tem despertado o interesse de estudiosos de diversas áreas do conhecimento.

Para Cruz (2011), a relação saúde-doença é um assunto de interesse tanto para os profissionais de saúde como para os da geografia, visto que a deterioração socioambiental expressa uma ameaça ao suporte da vida. Assim, o uso do conceito de espaço geográfico nos estudos epidemiológicos, expressa a importância da percepção da relação entre o ambiente e a sociedade e sua correlação com a saúde e a doença.

Para Faria e Bortolozzi (2009), a geografia pode ser entendida como a ciência que se dedica a estudar o espaço e as relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza, tecendo análises ambientais que vão ao encontro das necessidades enfrentadas pela epidemiologia. Através da compreensão do espaço geográfico a epidemiologia pode procurar entender os fatores socioeconômicos, políticos e culturais responsáveis pela reprodução das doenças endêmicas. “O conceito de espaço geográfico incorpora os determinantes naturais e sociais numa visão de totalidade, que muitas vezes falta à análise epidemiológica” (SILVA, 1997, p.558).

Compreender que a condição de saúde da população em um determinado período e espaço tem influência nas mudanças sociais, econômicas e ambientais é relevante para poder colocar em prática ações que possam controlar ou mesmo erradicar arboviroses como a dengue, chikungunya e zika, pois os fatores que compõem o espaço

geográfico são condicionantes de inúmeras doenças, em especial daquelas transmitidas por vetores.

A expansão dos vetores destas doenças pode estar atrelada a vários fatores, as alterações climáticas e as modificações nas paisagens e nos ecossistemas, destacam-se como principais fatores ambientais. E como fatores sociais evidenciam-se o crescimento populacional, a constituição de modos de vida, a concentração e novos padrões da população, além da precariedade dos serviços de saúde pública (MENDONÇA *et al.* 2009).

A gravidade das infecções ocasionadas pelas arboviroses colocou estas doenças no centro das atenções dos órgãos públicos nacionais. Vários programas e ações foram utilizados com o intuito de controlar a proliferação das mesmas. Entretanto, atualmente elas estão presentes em todos os estados brasileiros, pois o combate das mesmas é uma tarefa difícil e sua ocorrência está atrelada a um conjunto de fatores ambientais e sociais, tais como, crescimento desordenado das cidades, incontinência no abastecimento de água, falta de infraestrutura e saneamento básico (TAUIL, 2001). Estes fatores viabilizam a propagação, transmissão e a dispersão dos vírus e dos vetores.

O *Aedes aegypti* se tornou um mosquito essencialmente urbano, devido à destruição do seu habitat natural, ao longo dos anos, por causa do processo de urbanização. Contudo, pode ser encontrado em zonas rurais, possivelmente conduzido de áreas urbanas em depósitos domésticos, onde se encontravam ovos e larvas.

A dengue é caracterizada por ser uma doença febril aguda, que tem como agente um arbovírus do gênero *Flavivírus* da família *Flaviviridae*, do qual existem quatro sorotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4. Ela é considerada uma enfermidade comum nas áreas tropicais e subtropicais, onde as condições ambientais favorecem o desenvolvimento do vetor. De acordo com o Ministério da Saúde (2001), apesar da existência de uma grande variedade de mosquitos do gênero *Aedes* servir como transmissores do vírus da dengue, no Brasil só existem dois deles instalados o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*.

A ampla distribuição dos possíveis vetores *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus* tornou o país vulnerável à introdução do vírus CHIKV. O vírus da chikungunya é um vírus RNA que pertence ao gênero *Alphavírus* da família *Togaviridae*, compreendendo 3 genótipos: oeste africano, leste/centro/sul-africano e asiático (TEIXEIRA *et al.*, 2015). A chikungunya manifesta-se em três fases: aguda, subaguda e crônica. A fase aguda é

marcada pelo surgimento de febre, dores articulares e musculares, cefaleia, náusea, fadiga e exantema, a persistência da artralgia por até três meses caracteriza a fase subaguda, quando os sintomas excedem os três meses inicia-se a fase crônica, que apresenta sintomas incapacitantes, tornando-se um grande problema de saúde pública (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

O Ministério da Saúde destaca que foi confirmada transmissão autóctone de febre pelo vírus zika no país a partir de abril de 2015. O vírus zika recebeu a mesma denominação do local de origem de sua identificação em 1947, após detecção em macacos sentinelas para monitoramento da febre amarela, na floresta Zika, em Uganda. A zika apresenta sintomas parecidos com a dengue e a chikungunya, contudo ela atraiu a atenção do mundo por ser associada a microcefalia, mortes fetais e doenças neurológicas nas Américas, esses acontecimentos levaram a OMS declarar um surto de emergência global (SMITH e MACKENZIE, 2016).

Nessa pesquisa a problemática que se buscou investigar consistiu na seguinte questão científica: Quais os determinantes sócio espaciais e ambientais da incidência da tríplice arbovirose de dengue, zika e chikungunya em Feira de Santana?

Este trabalho visou analisar os determinantes socioeconômicos e ambientais da incidência da tríplice arbovirose em Feira de Santana-BA, bem como elaborar um modelo de vulnerabilidade das mesmas na área de estudo.

## **JUSTIFICATIVA**

A realização deste estudo sobre a análise dos determinantes socioeconômicos e ambientais da incidência da tríplice arbovirose em Feira de Santana, torna-se importante na atualidade, já que, assim como a sociedade as doenças se comportam de maneira dinâmica no espaço e apresentam características diferentes ao longo do tempo. Para Cruz (2011), o quadro epidemiológico da sociedade é dinâmico, as doenças reaparecem, mas as epidemias nunca apresentam as mesmas características. Conhecer os determinantes que podem influenciar na disseminação dessas arboviroses é crucial para estabelecer medidas preventivas eficazes no controle das mesmas. A análise contextualizada realizada neste estudo, pode ser utilizada como suporte para o desenvolvimento de novas estratégias e ações efetivas no controle do vetor transmissor dessas arboviroses, visto que, serão apontados os bairros com maior incidência das doenças e a correlação das mesmas com os determinantes socioeconômicos e

ambientais. Por ser considerado um assunto que está diretamente ligado a questão socioambiental, o mesmo torna-se relevante para geografia, possibilitando a análise da distribuição espacial das arboviroses, determinando-se padrões da situação da saúde na área de estudo, mostrando disparidades espaciais e delimitando áreas de risco para a população.

## **OBJETIVO GERAL**

Analisar os determinantes socioeconômicos e ambientais da incidência da tríplice arbovirose em Feira de Santana-BA.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mapear as notificações de dengue, zika e chikungunya na área urbana de Feira de Santana;
- Analisar a distribuição espacial das notificações de dengue, zika e chikungunya;
- Identificar a correlação social, econômica e ambiental relacionadas com a incidência da tríplice arbovirose;
- Elaborar um modelo de vulnerabilidade a ocorrência da tríplice arbovirose em Feira de Santana.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 O papel do ambiente na relação saúde-doença**

Os questionamentos existentes sobre a relação estabelecida entre o processo saúde-doença e as variáveis ambientais, socioeconômicas e demográficas, impulsionam o desenvolvimento desse trabalho. Compreender que o processo saúde-doença é influenciado pelas questões socioambientais e territoriais, é reconhecer que o espaço é produto das ações humanas estabelecidas ao longo do tempo. A dinâmica da proliferação do *Aedes aegypti* e consequentemente da dengue, zika e chikungunya, por exemplo, é condicionada pela intervenção da sociedade na natureza (MENDONÇA *et al*, 2009).

A relação existente entre a saúde das populações humanas e o ambiente foi estabelecida desde os primórdios da civilização humana, através dos escritos hipocráticos, reaparecendo com o desenvolvimento urbano das cidades marcado por

contrastos sociais. Os médicos do século XVIII ao XX passaram a se basear no meio natural e nos fatores geográficos para explicar as doenças que assolavam as cidades (PIGNATTI, 2004).

Para Mendonça (2004), as cidades são espaços onde a interação entre a natureza e a sociedade acontece de forma mais clara, e, portanto os problemas ambientais que nela ocorrem são de cunho socioambientais e não devem ser analisados considerando-os apenas como processos naturais. Para Sabroza e Leal (1992) o ambiente é caracterizado por ser um espaço socialmente organizado, onde se realizam processos socioeconômicos.

No século XIX as cidades cresciam, por causa da revolução industrial e as condições de vida da população se deterioravam, com fracas condições de salubridade e habitação. Muitas pessoas migravam e aglomeravam-se nas grandes cidades, facilitando a difusão de microorganismos causadores de doenças. Nesta época, o modelo científico dominante estava centrado na ideia de que as doenças eram transmitidas pelas emanações pútridas, resultantes dos acúmulos de dejetos (miasmas) (PIGNATTI, 2004). De acordo com Rosen (1994) a teoria miasmática proporcionou, no século XIX, melhorias no espaço urbano.

No final do século XIX e início do século XX, a concepção determinista que considerava o homem como fruto da natureza foi contestada pelo pensamento positivista do francês Vidal de La Blache, que preconizava a relação homem-natureza, considerando o primeiro como ser ativo, que sofre e pratica transformações no meio (CRUZ, 2011).

Com a descoberta dos micróbios (vírus e bactérias), a teoria da unicausalidade passou a prevalecer, mas devido à incapacidade da mesma para explicar a incidência de uma variedade de outros agravos à saúde do homem, essa teoria foi complementada por conhecimentos produzidos pela epidemiologia, que apresenta a multicausalidade como fator decisivo da doença e não apenas a presença exclusiva de um agente (ALMEIDA et al., 1998).

A teoria da unicausalidade favoreceu por muito tempo, a permanência da ideia de que o ambiente era um meio automático, que servia simplesmente como local de interação dos agentes da doença e o hospedeiro (homem) suscetível, desconsiderando os fatores socioambientais como atuantes na relação saúde-doença e o ambiente. O campo do saber dos médicos restrito no corpo humano, sem estabelecer nenhum tipo de

ligação do mesmo com o ambiente também colaborou para que a relação saúde-doença e ambiente não fossem analisadas como estado de um mesmo processo, composto por fatores biológicos, econômicos, culturais e sociais (CRUZ, 2011).

A utilização do conceito de espaço na epidemiologia, acompanhou o desenvolvimento teórico-conceitual da geografia, especificamente na vertente denominada de geografia da saúde. Contudo, o uso do conceito de espaço como categoria de análise da ocorrência e distribuição das doenças surgiu antes da concretização da epidemiologia como disciplina científica (FARIA *et al.*, 2009).

A epidemiologia nasce preocupada em elucidar a ocorrência das doenças transmissíveis, dominantes na época. Enquanto a geografia procura tecer reflexões sobre o homem e a natureza. Apesar da cisão entre essas duas ciências, é pertinente salientar, que ambas estabeleciam um diálogo limitado (CRUZ, 2011).

A geografia pode ser entendida como a ciência que se dedica a estudar o espaço e as relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza, tecendo análises ambientais que vão ao encontro das necessidades enfrentadas pela epidemiologia. Através da compreensão do espaço geográfico a epidemiologia pode procurar entender os fatores socioeconômicos, políticos e culturais responsáveis pela reprodução das doenças endêmicas (FARIA *et al.*, 2009). “O conceito de espaço geográfico incorpora os determinantes naturais e sociais numa visão de totalidade, que muitas vezes falta à análise epidemiológica” (SILVA, 1997, p.558).

O conceito de foco natural pensado por Pavlovsky e o de complexo patogênico feito por Max Sorre, constituem duas das mais relevantes elaborações teóricas conceituais na ligação existente entre a geografia e epidemiologia. A teoria de foco natural das doenças expressa uma apreensão espacial que integra o conhecimento das doenças transmissíveis com a geografia e a ecologia e é aplicada exclusivamente a ambientes que apresentem condições adequadas à circulação de agentes, independentes da presença e ação humana (Czeresnia e Ribeiro, 2000).

O processo de urbanização acelerado é considerando um fator que contribui diretamente para o enfraquecimento da teoria de Pavlovsky, pois desencadeou transformações nos espaços naturais, tornando-se quase impossível a existência de natureza intacta.

Maximilien Sorre integrou os estudos da geografia física à geografia humana e procurou fornecer à natureza interdisciplinar as bases teóricas e científicas, ampliando o

poder explicativo e analítico de uma concepção antes centrada na descrição do meio físico. Ele diferenciou a sua abordagem da de Pavlovsky ao trabalhar a importância da ação humana na constituição e dinâmica de complexos patogênicos (Cruz, 2011).

O conceito de espaço de Milton Santos possibilitou a mudança do foco de análise da epidemiologia que era centrada na doença para a análise das condições de ocorrência das mesmas (SILVA, 1997).

A partir do momento que o setor de saúde comprehende o espaço como um meio de desenvolvimento técnico científico informacional (Santos, 1988), ela entende que a doença é resultado de uma complexa dinâmica social e não apenas, um fruto da simples presença de vírus e bactérias.

As doenças assim como a sociedade se comportam de maneira diferenciada no tempo e no espaço, as doenças podem até reaparecer, mas as epidemias nunca apresentam-se com as mesmas características, assim o quadro epidemiológico da sociedade é dinâmico (CRUZ, 2011).

Compreender que as doenças e a sociedade transformam-se constantemente é entender que “a cada época novos objetos e novas ações vêm juntar-se a outros modificando o todo, tanto formal como substancialmente” (SANTOS, 1988, p.49).

O conhecimento sobre a dinâmica social está ligado ao significado e a localização dos objetos, o uso dos mesmos pela população e a sua relevância para os fluxos de pessoas e matérias, esses fatores contribuem para o entendimento da interação estabelecida entre a sociedade e o ambiente.

Essa visão integradora dos condicionantes ambientais atrelados à saúde humana foi apresentada na Geografia a partir da introdução da abordagem Geossistêmica. A relação homem e natureza pode ser apresentada em dois momentos: até meados do século XX, onde a abordagem ambiental considerava ambiente como sinônimo de natureza e uma abordagem que parte da perspectiva da interação da sociedade e natureza que começou em meados dos anos 60 e perdura até os dias atuais (MENDONÇA, 1993).

Para Mendonça (2002, p.123) a abordagem ambiental na Geografia com a chegada da Teoria do Geossistema “concebe a unidade do conhecimento geográfico como resultante da interação entre os diferentes elementos e fatores que compõem seu objeto de estudo” (MENDONÇA, p. 123).

A geografia socioambiental, considera que os problemas ambientais são essencialmente sociais, decorrentes da interação homem/natureza, e que as situações conflituosas estabelecidas entre a relação dos dois, podem degradar uma ou ambas as partes (MENDOÇA, 2002).

Nesse contexto de renovação do pensamento geográfico, o autor Milton Santos contribuiu de maneira significativa para à compreensão da relação espaço e saúde, ao definir o espaço como processo e produto das relações sociais, isto é, uma instância da sociedade na sua totalidade.

Para Santos (1998) o espaço é “um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações”. O espaço é configurado a partir das relações produzidas historicamente.

As concepções expostas confirmam que o ambiente está relacionado com a saúde e a doença, por ser um elemento que permanentemente circunda as relações humanas nas perspectivas histórica, política, econômica, social e cultural. O espaço determina os novos fatores sociais das condições de saúde para resolver os atuais problemas ambientais. As ações executadas pelos homens sobre a natureza têm ocasionado impactos cada vez mais prejudiciais à saúde humana e aos ecossistemas do mundo, associadas a um cenário de desigualdades econômicas, sociais e de degradação ambiental, que assinala uma série de consequências, tais como: o esgotamento dos recursos naturais e a crise na infraestrutura dos municípios relacionada à carência de serviços de saneamento básico, educação e habitação.

As mudanças climáticas podem ocasionar impactos diretos ou indiretos na saúde humana, concorrendo para o desenvolvimento de novas doenças infecciosas através das alterações no meio ambiente como a alteração de ecossistemas e de ciclos biogeoquímicos, que propiciam o desenvolvimento de cepas de vírus e de outros microrganismos. As flutuações climáticas podem influenciar a dinâmica de disseminação das doenças transmitidas por vetores. Os fatores que influenciam as dinâmicas de doenças vetoriais podem estar atrelados às questões ambientais, sociais, biológicas e as condições atmosféricas (BARCELLOS *et al.*, 2009).

As variáveis ambientais como temperatura e umidade são condicionantes de doenças principalmente as transmitidas por vetores, a elevação da temperatura influenciam a capacidade vetorial dos mosquitos, pois aumentam as atividades de repasto sanguíneo e longevidade das fêmeas, e diminuem o período de incubação. Em

climas quentes, a fêmea adulta digere o sangue mais rapidamente e se alimenta mais frequentemente, aumentando assim a intensidade da transmissão. Essa ocorrência é constatada dentro de um intervalo de temperatura de 14-18 °C no limite inferior e de 35-40 °C no limite superior. Até a atualidade as doenças vetoriais ainda constituem como um grave problema de morbidade e mortalidade no Brasil e no mundo. Vários estudos com modelos matemáticos já foram desenvolvidos para constatar as consequências do aumento da temperatura sobre a malária, por exemplo, uma doença transmitida pelo mesmo vetor da dengue, zika e chikungunya (GITHKEO et al., 2000; DONALÍSIO e GLASSER, 2002; BARCELLOS *et al*, 2009)

A precipitação também é considerada um dos principais fatores climáticos na proliferação do *Aedes aegypti* por favorecer o surgimento de potenciais criadouros. As mudanças nos padrões de precipitação podem ter efeitos a curto e longo prazos nos habitats dos mosquitos, aumentando a quantidade e qualidade dos locais de reprodução de vetores e a densidade de vegetação. Em climas marcados pelas variações sazonais, poderão ocorrer períodos favoráveis a intensa proliferação de vetores e essas flutuações fazem com que as epidemias manifestem-se em épocas, até certo ponto, previsíveis (GITHKEO et al., 2000; OLIVEIRA e DOUH, 2012).

A partir da década de 60 ocorreram modificações no padrão demográfico dos países subdesenvolvidos, o grande fluxo migratório desencadeou o “inchaço” das cidades. Esse crescimento populacional, não foi acompanhado de infraestrutura urbana o que ocasionou reemergência de arboviroses como a dengue. A precariedade na disponibilidade de serviços básicos como saneamento, abastecimento de água e coleta de lixo aumenta a probabilidade de aumento no número de criadouros de vetores e torna as cidades ambientes propícios à dinâmica de transmissão de doenças (TAUIL, 2001).

A sociedade passou por mudanças e, a partir da década de 70, começou a presenciar níveis de crescimento urbano significativos. Observa-se que o espaço urbano é constituído de maneira desigual e contraditória, tendo em vista que, existem diferenças entre as classes, o que acaba desencadeando diferentes formas de ocupação do espaço. Os contrastes reproduzidos pela urbanização podem influenciar nos fatores que caracterizam o aparecimento de doenças, uma vez que, grande parte dos espaços produzidos não são dotados de infraestrutura, apresentando condições de qualidade social e ambiental precárias.

O processo de globalização é um fator relevante na compreensão da relação estabelecida entre a saúde-doença e meio ambiente, porque o mundo globalizado é caracterizado por possibilitar o aumento no fluxo de vírus e bactérias, que podem se propagar ligeiramente nas inúmeras regiões, causando grandes epidemias. Essas novas questões postas pela sociedade deram impulso para geografia tecer novas reflexões sobre o espaço e a relação saúde-doença.

Os costumes de higiene da população também contribuem para o acréscimo ou minimização dos focos do *Aedes aegypti*. Pois, quando a população efetua uma limpeza eficiente em suas casas, telhados e quintais, evita a exposição de depósitos que acumulam água parada, como: garrafas, pneus, vasos de plantas e embalagens descartáveis. Tais ações, principalmente nos meses de maior pluviosidade, auxiliam no combate ao vetor.

## 2.2 Dispersão e combate do Aedes Aegypti

O *Aedes aegypti* (Figura 1) é uma espécie tropical e subtropical, encontrada entre as latitudes 35°N e 35°S (GUBLER, 2002). Devido a destruição do habitat natural desse mosquito, ao longo dos anos, por causa do processo de urbanização, ele se tornou um mosquito essencialmente urbano. Contudo, pode ser encontrado em zonas rurais, possivelmente conduzido de áreas urbanas em depósitos domésticos, onde se encontravam ovos e larvas.



FIGURA 1: MOSQUITO *AEDES AEGYPTI*

Fonte:Genilton Vieira/IOC

O *Aedes aegypti*, originário da África, é o principal transmissor da dengue, zika e chikungunya, sendo encontrado nas Américas a partir da época da colonização. Atualmente, é considerado cosmopolita, sendo encontrado em toda a faixa tropical. Entre 1940 e 1950, foi bastante combatido nas Américas, onde já foi considerado como controlado, por volta de 1955, com exceção do sul dos EUA e algumas ilhas do Caribe e porção norte da América do sul (NEVES apud SCANDAR, 2005).

De acordo com o Ministério da Saúde (2001), no Brasil o primeiro registro de *Aedes aegypti* ocorreu em Recife, a partir daí foram aparecendo uma infinidade de registros sobre a ocorrência deste mosquito. Em 1849 o país viveu uma fase crítica com reaparecimento do *Aedes aegypti* em Salvador, causando 2800 mortes (febre amarela) e a epidemia desta mesma doença na cidade do Rio de Janeiro, provocando 4160 óbitos. Em 1903 foi criado o Serviço de Profilaxia da Febre Amarela, pelo então diretor geral de saúde pública Oswaldo Cruz.

O ciclo de vida do *Aedes aegypti* apresenta duas fases: a aquática e a alada; a primeira ocorre na água e compõem os estágios imaturos: ovo, larva, pupa; a segunda fase acontece em ambiente terrestre e aéreo, é o mosquito adulto (TAVIEIRA *et al.*, 2001). De acordo com o Ministério da Saúde (2019), tanto o mosquito macho quanto a fêmea se alimenta da seiva de plantas, mas as fêmeas necessitam de sangue humano para amadurecimento dos ovos. De acordo com Singli (2005), no processo da hematofagia, ao sugar o sangue de uma pessoa contaminada, o mosquito pode começar a transmitir a infecção em um período de 8 à 10 dias para outras pessoas através da picada ou verticalmente, do mosquito fêmea para futuras gerações.

Segundo o Instituto Oswaldo Cruz (2008), os ovos do mosquito é escuro mede aproximadamente 1mm de comprimento, após a sua postura em um prazo de 15 horas, eles adquirem resistência ao ressecamento e podem geralmente resistir a longos períodos de dessecação – até 450 dias. Uma fêmea do *Aedes aegypti* pode fazer a postura de até 1500 ovos, durante sua vida.

O *Aedes aegypti* pode permanecer vivo em média durante 30 dias, se estiverem alimentados e expostos à temperatura 10°C com 100% de umidade relativa, enquanto os adultos sem alimentação, submetidos a 23°C e com 70% de umidade, vivem apenas quatro dias (TORRES, 2005).

A dispersão do *Aedes aegypti* pode ocorrer de maneira ativa ou passiva. A dispersão passiva ocorre quando os ovos são transportados accidentalmente dentro de

depósitos ou através do transporte de aladas aprisionadas nos veículos (EIRAS, 2005). A dispersão ativa ocorre quando o mosquito está procurando parceiros sexuais, alimentação ou depósitos para efetuar a oviposição.

A capacidade de dispersão do *Aedes aegypti* pelo voo é pequena, se comparada a outras espécies. Geralmente as fêmeas passam sua vida inteira nas proximidades do lugar em que eclodiu. Raramente a dispersão pelo voo atinge mais de 100m. Contudo, quando a fêmea está grávida e não encontra nas proximidades recipientes favoráveis para oviposição ela chega a voar 300m (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001).

As fêmeas se alimentam de sangue humano nas áreas internas dos domicílios, esse fator diminui a ocorrência de dispersão em busca de hospedeiros para o repasto sanguíneo (TRPIS E HAUSERMANN, 1995 apud MELO, 2009). A dispersão realizada pela procura de parceiros sexuais também é pequena, pois os machos também são atraídos para o interior dos domicílios.

De acordo com Cruz (2011), a capacidade de resistência aos inseticidas, é um fator a ser considerado no entendimento da proliferação do *Aedes aegypti*, uma vez que, ocorre um processo de seletividade, os mosquitos mais resistentes sobrevivem às dosagens do inseticida e acabam transferindo esta capacidade a seus descendentes, enquanto os indivíduos suscetíveis morrem.

Além do *Aedes aegypti* outro possível vetor da dengue e da chikungunya é o *Aedes albopictus*, mosquito que tem preferência pelo habitat natural da floresta. O primeiro registro deste vetor no Brasil foi em 1986, no Rio de Janeiro, onde foram encontradas 6 fêmeas e 5 machos desta espécie. Depois de ser registrado em todos quatro estados do sudeste, o *Aedes albopictus* se espalhou por todas as regiões do Brasil, até 2014 os únicos estados que não registraram a presença desse vetor foram Acre, Amapá e Sergipe. A rápida disseminação desse vetor atrelado a sua capacidade de transmissão dessas doenças também o torna uma ameaça a população brasileira (PANCETTI et al., 2015).

As ações de combate ao *Aedes Aegypti* realizadas pelo Ministério da Saúde são direcionadas para a eliminação de possíveis criadouros, de larvas, dos mosquitos e em programas, planos e campanhas que incentivem a participação consciente e permanente da população no combate ao vetor.

As campanhas realizadas no combate ao *Aedes aegypti* iniciou-se a partir do século XX, após sucessivas epidemias de febre amarela. A primeira campanha pública

foi realizada no Rio de Janeiro e envolveu cerca de 2.500 guardas sanitários, mas não obtiveram sucesso na erradicação do mosquito. Posteriormente na era Vargas houve a primeira luta nacional de erradicação do vetor. A campanha obteve êxito e o Brasil recebeu o certificado como livre do mosquito *Aedes aegypti* (COSTA, 2002).

Entre 1930 e 1940 intensas campanhas de erradicação do vetor foram executadas nas Américas com o incentivo da Fundação Rockefeller, a atuação dessa fundação contra a febre amarela ocorreu nas cidades litorâneas do Nordeste, exatamente como vinha executando em outros países (LÖWY, 1999). Em 1947 a erradicação do *Aedes aegypti* foi coordenada pela Organização Pan-Americana da Saúde e a Organização Mundial da Saúde, por intermédio do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* no Hemisfério Oeste. Esse vetor foi eliminado em quase toda a América exceto nos Estados Unidos da América, Suriname, Venezuela, Cuba, Jamaica, Haiti, República Dominicana e uma pequena parte da Colômbia (DONALÍSIO, 1999; SOPER, 1965).

Em 1956, foi criado o Departamento Nacional de Endemias Rurais (DENERu), que ficou responsável pelo combate da malária e febre amarela. A confirmação oficial da erradicação do vetor no país aconteceu em 1958, na XV Conferência Sanitária Pan-Americana, em Porto Rico (SUCAM, 1980; FUNASA, 2002).

Em 1967 a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (Sucam), foi criada e passou a ser responsável pelas ações que eram desempenhadas pelo DENERu. Nesse mesmo ano foi confirmada a reintrodução do *Aedes aegypti* no país. Em 1973, o mosquito foi mais uma vez erradicado, mas três anos depois foi confirmado o seu retorno (FUNASA, 2002).

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), foi criada em abril de 1990 e passou a ser responsável pela coordenação das ações de controle da dengue. Em 1996 o combate ao vetor passou a ser pensando de maneira integrada com outros ministérios através da elaboração do Plano de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa) pelo Ministério da Saúde. Contudo, esse plano não alcançou o êxito esperado, mesmo contribuindo para o fortalecimento do combate ao vetor (FUNASA, 2001).

Em 2001 a Funasa trocou a meta de erradicação pela de controle do vetor, e implantou o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD), que posteriormente foi substituído pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) que deu continuidade a algumas propostas estabelecidas no plano anterior (FUNASA, 2002).

Os levantamentos entomológicos de infestação por *Aedes aegypti* nos municípios para identificar criadouros e realizar diagnóstico situacional dos municípios é uma recomendação existente no PNCD. O levantamento entomológico passou a ser obrigatório em todo o país a partir de 2017, a amostragem de cada município é determinado de acordo com sua densidade populacional e o número de imóveis existentes. O Levantamento de Índice Amostral (LIA) é indicado para municípios com menos de 2000 imóveis, já o Levantamento Rápido de Índice de Infestação por Aedes Aegypti (LIRAA) é indicado nos municípios que têm mais de 2000 imóveis (BRASIL, 2013). De acordo com o Ministério da Saúde (2009, pg. 74), “os limiares de risco de transmissão de dengue propostos pelo Programa Nacional de Controle da Dengue para os indicadores obtidos mediante o LIRAA são os seguintes” (Quadro1):

Quadro 1: Classificação dos índices de infestação por *Aedes aegypti*

IIP (%)	Classificação
<1	Satisfatório
1-3,9	Alerta
>3,9	Risco

Fonte: Brasil, 2009.

O LIRAA é realizado em uma amostra de imóveis do município por meio de pesquisa larvária (Quadro2).

Quadro 2 - Amostra de imóveis para levantamento de índice amostral

Número de imóveis da localidade	Amostra para pesquisa
Até 400	100% dos imóveis
401 a 1.500	33% dos imóveis ou 1/3 dos imóveis
1501 a 5.000	20% dos imóveis ou 1/5 dos imóveis
Mais de 5.000	10% dos imóveis ou 1/10 dos imóveis

Fonte: Brasil, 2009.

O LIRAA tem o objetivo de obter indicadores entomológicos de maneira rápida, informando índices de Infestação Predial (IIP), Breteau (IB) e de Tipo de Recipiente (ITR). O critério da amostragem é determinado em função da densidade populacional, do número de imóveis e de quarteirões existentes no município. O município é dividido em estratos de no mínimo 8.100 imóveis e de no máximo de 12.000 imóveis com

características semelhantes e são pesquisados aproximadamente 450 imóveis (BRASIL, 2009).

O trabalho de Vigilância Entomológica tem o objetivo de analisar as características biológicas e ecológicas dos vetores com intuito de identificar possíveis modificações no perfil de transmissão das doenças (GOMES, 2002).

O Ministério da Saúde com apoio da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), realizou em fevereiro de 2016, uma Reunião Internacional para Avaliação de Alternativas para o controle do *Aedes aegypti* no Brasil, onde foram discutidas a introdução de novas tecnologias para enfrentamento das três arboviroses existentes no país. As discussões geraram recomendações que foram sistematizadas em três blocos: Tecnologias recomendadas para inclusão nas diretrizes do PNCD, para a situação específica das gestantes e tecnologias recomendadas para estudos e pesquisas prioritárias.

Nessa reunião foi verificada a necessidade de uma solução única para o controle do *Aedes aegypti* no Brasil, de estratégias que fortaleçam as atividades estabelecidas no PNCD, destacaram a necessidade de abordagem eco-bio-social e o mapeamento de risco como tecnologias que podem ser consideradas transversais e constataram que as ações de controle vetorial devem ser acompanhadas por investimentos e ações efetivas nas áreas de educação, moradia, saneamento básico, resíduos sólidos e urbanismo. Também foi declarado estado de emergência em saúde pública, devido a epidemia de microcefalia associada ao zika vírus (BRASIL, 2016).

Conhecer as especificidades do *Aedes*, é de fundamental importância para eficácia das ações de controle desse vetor. Entretanto, é preciso que o controle dos focos naturais e artificiais seja realizado sem descontinuidades, durante as quatro estações do ano. A falta de efetividade nessas ações de combate vetorial realizada pelo governo, acompanhada pela incipiente participação popular têm favorecido à construção de um ambiente ideal para proliferação dos vetores. É necessário investir na capacitação dos profissionais de saúde que trabalham no combate ao vetor e na assistência aos doentes e ampliar e aprimorar a rede de saneamento básico, coleta de lixo e abastecimento de água, pois as condições de vida da população influenciam diretamente na incidência da dengue.

Em Feira de Santana o combate ao *Aedes aegypti* é coordenado pela vigilância epidemiológica e segue as regras estabelecidas pelo Plano Nacional de Controle da

Dengue (PNCD), são realizadas vistorias de imóveis para localização e destruição dos possíveis criadouros e monitoramento do vetor mediante pesquisas entomológicas. Em casos de transmissão de dengue suspeita ou comprovada em área com casos autóctones e com presença do vetor, recomenda-se o bloqueio de transmissão, realizado mediante aspersão espacial de inseticida e redução de criadouros (Ministério da Saúde, 2001).

O combate do *Aedes aegypti* no município se dar, principalmente, pela eliminação dos criadouros do mosquito. Dentro deste propósito deve ser eliminado e evitado o acúmulo de água em pequena ou média quantidade em recipientes dentro e fora dos domicílios. Estes recipientes são em geral: latas, recipientes descartáveis, pneus ao relento, vasos de plantas aquáticas e pratos de vasos, tambores e caixas de água destampados, entre outros. Além disso, são realizados trabalhos de informação e educação da população para que os moradores não permitam a existência de criadouros nas suas residências.

Quando é inviável o tratamento separado de cada recipiente, devido ao grande número dos mesmos, o que geralmente ocorre em pontos estratégicos, é recomendado o uso adulticidas com ação residual. Nessas condições é possível o uso de piretróides ou organofosforado. O tratamento perifocal consiste na aplicação de uma camada de inseticida, realizada por meio de aspersão manual, nas paredes externas dos depósitos e demais superfícies próximas a estes, com o objetivo de atingir o inseto adulto que porventura entre em contato com a superfície tratada (Ministério da Saúde, 2001).

Essas ações podem ser consideradas como preventivas, isto é, são efetuadas sem que haja suspeita de transmissão de dengue e são realizadas no sentido de prevenir esta transmissão.

## 2.3 Dengue

A dengue é um dos principais problemas de saúde pública no mundo. É uma doença infecciosa, causada por um vírus do gênero *Flavivírus* da família *Flaviviridae*, da qual existem quatro sorotipos: DEN1, DEN2, DEN3, DEN4 (TEXEIRA, 2009). Entretanto, recentemente foi isolado e caracterizado o quinto sorotipo desta doença, ainda encontrado somente em transmissão silvestre (MUSTAFA et al, 2015).

A dengue é caracterizada por ser uma doença epidemiológica comum nos países tropicais e subtropicais, pois nessas regiões há uma junção de fatores climáticos e ambientais que contribuem para a sua proliferação. A Organização Mundial de Saúde -

OMS, (2007) estima que entre 50 a 100 milhões de pessoas se infectam anualmente em mais de 100 países, de todos os continentes, exceto Europa. Cerca de 550 mil doentes necessitam de hospitalização e 20 mil morrem em consequência da dengue.

O vírus da dengue tem como hospedeiros naturais os primatas não-humanos, os mosquitos do gênero *Aedes* e o homem. Mas é o ser humano o único a desenvolver a forma clínica da doença.

A infecção causada pelo vírus da dengue foi classificada por muito tempo como dengue clássica (sintomática ou assintomática), e sua forma aguda (dengue hemorrágica). Contudo, devido às dificuldades existentes nessa classificação, em 2009 a OMS indicou uma nova classificação para doença considerando-a como um esforço especial do Programa Especial de Pesquisa e Treinamento em Disases tropicais (TDR), assim, o novo parâmetro baseia-se na evolução dos casos da doença e não em resultados de exames laboratoriais (CUNHA e MARTÍNEZ, 2015; OMS, 2009).

De acordo com o instituto Oswaldo Cruz, existem relatos da dengue desde de meados do século XIX no Brasil, mas o vírus só foi confirmado laboratorialmente em 1982 em Boa Vista (RR), onde foram isolados os sorotipos DENV-1 e DENV-4. Em 1986 também foi notificado DENV-1 no Rio de Janeiro, que causou uma epidemia e a dispersão desse sorotipo para outros estados. A introdução do DENV-2 também ocorreu no Rio de Janeiro, onde foi registrado o primeiro caso de dengue hemorrágica para esse sorotipo. Já o DENV-3 foi isolado em 2001 no município de Nova Iguaçu (RJ).

Esforços nacionais e internacionais têm se intensificado para o desenvolvimento de uma vacina eficaz contra a dengue. O intuito é criar uma vacina que imunize contra os quatro sorotipos da doença. Pacientes que se recuperam da infecção por dengue por um sorotipo estão em risco de desenvolver dengue em sua forma mais aguda quando infectados posteriormente por um sorotipo diferente. A preocupação em torno do desenvolvimento de uma vacina que não imunize os quatros sorotipos, incide no aumento de risco de dengue grave quando o indivíduo imunizado é infectado por um sorotipo para o qual não está imune (FARES *et al.*, 2015).

No Brasil e em países como México e Filipinas foi autorizado a comercialização da Vacina Dengvaxia® do laboratório Sanofi-Pasteur de uma multinacional francesa. De acordo com a Anvisa no caso da vacina da dengue a média é 66% de proteção, a redução de hospitalizações de 80% e a proteção contra formas graves de 93% após a

terceira dose da vacina. Contudo, a Anvisa orienta que pessoas que nunca tiveram contato com vírus não tomem a vacina (ANVISA, 2017).

O Instituto Butantan está em fase final de desenvolvimento de uma vacina contra a dengue. A vacina é composta por vírus geneticamente atenuados, para a proteção contra os quatro sorotipos da dengue. Um ensaio clínico com 17 mil voluntários, está sendo realizado em parceria com diversos centros nacionais, encontra-se em fase final para obtenção do registro junto à Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Esta Vacina é fruto da parceria do Butantan com o NIH (National Institutes of Health dos Estados Unidos) e ATCC (American Type Culture Collection dos Estados Unidos) (INSTITUTO BUTANTAN, 2019).

## 2.4 Chikungunya

O vírus chikungunya (CHIKV) é um alphavirus transmitido por um artrópode pertencente à família Togaviridae, compreendendo 3 genótipos: oeste africano, leste / centro / sul-africano e asiático (TEIXEIRA *et al.*, 2015).

A febre chikungunya é uma doença viral transmitida aos seres humanos através da picada de mosquitos infectados. A infecção causada pelo vírus chikungunya (CHIKV) resulta em uma doença febril aguda caracterizada por artralgia severa e erupção cutânea, podendo apresentar manifestações neurológicas, cardiovasculares, oculares e renais atípicas que podem resultar em morbidade significativa (RAJAPAKSE *et al.*, 2010).

O vírus da chikungunya teve origem nas regiões tropicais e subtropicais da África, no sul e sudeste da Ásia e em ilhas do Oceano Índico. Na África, o vírus mantém um ciclo de transmissão atrelado a circulação silvestre diferentemente da Ásia onde a circulação se dar entre humanos e mosquitos. Desde 2004 esses patógenos vêm causando vários surtos em diversos continentes. Sua presença foi confirmada nas Américas em 2013. No Brasil em setembro de 2014 foi confirmado os primeiros casos autóctones de chikungunya na cidade de Feira de Santana no estado da Bahia, apresentando genótipo equivalente ao africano diferente do que vinha circulando nas amérias, o asiático (TAUIL, 2014; TEIXEIRA *et al.*, 2015).

No Brasil em 2015 na semana epidemiológica 52, foram notificados 26.952 casos autóctones suspeitos de febre chikungunya, os estados com maior número de

notificações foram a Bahia, Pernambuco e Amapá. Desde 2014 já foram confirmados casos autóctones em 14 estados da federação (GOIÂNIA, 2016b).

Teixeira *et al.* (2015) consideram que a febre chikungunya é um problema de saúde pública e uma ameaça para a população brasileira, pois o CHIKV produz epidemias de grande escala, deixando os indivíduos acometidos altamente debilitados e não tem nenhum tratamento específico ou vacina. Essa problemática pode ocasionar sérias consequências sociais e econômicas para os países de renda baixa e média, devido à demanda excessiva dos serviços de saúde e a procura por serviços de segurança oferecidos pela previdência.

## 2.5 Zika Vírus

O vírus zika pertence ao gênero flavivírus (família Flaviviridae), é transmitido por mosquitos *Aedes*, foi originalmente isolado de uma fêmea de macaco Rhesus febril na Floresta Zika, na Uganda, em 1947 e foi identificado pela primeira vez em humanos no ano de 1952. Os pacientes infectados pelo zika vírus apresentam sintomas semelhantes a dengue e chikungunya, incluindo febre, dor de cabeça, erupção cutânea, artralgia e conjuntivite. Essa semelhança com outras arboviroses dificulta o diagnóstico e / ou leva à subestimação de infecções por ZIKV. Apesar da aparente benignidade da doença, recentemente na Polinésia Francesa e no Brasil, quadros mais severos foram relatados, desenvolvimento de complicações como encefalites, Síndrome de Guillain Barré e outras doenças neurológicas como microcefalia, têm sido registrados associados ao zika vírus (GRAD *et al.*, 2007;ZANLUCA, 2015).

De acordo com Ministério de Saúde, existem três formas de transmissão do zika vírus, pela picada do mosquito *Aedes Aegypti*, através do ato sexual e da mãe para o feto durante a gravidez. Quando o feto é infectado durante a gestação ele pode desenvolver lesões cerebrais irreversíveis e ter comprometida, definitivamente, toda a sua estrutura em formação.

Por muito tempo, o vírus foi identificado esporadicamente em humanos da África e da Ásia, a partir de 2007 foi detectado o primeiro surto de ZIKV na Ilha de Yap, Oceania (DUFFY *et al.*, 2009).Mas, a primeira grande epidemia por ZIKV se deu em outubro de 2013, na Polinésia Francesa. Essa epidemia, foi decisiva para a disseminação do ZIKV para outras regiões, dentre elas: Nova Caledônia, Japão, Noruega, Ilha de Páscoa e Continente Americano (IOSS *et al.*, 2014).O zika vírus foi

identificado no nordeste do Brasil, no início de 2015, circulando concomitantemente com o vírus da dengue. Em setembro, desse mesmo ano, constataram um aumento significativo no número de bebês nascidos com microcefalia nas áreas afetadas pelo vírus da zika, foi identificado a presença do RNA do zika vírus, através de ultrassonografia pré-natal, no líquido amniótico de duas mulheres que tiveram filhos com microcefalia(SCHULER-FACCINI *et al.*, 2016).

Algumas hipóteses giram em torno da introdução do vírus zika no Brasil. Inicialmente acreditava-se que ele foi introduzido no período da copa do mundo em 2014, mas estudos filogenéticos mostraram que as cepas mais próximas daquela isolada no Brasil, eram pertencentes a linhagem asiática. Entretanto, os países que apresentavam esse vírus de forma endêmica não participaram desse evento. Desta forma, outra hipótese foi levantada atrelando a chegada do vírus ao Campeonato Mundial de Canoagem Va'a realizado em 2014 no Rio de Janeiro, onde quatro países endêmicos do Pacífico participaram (MUSSO, 2015). Contudo, outros estudos apontam uma única introdução do vírus zika nas Américas, datada entre maio e dezembro de 2013 (FARIA *et al.*, 2016).

O combate do vetor continua sendo a maneira mais utilizada na batalha contra essa arbovirose, que se diferencia da dengue e da chikungunya por apresentar outras formas de transmissão que não estão atreladas diretamente aos vetores, daí a necessidade de investimento em estudos sobre essa doença, ainda pouco conhecida cientificamente.

## **2.6 Considerações sobre o Sistema de Informações Geográficas (SIG)**

A necessidade de compreender o processo saúde-doença no âmbito coletivo, temporal e espacial aproximou a geografia da epidemiologia na vertente intitulada de geografia da saúde. O SIG fornece uma metodologia de interação entre a geografia e a epidemiologia disponibilizando instrumentos capazes de caracterizar e analisar dados espaciais. Estudos recentes sobre a interligação do SIG com a geografia da saúde, concentram-se na forma como esses sistemas são utilizados na visualização dos aspectos geográficos da doença (GLASS, 2000; SUI, 2007).

O SIG é composto por operações convencionais de base de dados, como busca, inserção, alteração, com análise estatística e geográfica e visualização oferecida em forma de mapas. Tem a capacidade de relacionar dados e gerar resultados, através de

análises espaciais, o que permite seu uso no entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico (CARVALHO e PINA, 2000).

O SIG é uma importante ferramenta que possibilita a visualização espacial dos fenômenos epidemiológicos, processando informações que contribuem para compreensão da manifestação espacial de doenças em escala local, permitindo a execução de ações eficazes na suavização da ocorrência das mesmas. Para Machado et al. (2009) o georreferenciamento dos fenômenos em saúde funcionam como uma importante ferramenta no contexto de avaliação de risco à saúde coletiva, principalmente no que diz respeito às questões sobre o meio ambiente e aos fenômenos socioeconômicos da população. Sendo assim, o SIG auxilia na identificação da interdependência dos processos espaciais e dos fatores que determinam a configuração da dengue, zika e chikungunya.

O SIG permite identificar áreas de maior intensidade de transmissão das doenças, áreas mais vulneráveis ao vetor e planejar ações de controle (PETTA *et al.*, 2007). Por permitir a visualização dos casos de dengue, zika e chikungunya em forma de mapas, o SIG facilita a análise do planejamento das atividades desenvolvidas cotidianamente no combate a essas arboviroses e possibilita o armazenamento de informações necessárias para a compreensão do trabalho efetuado.

A utilização do SIG é de grande importância para a geografia da saúde, pois o mesmo direciona sua atenção ao estudo da distribuição espacial de fenômenos geográficos como os casos e focos de dengue, estabelecendo relação entre a doença e o espaço geográfico. Além disso, são determinadas áreas de risco, disparidades espaciais e a situação de saúde em diferentes áreas, através da análise da distribuição espacial das doenças.

Almeida e Silva (2018), constataram que a ocorrência da dengue está atrelada as condições socioambientais nos espaços urbanos dos municípios de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, verificou-se que as áreas mais vulneráveis são desassistidas pelo poder público e apresentam ineficiência de serviços básicos, como coleta seletiva.

Silva *et al.* (2020), analisou a distribuição espacial dos casos de dengue e sua relação com os fatores socioambientais no estado da Paraíba entre 2007 e 2016, constatando que a dengue é determinada no estado pela combinação de vários fatores do contexto socioeconômico e ambiental, como saneamento básico e Índice de Desenvolvimento Humano.

Mondoni e Neto (2007), avaliaram os riscos de ocorrência da dengue com variáveis socioeconômicas entre setembro de 1990 e agosto de 2002 na cidade de São José do Rio Preto. Os dados de casos autóctones e as variáveis socioeconômicas foram geocodificadas por setor censitário em ambiente SIG. Nesse estudo não foi constatada associação entre o risco de dengue com o nível socioeconômico.

Varela (2016), realizou um rastreamento endêmico da dengue, zika e chikungunya, através de um aplicativo android e do sistema de informações geográficas, com dados do boletim epidemiológico da semana 19 referentes aos hospitais que receberam pacientes infectados pelos vírus das doenças, foi constatado que apesar das doenças serem transmitidas pelo mesmo vetor eles se comportaram de maneira diferenciada no espaço.

O uso integrado do SIG e da geografia da saúde no combate às doenças vetoriais torna possível o planejamento de atividades de prevenção e controle da doença de maneira diferenciada entre as áreas de atuação a partir da determinação de localidades mais suscetíveis a proliferação das doenças. Queiroz *et al.* (2020, p.1), pontuam que “a forma de organização do território irá definir as relações com o ambiente e, assim, influenciar no surgimento de enfermidades”. Sendo necessário, analisar as singularidades de cada território, identificando onde estão ocorrendo os agravos, que serviços não estão sendo ofertados para população e qual o grau de risco de vulnerabilidade desses territórios. Faria e Bortolozzi (2013, p. 146), corroboram afirmando que “qualquer intervenção em saúde que não seja uma intervenção no território é falha, e como remediar sem antes prevenir”. Os investimentos em prevenção tornam-se ineficiente se a população não tem acesso aos serviços básicos, como saneamento básico. O conhecimento das especificidades de cada território é essencial na tomada de decisões e na elaboração de estratégias eficazes no combate as arboviroses.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

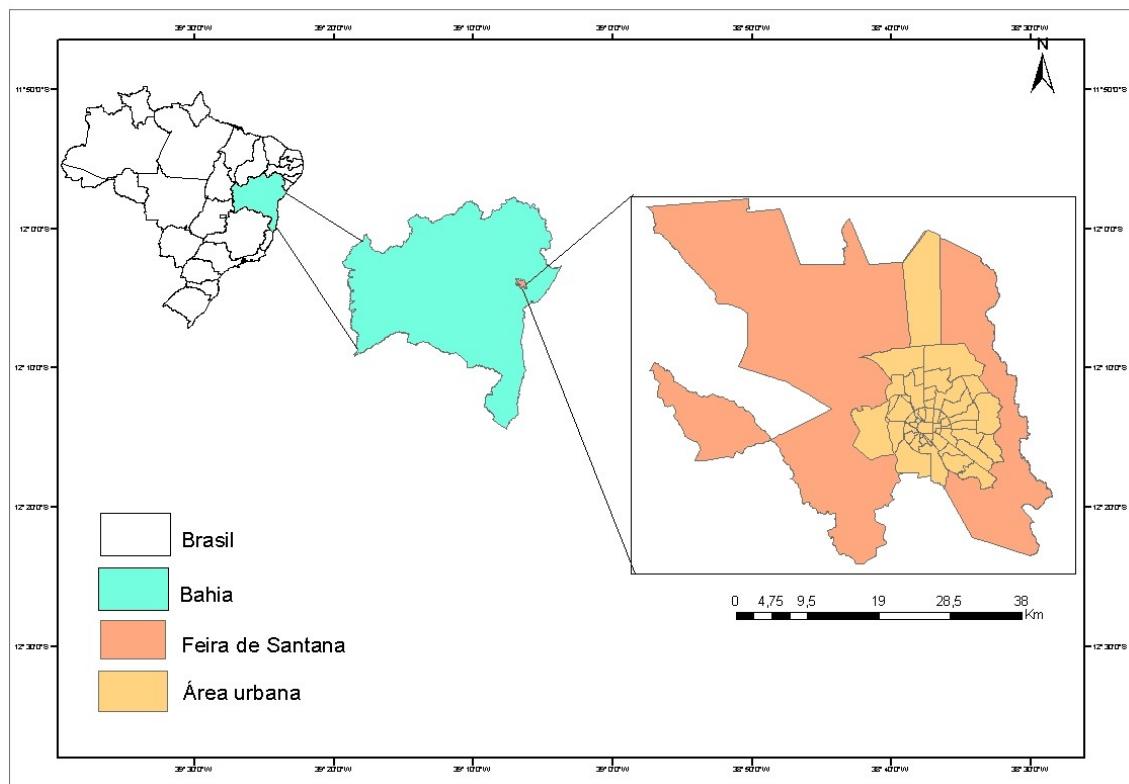
#### **3.1 Localização e Características Gerais da Área de Estudo**

O município de Feira de Santana (Figura 2), ocupa a posição de segunda maior cidade do Estado da Bahia, pertence ao Território de Identidade Portal do Sertão, está localizado na mesorregião centro norte baiano, na Região Nordeste do Brasil. Desempenha um importante papel político, educacional e financeiro no contexto

regional, está situado em um dos principais entroncamentos rodoviários do Norte e Nordeste do país o que favorece a circulação de pessoas e mercadorias. Esta relevância regional proporcionou a criação da Região Metropolitana de Feira de Santana (RMFS) em 2011, formada por seis municípios: Feira de Santana, Amélia Rodrigues, Conceição da Feira, Conceição do Jacuípe, São Gonçalo dos Campos e Tanquinho (BAHIA, 2011).

De acordo com Santo (2012), o município apresenta precipitação média anual de 837,3 mm, sendo 60% desta concentrada no período de março a agosto.

A ocupação da área urbana de Feira de Santana é caracterizada pelas construções próximas as áreas das bacias hidrográficas e das lagoas. Destaca-se a ocupação nas áreas das bacias hidrográficas dos rios Pojuca e Subaé, e na área de dessecação do Rio Jacuípe. A dinâmica das lagoas também são afetadas pelas ocupações sejam elas realizadas pelo poder público, como a construção da Avenida José Falcão que intercepta o complexo de lagoas do Prato Raso e do Geladinho, como pela ocupação da população de baixa renda, que ocupa essas áreas por serem próximas ao centro da cidade. Outro fator de destaque na configuração da área urbana feirense é a implantação dos conjuntos habitacionais para população de baixa e média rendas, que proporcionou a expansão da mancha urbana, contudo nem todos os conjuntos foram construídos em áreas bem localizadas, a exemplo do Conjunto Viveiros que até os dias atuais se encontra isolada das demais áreas da cidade. As rodovias também se destacam como um eixo de expansão da área urbana, entre elas destaca-se a BR 324 e 116 e a Avenida Eduardo Froes da Mota, conhecida como anel de contorno, essa avenida contorna toda área central da cidade (SANTO, 2012).



**FIGURA 2: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA**

FONTE:ELABORADO PELA AUTORA.

### 3.2 Metadados

Os dados utilizados nessa pesquisa são oriundos do IBGE, INMET, Centro de Endemias e Secretaria de Vigilância Epidemiológica de Feira de Santana, esses dados foram tabulados no ambiente computacional *Microsoft Excel* e depois importados para o software ArcGIS 10.3 e associados ao layer de bairros para elaboração de mapas (Quadro 3).

Quadro 3: Metadados referentes aos bairros de Feira de Santana

DADO	PRIMÁRIO/ SECUNDÁRIO	FONTE	DATA/ PERÍODO	TIPO
Número de casos de dengue, zika e chikungunya	Secundário	SMSFS – VIEP	2014/2017	Alfanumérico
Índice de infestação predial	Secundário	CENTRO DE ENDEMIAS	2014/2017	Alfanumérico
Número de residências e terrenos baldios	Secundário	SMSFS – VIEP	2014/2017	Alfanumérico
Número de moradores	Secundário	IBGE	2010	Alfanumérico
Número de pessoas alfabetizadas	Secundário	IBGE	2010	Alfanumérico
Número de residências com rede de esgoto	Secundário	IBGE	2010	Alfanumérico
Número de residências com abastecimento de água	Secundário	IBGE	2010	Alfanumérico
Número de residências com coleta de lixo	Secundário	IBGE	2010	Alfanumérico
Índice pluviométrico	Secundário	INMET	2014/2017	Alfanumérico
Temperatura mensal	Secundário	INMET	2014/2017	Alfanumérico
Mapa (modelagem)	Primário	SMSFS – VIEP, IBGE, INMET	2020	Raster

Fonte: SINAN, IBGE, INMET, Centro de Endemias.

### 3.3 Delineamento do estudo

O enfoque geográfico sobre a relação estabelecida entre o surgimento de doenças endêmicas como a dengue, chikungunya e zika com as variáveis ambientais, socioeconômicas e demográficas, constitui-se em uma abordagem complexa devido ao caráter dinâmico das mesmas. Conhecer os fatores determinantes na proliferação dessas endemias é crucial para o seu enfrentamento.

O objetivo geral dessa pesquisa será alcançado levando-se em consideração a interação entre as variáveis ambientais e sociais, que são aspectos que influenciam no processo saúde-doença nas diferentes formas de manifestação dessas endemias (GOMES, 2015).

O modelo de vulnerabilidade foi elaborado usando técnicas de investigação, descrição e análises dos resultados, suscitando a ligação de dependência entre as variáveis.

A análise dessa temática permeia o campo do conhecimento da geografia da saúde e enseja uma abordagem quali-quantitativa numa perspectiva de análise exploratória de dados secundários que propõe-se evidenciar as particularidades espaço-temporal da tríplice arbovirose da área urbana da cidade de Feira de Santana entre 2014 e 2017.

A análise exploratória de dados espaciais permite através de uma junção de ferramentas a exploração de um conjunto de dados, apresentando a existência de anomalias, padrões e tendência que proporcionam a concretização de hipóteses científicas e uma modelagem adequada (QUEIROIZ, 2010).

Do ponto de vista epidemiológico, trata-se de um estudo ecológico de base populacional de todos os casos notificados de dengue, zika e chikungunya no SINAN, na área urbana da cidade de Feira de Santana, ocorridos de janeiro de 2014 a dezembro de 2017, cuja unidade de mapeamento seguiu a delimitação por bairros.

Os estudos ecológicos têm o objetivo de constatar associações entre níveis de risco e exposição, tendo como unidade estatística básica o grupo populacional, buscando explicações para o fenômeno e não para a causa da doença no indivíduo e identificando diferenciais de riscos e apontando medidas preventivas (ESTEVE et al., 1994; CARVALHO e SOUZA- SANTOS, 2005).

### **3.3.1 Coleta de dados**

Dados sobre notificação de casos de dengue, zika e chikungunya

Os dados mensais e anuais de casos notificados de dengue, zika e chikungunya em Feira de Santana foram solicitados à Secretaria de Vigilância Epidemiológica e disponibilizados através do acesso ao sistema eletrônico do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan Net) e Sistema de Informação de Agravos de Notificação online (Sinan Online). A diferença entre os dois sistemas é que o primeiro

foi desenvolvido para ser utilizado pelos pontos de digitação que não possuem uma ligação de Internet estável e o segundo tem o objetivo de disseminação dos dados em tempo real. Os dados desses sistemas são referentes aos bairros, conjuntos habitacionais e distritos de Feira de Santana. Nesta pesquisa, foram utilizados os dados referentes aos bairros da área urbana da cidade. Quanto ao recorte temporal, baseou-se na disponibilidade dos dados de casos notificados das doenças. Considerando, que no ano de 2014 houve um aumento no número de casos de dengue e se iniciou as notificações de chikungunya no município de Feira de Santana, definiu-se como período de coleta de dados o seguinte: 2014 a 2017. Contudo, os dados referentes a zika só começaram a ser notificados a partir de 2015.

A espacialização dessas doenças permite apontar as áreas de maior intensidade de transmissão das mesmas, identificar as áreas mais vulneráveis ao vetor e possibilitar o planejamento de ações de combate e controle (PETTA *et al.*, 2007). Almeida *et al* (2009), realizaram uma análise espacial da dengue no Rio de Janeiro, em áreas delimitadas por bairros e correlacionaram os casos da doença com variáveis socioeconômicas.

### **3.3.2 Variáveis Socioambientais**

As variáveis socioambientais selecionadas expressam indicadores sociais, demográficos, ambientais e econômicos da população e foram coletadas do censo demográfico realizado pelo IBGE em 2010. Os dados utilizados nessa pesquisa são especializados por setor censitário, que é a unidade elementar de mapeamento utilizada no recenseamento, sendo composta por quadras. Com o intuito de caracterizar as condições de vida da população do município, serão analisadas as seguintes variáveis:

Indicadores socioeconômicos:

- ✓ Proporção da população alfabetizada com 5 ou mais anos de idade;

Indicadores ambientais:

- ✓ Abastecimento de água: proporção de domicílios com abastecimento de água proveniente da rede pública geral;
- ✓ Rede de esgoto: proporção de domicílios ligados à rede de esgoto;
- ✓ Coleta de lixo: proporção de domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza e com lixo queimado na propriedade;

Indicadores demográficos:

- ✓ Número de moradores: quantidade de habitantes por setor censitário.

#### Dados climáticos

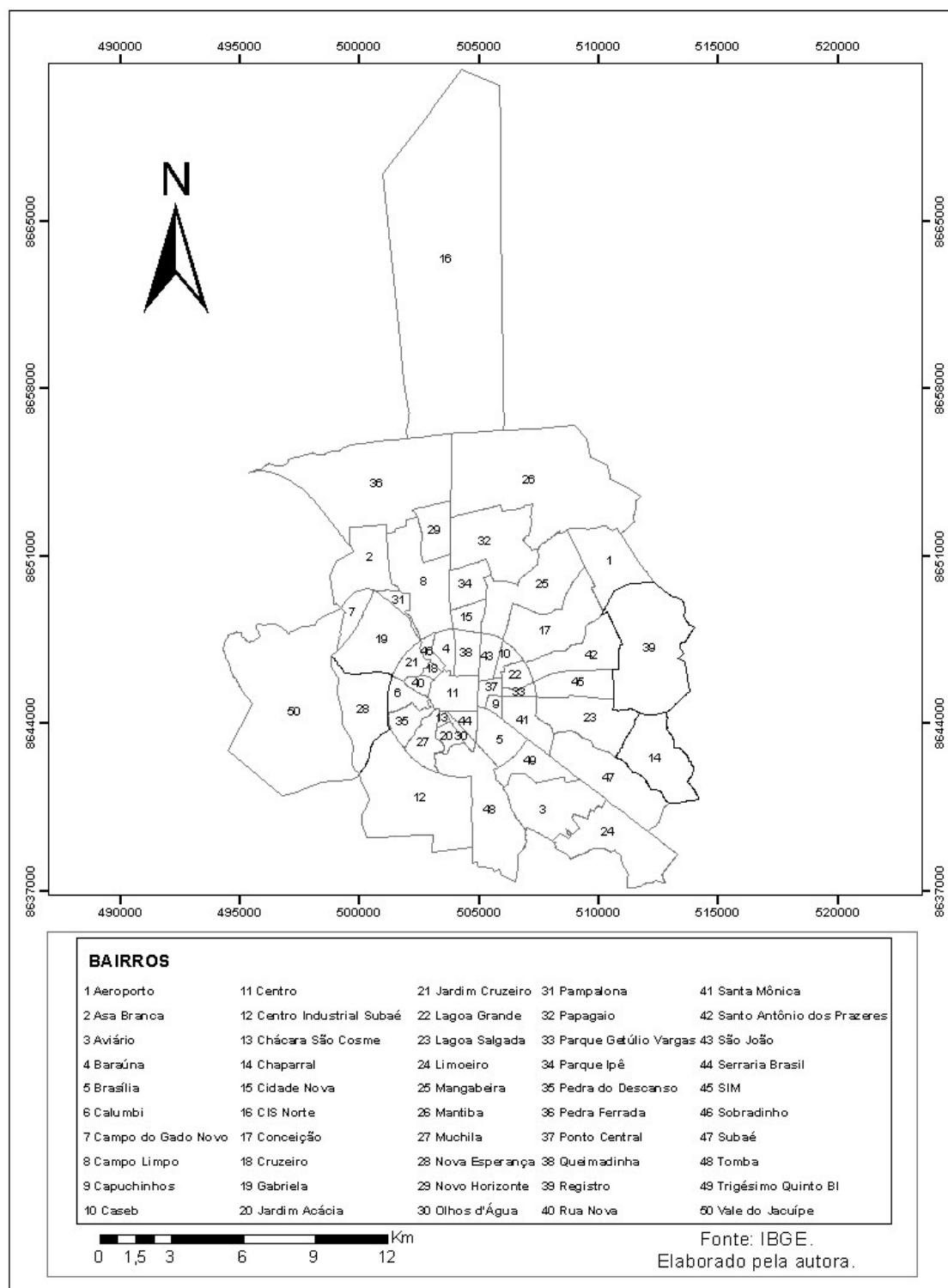
Foram coletados dados mensais sobre precipitação e temperatura do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), que contém séries históricas dos dados horários, diários e mensais da rede de estações meteorológicas convencionais do INMET. Os dados são referentes a estação 83221 – Feira de Santana- BA.

#### Dados do Índice de infestação predial e terrenos baldios

Os dados foram adquiridos junto o centro de endemias de Feira de Santana, e é fruto do trabalho realizado pelos agentes de endemias. Os dados são referentes ao número de terrenos baldios e ao índice de infestação do mosquito *Aedes aegypti* por bairros.

#### 3.3.3 Distribuição Espacial

Os dados foram espacializados no *layer* da área urbana de Feira de Santana (Figura 3), esse *layer* estava em formato vetorial *shapefile*. A análise espacial será realizada, levando-se em consideração a localização geográfica dos fenômenos em estudo, descrevendo os padrões existentes nos dados espaciais e estabelecendo de forma quantitativa o relacionamento entre os dados no decorrer dos anos estudados, estabelecendo elos com as variáveis geográficas.



**FIGURA 3: LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS BAIRROS**

**FONTE:** ELABORADO PELA AUTORA,

As espacializações anuais de cada arbovirose foram efetuadas levando em consideração a taxa de incidência dos casos de dengue, chikungunya e zika por bairro durante o período de 2014 a 2017. Para realizar o cálculo da taxa de incidência das doenças utilizou-se a seguinte equação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010):

$$Incidência = \frac{Número\ de\ casos\ novos\ da\ doença\ em\ um\ período}{Número\ total\ de\ pessoas\ em\ risco\ no\ começo\ do\ mesmo\ período} \times Fator$$

(Equação 1)

O cálculo foi realizado a partir da razão entre o número de casos notificados de dengue, chikungunya e zika (numerador), dividido pelo número de pessoas de cada bairro (denominador), multiplicado por 10.000 habitantes no período de 2014 a 2017.

As espacializações da taxa de incidência por ano de notificação e por doenças foram realizadas no programa Arcgis10.5. Os intervalos de classes utilizados para espacializar a incidência das arboviroses foram arbitrados pela pesquisadora, isto é, foram definidos manualmente, após testar outros métodos. Esse método foi escolhido por facilitar a comparação das variáveis no decorrer dos anos estudos.

Os dados socioeconômicos utilizados no estudo estão disponíveis no censo demográfico de 2010 do IBGE. Esses dados estão espacializados pela unidade espacial elementar que corresponde ao setor censitário, sendo necessário o agrupamento dos mesmos em nível de bairro, que corresponde a unidade de análise dessa pesquisa. Foram somados os valores das variáveis de todos os setores censitários que compõem um determinado bairro, para obtenção de um único valor para o bairro. Esses dados foram agrupados em um único banco para análise, utilizando-se um elemento comum, isto é, um geocódigo, que é o código do bairro. A distribuição geográfica das variáveis analisadas também foi realizada no programa ArcGis 10.5.

Os dados de coleta de lixo, rede de esgoto, abastecimento de água e alfabetização não foram espacializados na forma original que são disponibilizados pelo IBGE, pelo número de domicílios existentes em cada setor ou pelo número de habitantes no caso da alfabetização. Pois, para facilitar a compreensão das especificidades de cada bairro, foi adotada a metodologia de distribuição dos dados em percentagem, no conjunto de domicílios e de habitantes de cada bairro para verificar o percentual da população que tem acesso a esses serviços.

Os dados referentes ao número de domicílios com abastecimento de água da rede geral, com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial e particulares permanentes com lixo coletado foram espacializados levando-se em consideração a porcentagem de domicílios por bairros com acesso a essas variáveis em relação ao total de domicílios de cada bairro. Já o mapa de pessoas alfabetizadas foi normalizado a partir do número de habitantes por bairro.

Os dados sobre terrenos baldios, fornecidos pelo centro de endemias, foram espacializados a partir da normatização com os dados de população do censo 2010, foi estabelecida a percentagem entre o número de terrenos baldios com o número de domicílios existentes por bairros.

Os dados do LIRAA foram espacializados da forma como foi disponibilizado pelo centro de endemias, pois o mesmo já é calculado com base na incidência do vetor em cada bairro.

O processo de integração dos dados para realização da distribuição espacial apresentou algumas dificuldades, os dados de notificações das doenças são disponibilizados por bairros e os socioeconômicos por setor censitário, por isso, foi necessário somar os dados dos setores censitários que integram cada bairro para que a espacialização fosse realizada com base na delimitação de bairros. Essa junção dos dados socioeconômicos acabou dificultando a inserção dos conjuntos habitacionais nas análises da pesquisa, pois, os limites dos mesmos não coincidiram com os limites dos setores censitários. Assim, os dados referentes aos conjuntos habitacionais foram agregados aos bairros onde estão inseridos.

Os dados climáticos, por sua vez, são disponibilizados no contexto municipal, pois existe apenas uma estação meteorológica na cidade o que dificultou a análise de como os dados climáticos influenciaram na manutenção das doenças em cada bairro. Além disso, deve-se considerar que mesmo analisando doenças de notificação compulsória, podem existir casos subnotificados ou exportados de outras cidades, tendo em vista, que Feira de Santana é um centro regional com grande circulação de pessoas.

### **3.3.4 Análise espacial**

A análise espacial de dados é realizada levando-se em consideração um conjunto de ferramentas e procedimentos que tem o intuito de descrever, explorar e avaliar a

associação entre um conjunto de dados trabalhado, identificando a possível existência de valores discrepantes, os chamados *outliers* (QUEIROIZ, 2010).

A análise espacial do comportamento de doenças no espaço e no tempo, proporciona relacionar o processo saúde-doença ao ambiente no qual o homem está inserido, sendo considerada uma alternativa promissora da detecção de áreas vulneráveis que necessitem de intervenções em saúde (PINTO et al., 2014; RODIGUES, 2014)

A análise espacial de dados de área, tem o objetivo de estudar o padrão de variação do risco da doença, avaliando associações espaciais com fatores de risco, detectando a existência de áreas de alto ou baixo risco. A área de estudo é formada pela junção de um conjunto de subáreas poligonais irregulares, como uma cidade e seus bairros (QUEIROIZ, 2010).

Na análise espacial deste estudo, considerou-se a incidência do número de casos anuais das arboviroses, para cada bairro, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2017 e as variáveis socioambientais. Para se estimar a autocorrelação espacial da incidência das doenças e das variáveis foi utilizado o índice global de Moran. O índice global de Moran pode variar entre -1 e 1, valores próximos a 1 indicam correlação espacial positiva. Enquanto os valores próximos a -1, indicam autocorrelação espacial negativa, já os valores próximos a zero indicam falta de correlação espacial (GOMES, 2011).

A expressão para calcular o Índice de Moran I, considerando o primeiro vizinho foi definida por (DRUCK et al., 2004):

$$I = \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij}(Z_i - \bar{Z})(Z_j - \bar{Z})}{\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2}$$

(Equação 2)

Para se verificar a formação de *cluster* utilizou-se o método Local *Indicator of Spatial Association* (LISA). A análise do LISA permitiu classificar os bairros de Feira de Santana com base na significância dos índices locais em quatro *cluterers*. Os *cluterers* alta/alta e baixa/baixa indicam uma associação positiva, ou seja, a localização possui vizinhos com valores próximos da variável estudada, já os *cluterers* alta/baixa e

baixa/alta apresentam associação negativa, pois a localização possui vizinhos com valores distintos, ou seja, bairros com valores das variáveis altas, mais com vizinhos com variáveis baixas ou vice-versa (PINHEIRO et al., 2020).

O cálculo do Índice Global de Moran foi realizado no ArcMap 10.5, com a ferramenta *Analyzing Patterns / Spatial Autocorelation* (Moran I), utilizando o método de distância euclidiana, sendo classificado como significantes os padrões que apresentaram valor-p < 0,05.

O cálculo que expressa o índice local de Moran para cada área  $i$  a partir dos valores normalizados  $z_i$  do atributo é dado pela seguinte equação (DRUCK et al., 2004):

$$Ii = \frac{Z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_j}{\sum_{j=1}^n Z_j^2}$$

(Equação 3)

Com base no LISA desenvolveu-se mapas denominados BoxMap, no GeoDa, para as variáveis que apresentaram valor-p < 0,05, cada bairro foi classificado conforme sua posição em relação aos quadrantes do gráfico de espalhamento de Moran (PINTO et al., 2014).

Os bairros para os quais os valores do índice de Moran local foram considerados significantes (valor-p < 0,05), são destacados de vermelho, correspondentes aos valores alto-alto e de azul os valores baixo-baixo.

### 3.4 Análise Multicritério

As espacializações das taxas de incidência das arboviroses e das variáveis socioeconômicas e ambientais possibilitaram a interpretação das especificidades de cada bairro, a partir dessas interpretações foi elaborado um modelo de vulnerabilidade para à ocorrência da tríplice arboviroses em Feira de Santana. A modelagem desenvolvida nesta pesquisa baseou-se na análise multicritério espacial que permite maior flexibilidade na combinação de mapas, associando variáveis por plano de informação e pelo grau de pertinência desses planos, atribuindo pesos as classes, organizando os componentes mais importantes dentro de uma estrutura hierárquica (MOURA, 2007).

O método multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP), foi desenvolvido por Thomas L. Saaty, e tem o objetivo de modelar problemas desestruturados, por meio da

associação paritária dos critérios, subcritérios e alternativas, quantificando-as (SAATY, 1991; FORMAN e SELLY, 2002).

Lunardon (2017), utilizou a análise multicritério para espacializar os condicionantes de focos de *aedes aegypti* em Curitiba/PR, identificando as áreas mais propícias à proliferação do vetor. Buffon (2016), por sua vez, estudou a vulnerabilidade socioambiental à leptospirose humana no aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba/PR, os resultados alcançados permitiram concluir a viabilidade desta metodologia para representação das realidades multidimensionais.

A avaliação multicritério abrange a utilização de diferentes dados georreferenciados, envolvendo informações socioambientais e epidemiológicas relacionadas entre si no contexto do modelo a ser construído. A análise hierárquica de processos – AHP, está entre os métodos do ambiente SIG que pode ser utilizado na identificação de vulnerabilidade socioambiental de arboviroses (Vettorazzi, 2006).

A modelagem dos dados é determinada pelos autores com base em conceitos e regras específicas de decisão. O modelo é estruturado com base no objetivo a ser alcançado, utilizando critérios que auxiliem na solução do evento que neste caso é a vulnerabilidade socioambiental da tríplice arboviroses em Feira de Santana, a partir das técnicas de decisão multicritério. Os passos dessa técnica, é composto de quatro etapas que podem ser assim descritas: definição dos critérios, normalização, definição de pesos AHP e combinação dos critérios (Ramos, 2000).

A análise multicritério seguiu o fluxograma abaixo (Figura 4):

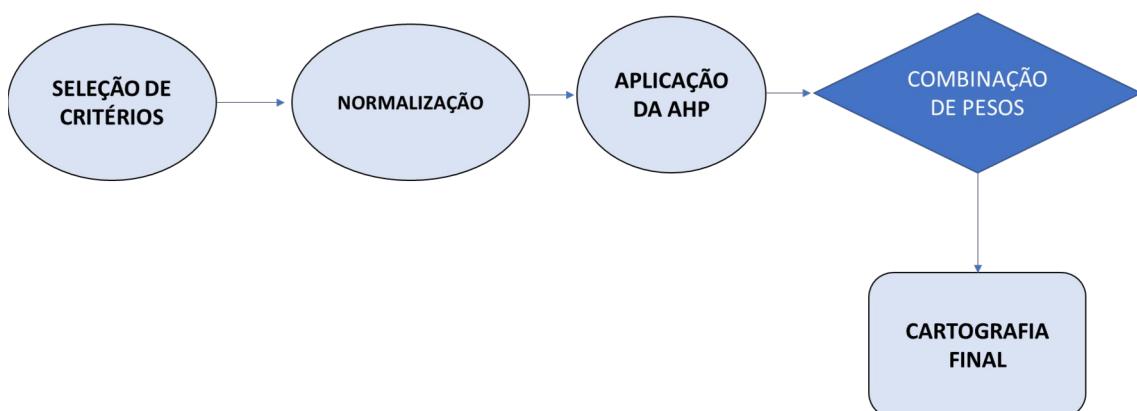


FIGURA 4: FLUXOGRAMA DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO.

FONTE:ELABORADO PELA AUTORA.

### **3.4.1 Seleção de Critérios no Método AHP**

As espacializações das taxas de incidência das arboviroses e das variáveis socioeconômicas e ambientais possibilitaram a interpretação das especificidades de cada bairro de Feira de Santana/BA.

Os critérios levantados foram georreferenciados sobre o recorte espacial de bairros da área urbana que compõem o município de Feira de Santana/BA. Os critérios de benefício são representados por fatores onde seus valores afetam diretamente o aumento da vulnerabilidade. Por sua vez, os critérios de custos são formados por valores que influenciam, de forma inversamente proporcional, o risco de arbovirose. Abaixo, os critérios são enumerados e definidos a partir das condições de vulnerabilidade que cada camada de informação vai representar:

- 1 Critérios de Benefício:** Taxas de incidência de dengue (para os quatro anos estudados) - quanto maior a incidência, maior será a vulnerabilidade;
  - Zika (para os quatro anos estudados) - quanto maior a incidência, maior será a vulnerabilidade;
  - Chikungunya (para os quatro anos estudados) - quanto maior a incidência, maior será a vulnerabilidade;
  - LIRA – O Levantamento de Índice Rápido para Aedes Aegypti é diretamente relacionado com a vulnerabilidade, sendo quanto maior for a taxa mais vulnerável é o bairro;
  - População - quanto maior o número de habitantes, maior será a vulnerabilidade;
  - TB – quanto maior o número de terrenos baldios, maior será a vulnerabilidade.
- 2 Critérios de Custos:** Imóveis com abastecimento de água - quanto menor o número de imóveis com abastecimento, maior será a vulnerabilidade;
  - Imóveis com Coleta de Lixo - quanto menor o número de imóveis com coleta de lixo, maior será a vulnerabilidade;
  - Imóveis com rede de esgoto - Quanto menor o número de imóveis com rede de esgoto maior será a vulnerabilidade;
  - Quantitativo de alfabetizados maiores de cinco anos - Quanto menor o número de alfabetizados maior será sua vulnerabilidade;

Todos esses critérios estão georreferenciados no formato vetorial representados por colunas de valores percentuais, nos campos referentes às incidências e LIRAA; e valores inteiros, no caso do campo população, e quantitativo de terrenos baldios e

domicílios atendidos por rede de esgoto, abastecimento de água, coleta de lixo e alfabetizados. As camadas apresentam referência espacial SIRGAS 2000 com projeção UTM 24S, a fim de permitir a combinação dos mapas para a geração do produto cartográfico referente a vulnerabilidade socioambiental. Para visualizar os padrões de agrupamento que o dado indica, utilizou-se o método de *Jenks*, isto é, baseado em quebras naturais, sendo estabelecido três classes. Esse método foi escolhido por permitir uma distribuição harmoniosa dos dados, evitando a existência de classes vazias, e por priorizar uma análise estatística que admite refletir sobre as modificações reais dos valores das variáveis (FERREIRA, 2014). Dessa forma, por similaridade de valor de *pixel*, o método agrupa as regiões de destaque.

### 3.4.2 Normalização de Dados

Na normalização dos dados é considerada a importância relativa do dado em relação ao conjunto de dados, consiste na conversão das camadas numa escala comum (padronizada), possibilitando a realização de operações entre eles (SAMPAIO, 2012; SILVA, 2017). A escala de conversão será calculada com base na seguinte equação de escalonamento linear (Voogd, 1983).

$$Xi = (R_i - R_{min}) / (R_{max} - R_{min})$$

(Equação 4)

Onde:

$R_i$ : é o valor a ser normalizado

$R_{min}$ : valor mínimo para o critério

$R_{max}$ : valor máximo para o critério

Depois que os pesos dos critérios foram normalizados (Tabela 1), para uma escala de zero a um é possível agrupa-los de acordo com a regra de decisão a ser estabelecida na comparação par a par de cada fator no método AHP a ser efetuado. A normalização indica o grau de influência que o registro, referente a um determinado critério, apresenta, em uma variação de 0 a 1.

Tabela 01: Dados normalizados.

Bairro	NORM_DENGU	NORM_CHI	NORM_ZIKA	NORM_AGUA	NORM_LIXO	NORM_ESGOT	NORM_POP	NORM_ALFAB	NORM_LIRA	NORM_TB
Aeroporto	0	0,10115956	0,117150959	0,023207192	0,019329164	0	0,093424435	0,026770312	0	0
Asa branca	0,351366217	0,25176524	0,408190351	0,036936372	0,086854905	0,002963695	0,098080957	0,079022643	0,679580897	0,404014
Aviário	0,152285803	0,05280758	0,183466348	0,199247334	0,199987367	0,187700667	0,204184518	0,17929122	0,591130604	0,1007853
Baraúna	0,153582781	0,19986919	0,167168952	0,142727716	0,144463395	0,27068412	0,133660807	0,135554731	0,254873294	0,0615183
Brasília	0,174567423	0,17830041	0,211402654	0,388459126	0,398900891	0,626204001	0,375110799	0,398082844	0,567738791	0,0920593
Calumbi	0,241908358	0,14468096	0,193904561	0,379259879	0,3451456	0,59854285	0,350919634	0,356311549	0,52166616	0,5
Campo do Gado Novo	0,910861614	0,21820334	0,252697131	0,019304481	0,035815804	0,000740924	0,029841926	0,022687076	1,000487329	0,3534031
Campo Limpio	0,262691632	0,54422166	0,298540773	0,64980138	0,852567747	1	0,853246417	0,836954386	0,66867232	0,3438045
Capuchinhos	0,695221857	0,26036583	0,904574147	0,039027111	0,041627187	0,080513707	0,028826267	0,036836474	0,249756335	0,1588133
Caseb	0,235537266	0,15547302	0,416958704	0,208028434	0,215652833	0,19844406	0,187010637	0,199183355	0,662524366	0,061082
Centro	0,237485532	0,12707573	0,196190219	0,205658931	0,205167077	0,379229439	0,180122618	0,193375112	0,273148148	0,0200698
Centro Industrial do Subaé	0,251298857	0,06836319	0,118755156	0,138267475	0,126523909	0,240429736	0,1298567	0,122213245	0,152290448	0,2870855
Chácara São Cosme	0,203927416	0,04196283	0,145789076	0,083350756	0,0787516834	0,152753766	0,0638303294	0,068994646	0,066033138	0,0235602
Chaparral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cidade Nova	0,346911106	0,56761527	0,772118863	0,159174855	0,179268524	0,125216103	0,168396366	0,187370352	0,742933723	0,026178
Cis Norte	0	0,06502417	0,018825814	0,084465816	0,037521319	0,000493949	0,086294135	0,072559338	0	0
Conceição	0,165689308	0,10770022	0,230262602	0,395707018	0,380203998	0,086811558	0,384824199	0,369762211	0,450536062	0,1112565
Cruzeiro	0,086580207	0,66586932	0,039527417	0,051230802	0,054071126	0,108915782	0,041531245	0,04731751	0,660818713	0,0117801
Gabriela	0,25169099	0,244831362	0,242186013	0,29744233	0,308319121	0,195356878	0,309554587	0,312269363	0,474415205	0,5602094
Jardim Acácia	0,112022791	0,06115653	0,106236323	0,228099519	0,271871644	0,413682391	0,25558428	0,26637116	0,225389864	0,1457243
Jardim Cruzeiro	0,791891853	0,39272844	0,730454562	0,149487769	0,139410018	0,226352186	0,123651943	0,132519597	0,686159844	0,061082
Lagoa Grande	0,005494009	0,00734839	0	0,224196808	0,214326322	0,106569523	0,21003841	0,199401708	0	0
Lagoa Salgada	0,011946344	0,04793567	0,018504463	0,081050944	0,078200998	0,025808842	0,0880666923	0,085245758	0,3686421053	0,7565445
Mangabeira	0,248971446	0,14766783	0,376922868	0,026761447	0,366496115	0,141202475	0,534864825	0,368817588	0,362573099	1
Mantiba	0,022375524	0	0	0,045229633	0,040869181	0,000123487	0,067384399	0,05554949	0	0,0628272
Muchila	0,3508156	0,13130585	0,304125615	0,4628894	0,424041438	0,782291924	0,413908997	0,438740529	0,043615984	0,1426702
Nova Esperança	0,46735003	0,25003731	0,173738067	0,019652937	0,020718843	0,00135836	0,017395479	0,013035788	0,849415205	0,1361257
Novo Horizonte	0,483789309	0,29567789	0,624477059	0,050108021	0,046364727	0,053804054	0,045760083	0,04131275	0,602582846	0,2303665
Olhos d'Água	0,090645224	0,04849617	0,112324989	0,107673009	0,104604889	0,17349963	0,088866598	0,094220145	0,466861598	0,0340314
Pampalona	1,000125971	0,68371101	0,240908388	0,049411109	0,051607605	0,106547296	0,044871935	0,044871935	0,90497076	0,1068935
Papagai	0,43656504	0,164694668	0,520172119	0,043138895	0,107131577	0,054581378	0,095047274	0,09666572	0,447368421	0,8424956
Parque Getúlio Vargas	0,156434839	0,05399634	0,140697299	0,086974702	0,110858442	0,012595703	0,107142857	0,099700854	0,348196881	0,0890052
Parque Ipê	0,716669289	0,37053754	0,78359668	0,241759008	0,215021161	0,421338602	0,190228314	0,195667839	0,424463938	0,3337696
Pedra do Descanso	0,721923667	0,26909951	0,45829268	0,029549097	0,020956914	0,000123487	0,089045649	0,075441623	0,323586745	0,210733
Pedra Ferrada	0,102347132	0,28622883	0,100884048	0,14349432	0,140926031	0,135589034	0,117557985	0,13197371	0,563352827	0,2299302
Pedra Ferrada	0,102347132	0,28622883	0,100884048	0,14349432	0,140926031	0,135589034	0,117557985	0,13197371	0,563352827	0,2299302
Ponto Central	0,12034696	0,07639126	0,195891806	0,282807164	0,314004169	0,09173105	0,227705458	0,228336534	0,299626613	0,182504873
Quemadinho	0,223919147	0,196545459	0,30890688	0,382326295	0,361884909	0,50864411	0,338624051	0,338602965	0,390594542	0,1788831
Registro	0	0	0	0,014913931	0,00701156	0	0,016287487	0,013865537	0	0
Rua Nova	0,426399904	0,2473683	0,175066542	0,236810928	0,223232897	0,423067424	0,225716502	0,211323886	0,273635478	0,0405759
Santa Mônica	0,153128023	0,08470515	0,245368835	0,220781936	0,22114838	0,318720672	0,219179347	0,233028364	0,409600039	0,1208551
Santo Antônio dos Prazeres	0,247452017	0,20988579	0,261762024	0,091922782	0,084454551	0,010743393	0,086995863	0,084153984	0,477582846	0,952007
São João	0,029528087	0,01755316	0	0,17095268	0,188869939	0,277105458	0,17289999	0,184418237	0,628167641	0
Serraria Brasil	0	0,20403976	0,37309685	0,158547634	0,15722317	0,210792788	0,138739105	0,15551237	0	0
Sim	0,447908268	0,36611018	0,77088236	0,02875342	0,040300676	0,004939491	0,034070764	0,037578881	0,493908382	0,6313264
Sobradinho	0,880361305	1,00080893	1,000088481	0	0,08199103	0,120153124	0,06876939	0,076402384	0,386208577	0,1557592
Subaé	0,255808366	0,73317983	0,311329921	0,054010732	0,047059567	0,000370462	0,052112572	0,047055484	0,267300195	0,1653578
Tomba	0,098934417	0,05064384	0,160813599	1	1	0,45122524	1	1	0,132066277	0,2225131
Trigesimo Quinto Bl	0,070156185	0,06255719	0,072446294	0,100634191	0,103467879	0,03223018	0,09031984	0,092233116	0	0,0061082
Vale do Jacuípe	0	0	0	0,000348456	0,005306045	0,000123487	0,03660068	0,031421272	0	0

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 3.4.3 Definição de Pesos com método AHP

Após a definição e normalização dos fatores, iniciou-se o processo de comparação entre os critérios, de acordo com uma escala numérica qualitativa (Tabela 2). O desenvolvimento das comparações par a par dos critérios exige um conhecimento multidisciplinar do evento, pois é considerada a importância das variáveis entre si na caracterização do fenômeno.

Tabela 02: Escala de comparação de critérios.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente menos importante	Bastante menos importante	Muito menos importante	Pouco menos importante	Igual importância	Pouco mais importante	Muito importante	Bastante mais importante	Extremamente mais importante

Fonte: Saaty (1980)

Os pesos relativos a escala qualitativa são atribuídos formando uma matriz de comparação entre as variáveis analisadas. As variáveis da matriz de comparação assumem valores que variam de 1/9 a 9. Silva (2017) pontua algumas premissas para estabelecer o julgamento dos pesos:

- Utilização de valores inteiros na escala;
- Usa-se o valor 1 na comparação de dois elementos quando não existe diferença entre eles.
- Quando um elemento é muito mais relevante com relação à outro, o valor 9 é utilizado. Se o oposto for verdadeiro, o valor 1/9 é utilizado;
- Valores intermediários da escala denotam situações igualmente intermediárias.

A comparação par a par realizada nessa pesquisa está representada na tabela 03:

Tabela 03: Matriz pareada dos critérios relacionados.

	INC_DENGUE	DOM_ESGOTO	LIRA	ALFABETIZADO	POPULAÇÃO	COLETA DE LIXO	ABASTECIMENTO	INC_ZIKA	INC_CHICUNGUNHA	TERRENOS BALDIOS
INC_DENGUE	1	4	1	9	6	7	5	3	3	1
DOM_ESGOTO	1/4	1	1	7	5	7	7	4	4	1
LIRA	1	1	1	9	9	9	9	4	4	1
ALFABETIZADOS	1/9	1/7	1/9	1	1	1	1	1/3	1/3	1/9
POPULAÇÃO	1/6	1/5	1/9	1	1	1/2	1	1/3	1/3	1/9
COLETA DE LIXO	1/7	1/7	1/9	1	2	1	1	1/3	1/3	1/9
ABASTECIMENTO DE AGUA	1/5	1/7	1/9	1	1	1	1	1/3	1/3	1/9
INC_ZIKA	1/3	1/4	1/4	3	3	3	3	1	1	1/5
INC_CHICUNGUNHA	1/3	1/4	1/4	3	3	3	3	1	1	1/5
TERRENOS BALDIOS	1	1	1	9	9	9	9	5	5	1

Fonte: Elaborado pela autora.

O cálculo para assegurar a consistência da aplicação das comparações, uma vez que se trata de uma forma qualitativa de avaliação de modelo, foi aplicada com base na fórmula do índice de consistência (SAATY, 2000):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1)}$$

(Equação 5)

Onde :

$\lambda_{\max}$  é o maior autovalor da matriz

Aconselha-se que o índice fique abaixo de 0,2. Por fim, calcula-se a Razão de Consistência – CR, do julgamento do avaliador. O cálculo da razão de Consistência (CR – Consistency Ratio) dimensiona um erro aleatório, que está relacionado com a ordem da matriz, dado pelo Índice de Consistência Aleatória (RI – Random Consistency Index)

(Saaty, 1991). O cálculo dos Índices de Consistência Aleatória para matrizes de ordem 1 a 10 é o seguinte:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

(Equação 6)

Onde:

CR; Razão de Consistência

CI; Índice de Consistência

RI; Índice de Consistência Randômico

Os pesos gerados pelo método AHP, após o processo de testes da matriz, serão aplicados aos mapas normalizados gerados no passo anterior. O quadro 4, mostra o peso de cada fator (Quadro 4):

Quadro 04: Quadro dos pesos.

Variáveis	AHP	
Incidência dengue	0, 208	20,8%
Rede de esgoto	0,163	16,3%
LIRAA	0,204	20,4%
Alfabetizados	0,022	2,2
População	0,023	2,3%
Abastecimento de água	0,024	2,4%
Coleta de lixo	0,025	2,5%
Incidência Zika	0,059	5,9%
Incidência chikungunya	0,059	5,9%
Terrenos baldios	0,214	21,4%

Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.4.4 Combinação Linear de Pesos

Com os pesos definidos e os dados normalizados, é possível agregá-los de acordo com a regra de decisão. Malczewski (1999) descreve várias classes de operadores com está finalidade. Neste trabalho, o método de Combinação Linear Ponderada (WLC, derivado do inglês *Weighted Linear Combination*) foi realizada com

o uso da ferramenta *Raster Calculator*, do pacote *Map Algebra*, no ambiente ArcMap 10.5.

Na expressão matemática que representa a modelagem, temos os critérios de benefício, ou seja, que afetam diretamente para o aumento da vulnerabilidade à arbovirose e os critérios de custo onde seus valores influenciam, de forma inversamente proporcional, ao índice da modelagem. Abaixo a expressão efetuada apresenta os critérios de benefício como positivos e os critérios de custos como negativos (em negrito):

$$0.208 * "FATOR\_DENGUE\_FINAL.tif" - 0.163 * "FATOR\_ESGOTO\_FINAL.tif" + \\ 0.204 * "FATOR\_LIRA\_FINAL.tif" - 0.022 * "FATOR\_ALFABET\_FINAL.tif" + \\ 0.023 * "FATOR\_POP\_FINAL.tif" - 0.025 * "FATOR\_LIXO\_FINAL.tif" - 0.024 * \\ "FATOR\_AGUA\_FINAL.tif" + 0.059 * "FATOR\_ZIKA.tif" + 0.059 * \\ "FATOR\_CHICUN\_FINAL.tif" + 0.214 * "FATOR\_TB\_FINAL.tif"$$

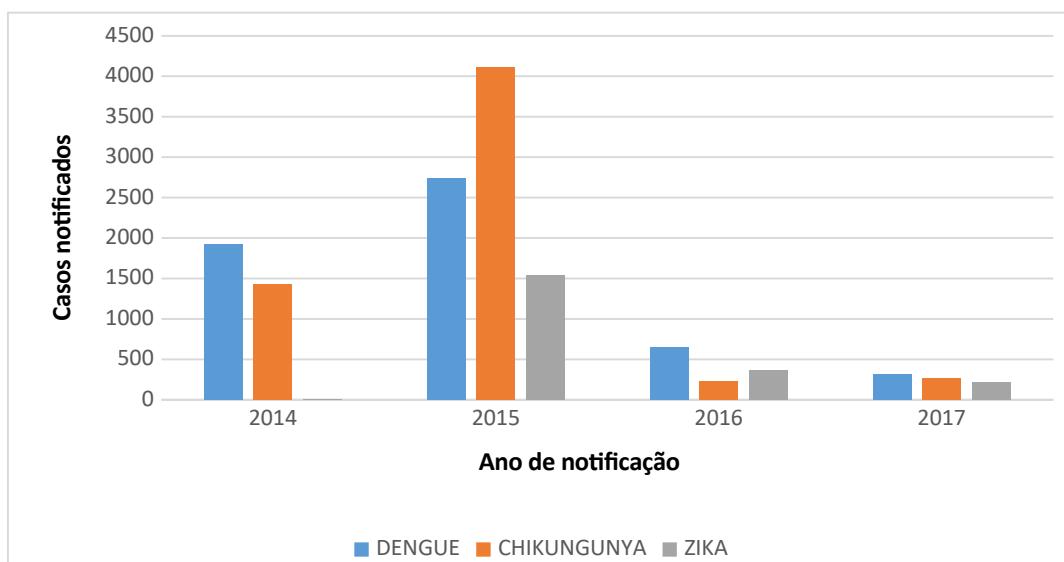
O método WLC, pondera a importância relativa de camada do mapa de atributos, com intuito de avaliar o potencial de uma determinada ocorrência (Malczewski 2004). O recorte e a escala dos bairros foram mantidas após a operação para garantir a consistência espacial da geração do mapa final.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de aplicação de técnicas de geoprocessamento na espacialização de arboviroses na cidade de Feira de Santana foi utilizado para compreender a interligação das notificações com dados ambientais, socioeconômicos e demográficos. Perehoukei e Benaduche (2007), relatam a contribuição de estudos da Geografia da saúde para a análise de fatores ambientais de risco para as doenças, através do uso de técnicas de geoprocessamento. Eles apontam a utilização de tecnologias, como o uso das ferramentas do SIG, como importante ferramenta no auxílio nas análises espaciais.

A dengue, zika e chikungunya se comportaram de maneira diferenciada entre o intervalo que compreende os anos de 2014 à 2017. A incidência dessas doenças no período ora analisado em Feira de Santana pode ser observado na Figura 5, onde se constatou que em 2015 houve o ápice de notificações das doenças, sendo notificados

4114 casos de chikungunya, 2745 de dengue e 1536 de zika. Nos dois anos seguintes houve uma diminuição significativa no número de notificações.



**FIGURA 5: NOTIFICAÇÕES DE DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA NO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA DE 2014 À 2017.**

Fonte: SINAN net e SINAN online

A espacialização da taxa de incidência da tríplice arbovirose dos bairros da área urbana da cidade de Feira de Santana, para cada ano analisado, possibilitou a identificação dos bairros com maiores índices de notificação das doenças no decorrer dos anos estudados.

A dengue é a única arbovirose que se adaptou aos humanos e ao ambiente doméstico, a tal ponto de não necessitar de outros hospedeiros vertebrados ou ciclos florestais para a sua manutenção (LOPES, 2014). Atualmente a dengue é a arbovirose mais prevalente no mundo, com aproximadamente 40% da população em risco (VIANA, 2013).

A distribuição espacial da taxa de incidência da dengue, para cada ano estudado, pode ser observada, por meio dos mapas (Figura 6). Em 2014 (Figura 6-a), foram notificados 1928 casos suspeitos de dengue, os bairros Pedra do descanso, Sobradinho e Pampalona apresentaram as maiores taxas de incidência, seguidos pelos bairros Novo Horizonte, Papagaio, Parque Ipê e Sim. Em 2015 (Figura 6-b) os bairros Sobradinho e Pampalona continuaram entre os bairros com maiores índices de incidência,

acompanhados pelos bairros Parque Ipê, Cruzeiro, Campo do Gado Novo e Nova Esperança.

Ao analisar a taxa de incidência de 2016 (Figura 6-c), foi possível perceber uma diminuição significativa, 78% em relação ao número de notificações do ano anterior. O Bairro Pedra do Descanso apresentou maior taxa de incidência 42,3%, seguido pelo bairro Capuchinhos com 25,3%. Bairros como Pampalona, Sobradinho e Parque Ipê, que nos anos anteriores tiveram números elevados de notificações apresentaram respectivamente 24, 17 e 19 notificações no ano de 2016. Devido a essa diminuição, bairros como Aviário, Limoeiro e Subaé entraram no quadro anual dos bairros que apresentaram as maiores taxas de incidência, mesmo apresentando um número pequeno de notificações.

Em 2017 (Figura 6-d), foi mantido o cenário do ano anterior, com a continuidade da diminuição dos casos, pela segunda vez consecutiva o Bairro Pedra do Descanso apresentou a maior taxa, os bairros Novo Horizonte e Campo do Gado retornaram ao quadro de bairros com as maiores taxas de incidência.

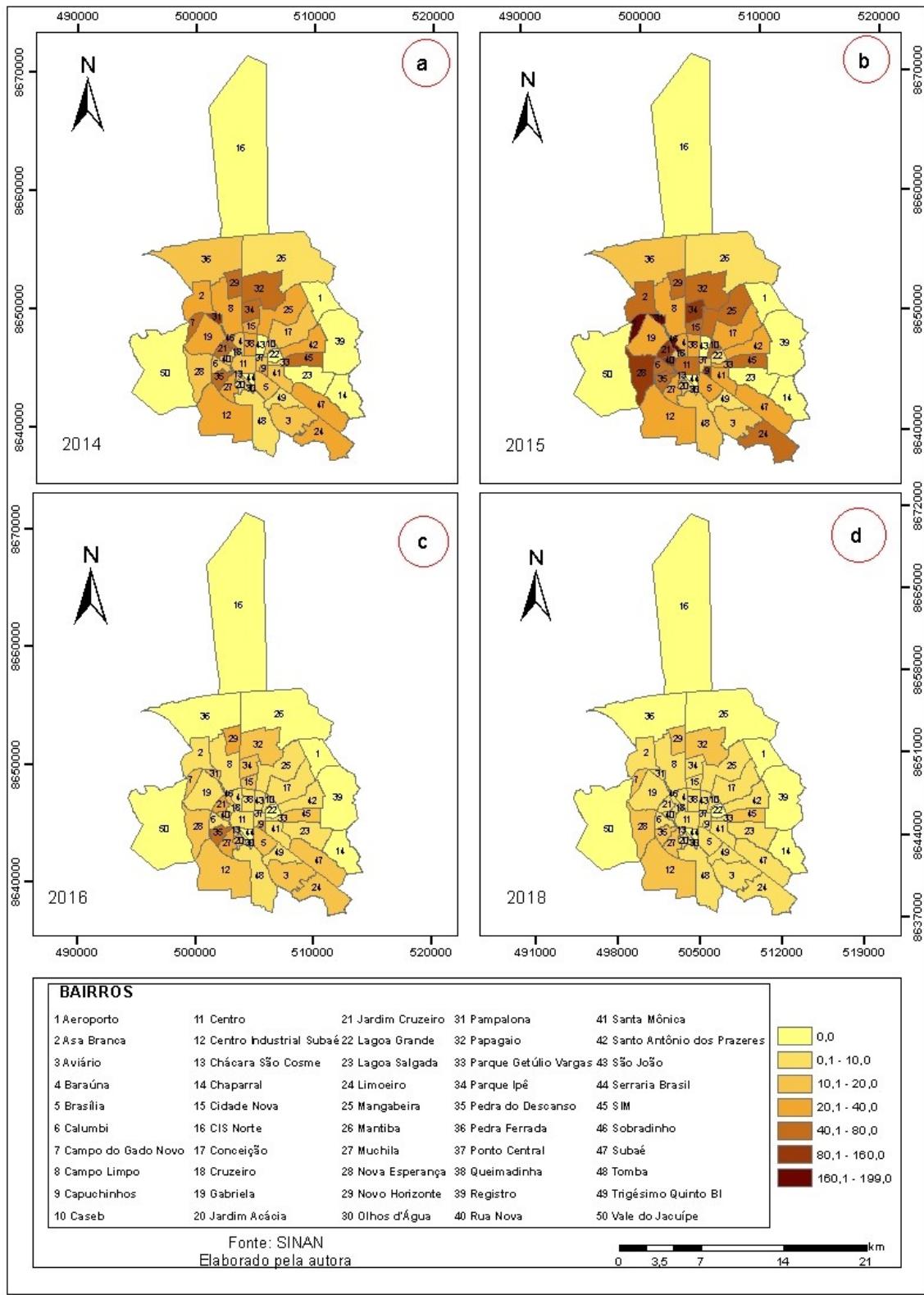


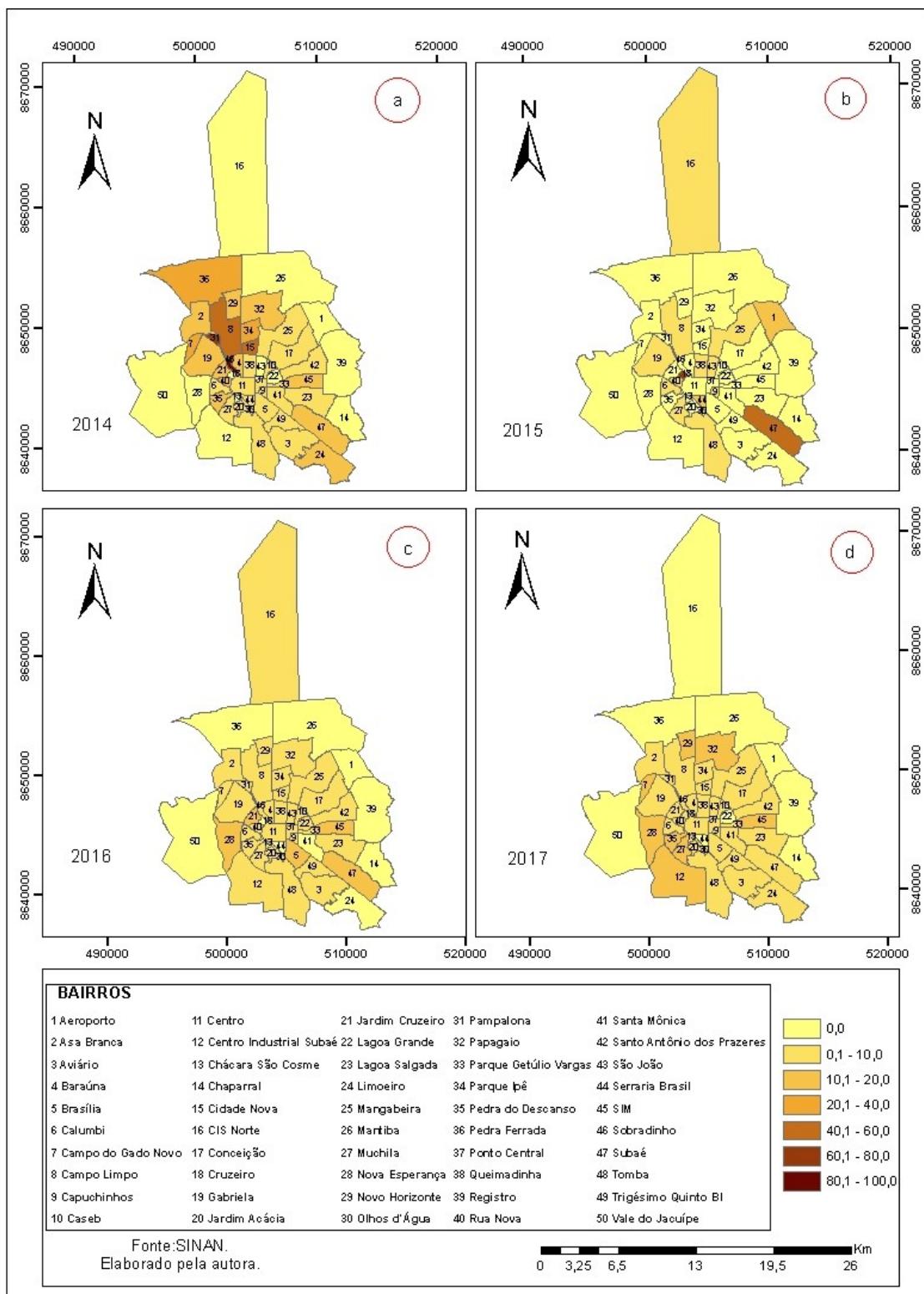
FIGURA 6: INCIDÊNCIA DA DENGUE NA CIDADE DE FEIRA DE SANTANA NO PERÍODO DE 2014 A 2017, (A) 2014, (B) 2015, (C) 2016 E (D) 2017.

Em 2014 iniciaram as notificações de chikungunya na cidade de Feira de Santana, neste ano foram registrados um número considerável de casos suspeitos da doença, 1433. A figura 7, apresenta as taxas de incidência de chikungunya entre 2014 e 2017. A incidência de 2014 da chikungunya (Figura 7-a), apresentou similaridade com a da dengue nesse mesmo período. Os bairros Sobradinho, Pampalona e Parque Ipê permaneceram apresentando altas taxas de incidência e o bairro Campo Limpo passou integrar este grupo.

Os dados referentes a chikungunya do ano de 2015 (Figura 7-b), demonstram uma diferenciação em relação as espacializações da dengue (2014-2017) e da chikungunya 2014. Bairros como Pampalona, Sobradinho, Pedra do Descanso e Parque Ipê que estavam entre os bairros com maiores índices não apresentaram uma taxa significativa de incidência da doença. Já os bairros Subaé, Cruzeiro, Aeroporto e CIS Norte que antes não estavam no rol das notificações, passaram a liderá-las, ressaltando-se que no ano de 2015 na área urbana o maior número de casos notificados por bairro foi de 23 casos, no Cruzeiro.

A situação espacial de 2016 para a chikungunya (Figura 7-c), também apresentou um comportamento diferenciado, o bairro Brasília liderou o número de notificações e foi acompanhado de bairros que anteriormente não tinham taxas de incidência elevadas como os bairros Jardim Cruzeiro, Sim, Nova Esperança e Subaé.

Em 2017, a incidência de chikungunya (Figura 7-d), foi muito semelhante ao ano anterior, apresentou uma diminuição significativa de notificações, conservando Nova Esperança, Sim e Jardim Cruzeiro no grupo de bairros com altas taxas de incidência.



F

FIGURA 7: INCIDÊNCIA DA CHIKUNGUNYA NA CIDADE DE FEIRA DE SANTANA NO PERÍODO DE 2014 A 2017, (A) 2014, (B) 2015, (C) 2016 E (D) 2017.

As notificações de zika iniciaram-se em Feira de Santana em 2015 (Figura 8-a), ano que registrou o maior número de notificações. O padrão espacial apresentou semelhanças com o das outras arboviroses estudadas. A principal diferença identificada foi a introdução do bairro Limoeiro no grupo dos bairros com taxas elevadas de incidência.

O padrão espacial foi mantido em 2016 (Figura 8-b), contudo houve uma diminuição significativa no número de notificações de zika, o máximo registrado foram 29 casos no bairro Mangabeira, contudo as maiores taxas de incidência foram registradas no Sim, Capuchinhos e Asa Branca.

Em 2017, as notificações de zika (Figura 8-c), continuaram diminuindo e os bairros Sim, Mangabeira e Papagaio apresentaram os maiores taxas de incidência.

A análise da incidência da dengue, chikungunya e zika na área urbana de Feira de Santana revela um grave problema de saúde pública para alguns dos bairros estudados. Dentre os bairros estudados, Pedra do Descanso, Pampalona, Parque Ipê, Sim, Sobradinho, Campo do Gado Novo, Papagaio, Novo Horizonte e Capuchinhos concentraram as maiores taxas de incidência no período estudado. Essa situação pode estar relacionada a fatores como a adaptação do vetor ao ambiente urbano, mudanças climáticas e as condições de vida da população, como a deficiência de serviços de saneamento básico. A análise das variáveis que influenciam na determinação das áreas preferenciais do mosquito transmissor dessas arboviroses é fundamental para compreender a lógica de disseminação da doença na cidade, dadas às condições de adaptabilidade e desenvolvimento vetorial.

Para Tauil (2001), a ocorrência da grande quantidade de casos de dengue em cidades comprova o caráter urbano dessa doença e a vulnerabilidade da população, com incidência e mortalidade maiores nos bairros periféricos e com maiores índices populacionais. Em Feira de Santana pode-se observar uma maior concentração no número de notificações em bairros periféricos, muitos deles localizados fora do anel de contorno. Freitas (2014), pontua que os bairros Pedra do Descanso, Campo Limpo, Novo Horizonte, Papagaio, Parque Ipê, Mangabeira, Lagoa Salgada, Conceição e Rua Nova são ocupados pelas camadas populacionais de baixo poder aquisitivo.

O monitoramento das notificações das doenças sobre determinado recorte territorial evitam situações de descontrole que possam ocasionar problemas de saúde

pública. A utilização de ferramentas estatísticas e de análise espacial complementa-se enquanto instrumentos essenciais aos gestores em saúde na luta contra as arboviroses.

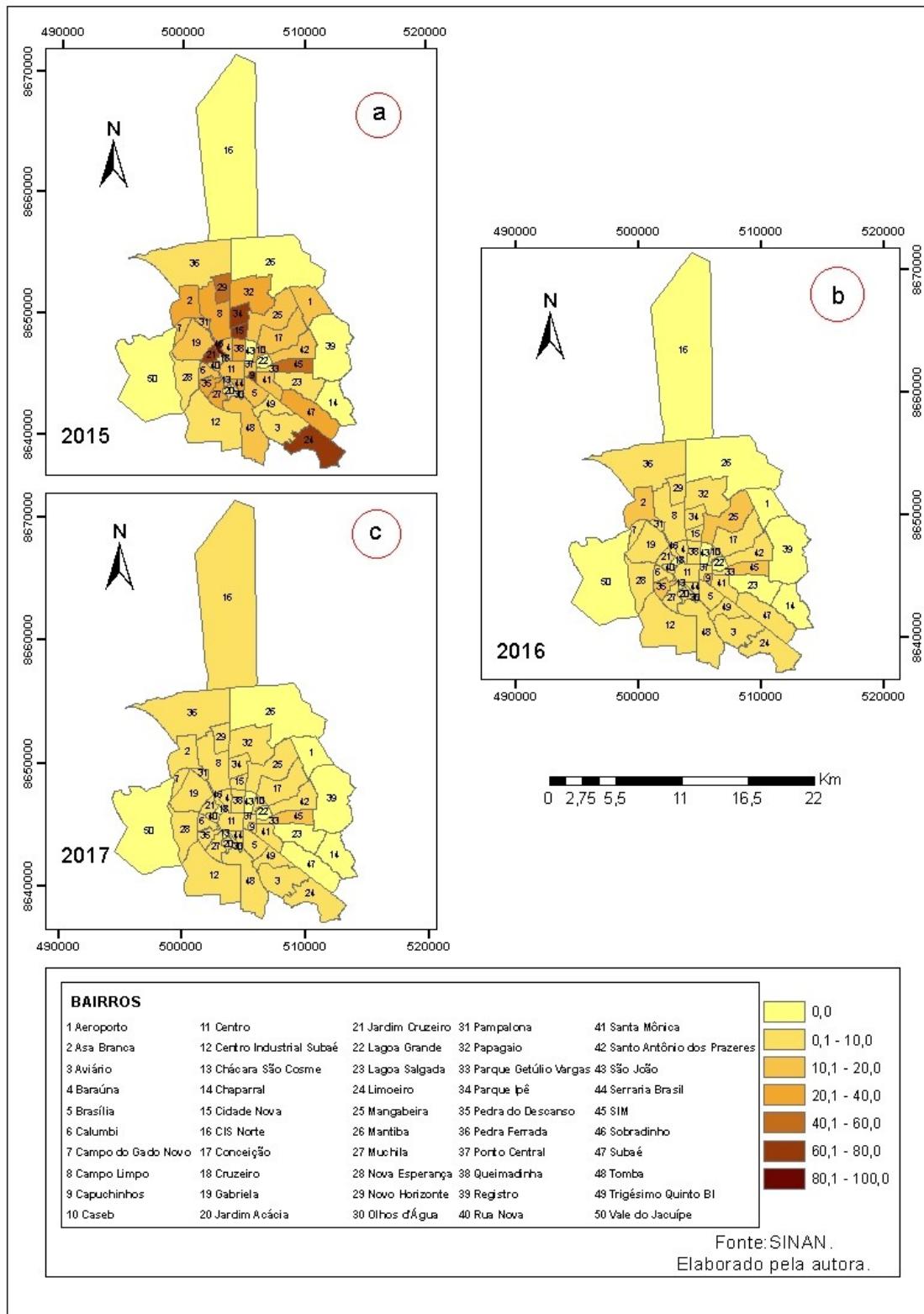


FIGURA 8: INCIDÊNCIA DA ZIKA NA CIDADE DE FEIRA DE SANTANA NO PERÍODO DE 2015 A 2017, (A) 2015, (B) 2016 E (C) 2017.

Após a espacialização das doenças e constatação dos bairros com maiores taxas de incidência, passa-se à interpretação das variáveis socioeconômicas e ambientais. A análise da relação estabelecida entre à ocorrência das doenças com as condições de vida da população será realizada, assim como as notificações através de análise espacial.

Levando-se em consideração que a proliferação do vetor dessas doenças está diretamente associada ao acúmulo de água, será analisado o número de domicílios que têm acesso a rede de abastecimento de água geral. A Figura 9-a, apresenta o percentual de domicílios com acesso a rede de abastecimento de água, a observação dessa figura deixa nítido que a concentração de bairros com maior percentual de domicílios abastecidos pela rede geral concentra-se dentro do anel de contorno e nas áreas adjacentes, ou seja, na área central da cidade. Bairros periféricos como Asa Branca, Pedra do Descanso e Mangabeira apresentam menos de 60% dos domicílios ligados a rede geral de abastecimento de água.

De acordo com Almeida *et al.* (2009) a ausência do serviço de abastecimento de água ou mesmo a irregularidade no fornecimento pode implicar em situações extremamente favoráveis a procriação do vetor, sendo determinante na transmissão de doenças.

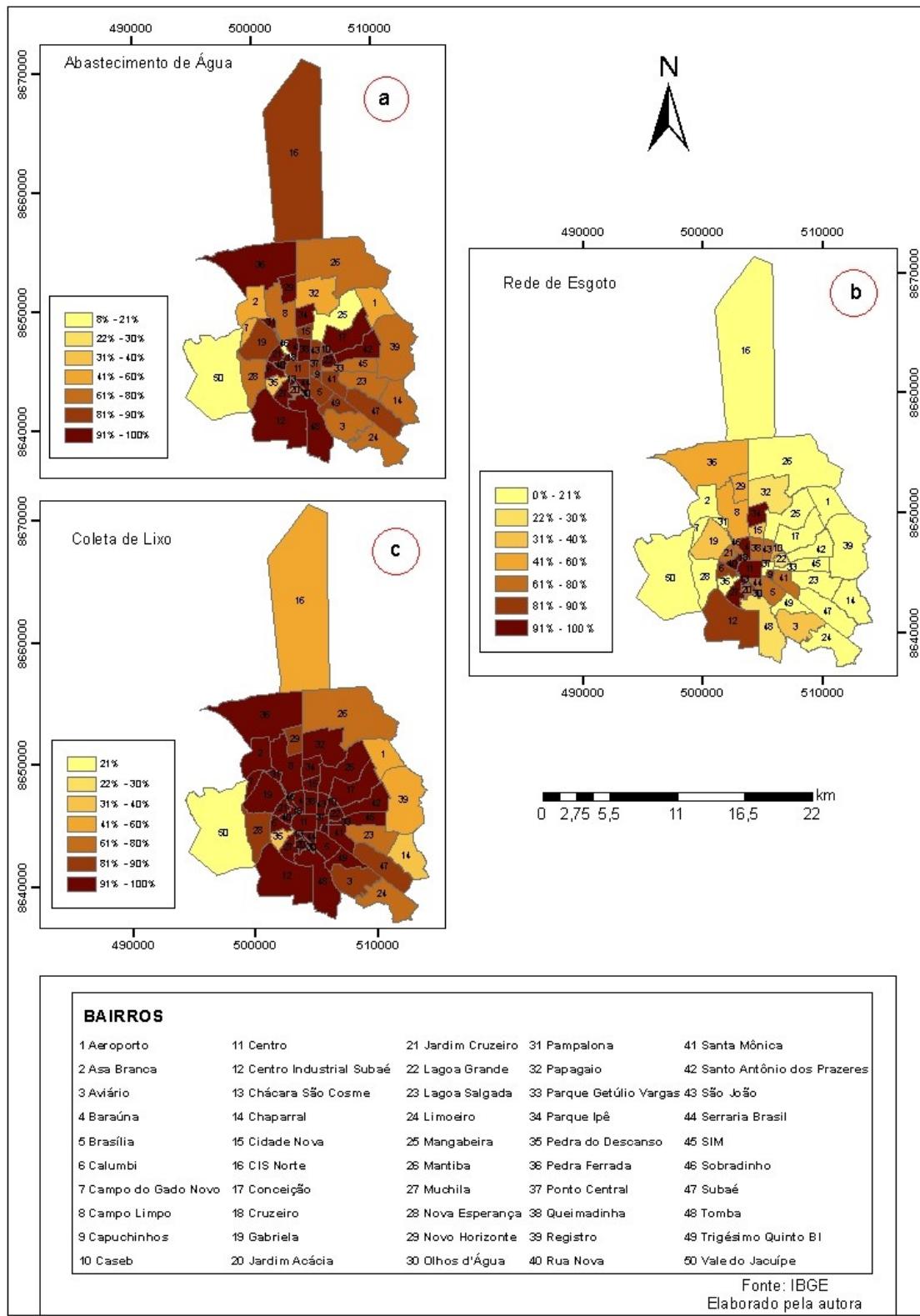
A Figura 9-b, apresenta o percentual de domicílios por bairros que estão ligados a rede de esgoto. Como pode ser observado apenas no centro da cidade e nos bairros Centro Industrial do Subaé e Parque Ipê existem um percentual maior que 60% para o número de domicílios ligados a rede de esgotamento sanitário, demonstrando o cenário de segregação da população das áreas periféricas em relação ao centro da cidade no que diz respeito ao acesso aos serviços públicos básicos.

As condições de vida da população e o acesso à infraestrutura urbana básica, são fatores que implicam na vulnerabilidade da população, trazendo uma série de implicações socioambientais, culturais e políticas (MENDOÇA, 2004). Todo investimento realizado na área de saneamento básico e abastecimento de água potável é rentável, pois gera retorno aos cofres públicos, na medida em que a população adoce menos (OMS, 2007). Os dados apresentados na Figura 9-b, deixam claro que grande parte da população que vive na área urbana de Feira de Santana não tem acesso a serviços básicos como esgotamento sanitário, principalmente a população menos favorecida que mora nas áreas periféricas da cidade.

A coleta de lixo (Figura 9-c) é a única variável socioambiental que apresenta uma distribuição homogênea na área urbana da cidade, apenas o bairro Vale do Jacuípe apresenta uma taxa inferior a 20% de acesso a esse serviço. Contudo, a ineficiência desse serviço público básico pode impulsionar a população a realizar o descarte inadequado dos resíduos sólidos produzidos, colaborando para o aumento de possíveis criadouros de vetores. Santos (2003), aponta a corroboração do acúmulo de lixo nas áreas próximas aos domicílios como a responsável pela manutenção dos altos índices de doenças.

Entre os bairros mais endêmicos para as doenças estudadas, observa-se que o serviço de coleta de lixo é executado em mais de 90% dos domicílios, com exceção do bairro Pedra do Descanso, que mesmo estando localizado no centro da cidade, apresenta um índice menor que 50%.

Zara (2016), pontua que recipientes artificiais, oriundos do lixo doméstico e da ineficiente coleta de lixo, descartados a céu aberto, são criadouros preferenciais do mosquito, a existência desses possíveis criadouros nas áreas habitadas pode contribuir para o aumento do número de notificações em bairros com a existência do serviço de coleta de lixo.



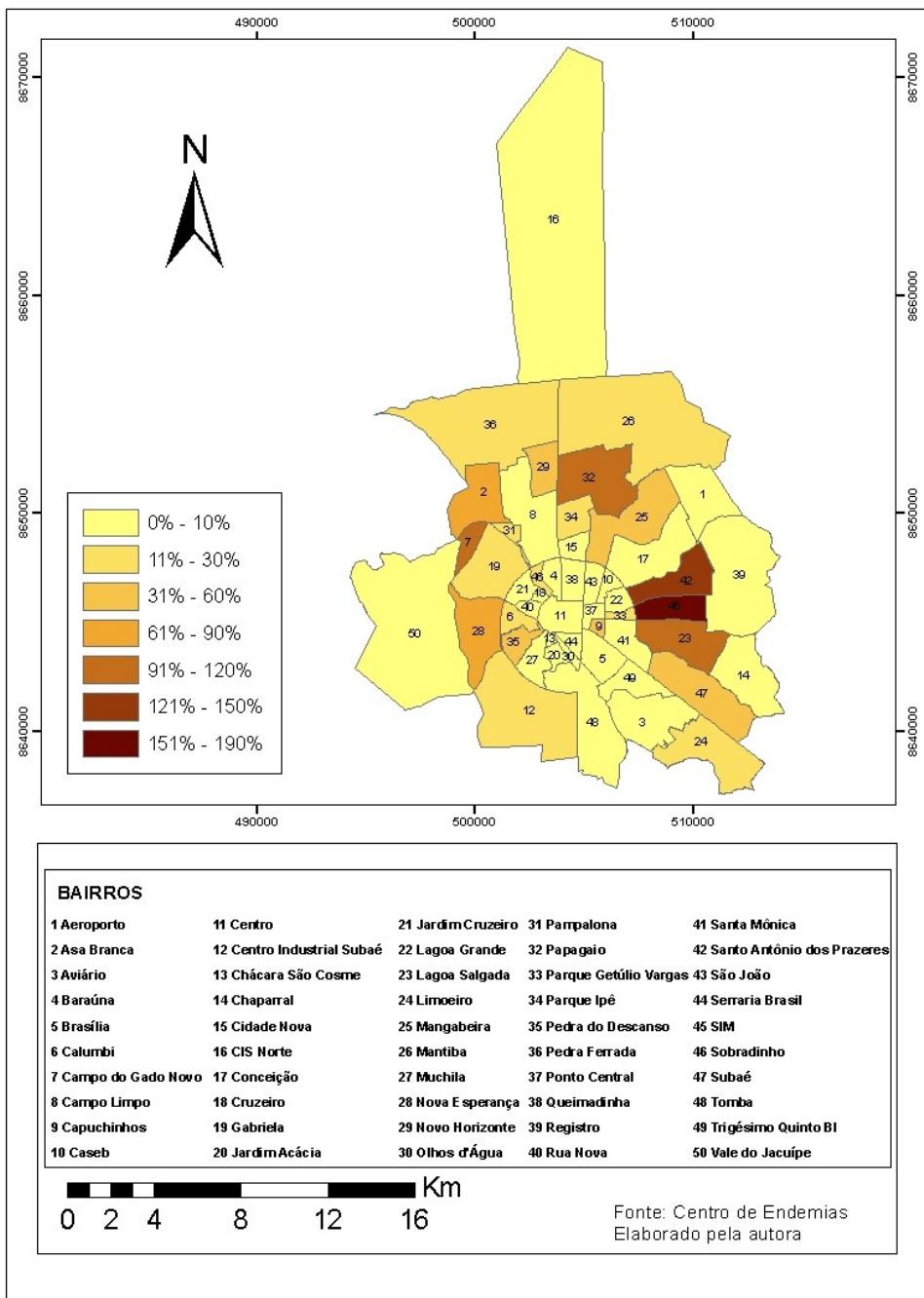
**FIGURA 9: MAPA DO PERCENTUAL DE DOMICÍLIOS COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA (9-A), REDE DE ESGOTO (9-B) E COLETA DE LIXO (9-C).**

A ocupação desordenada e a falta de infraestrutura urbana, principalmente, relacionada aos serviços de drenagem, esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta e destino final dos resíduos sólidos são fatores que pressionam o ambiente e o modifica, favorecendo a manutenção de condições de riscos ambientais para a saúde da população (SANTOS, 2003).

A grande produção de produtos descartáveis pelo sistema industrial moderno, atrelado ao processo ineficiente de coleta de lixo e ao descarte inapropriado de resíduos em quintais, vias públicas e terrenos baldios contribuem para a proliferação do mosquito, através do aumento no número de possíveis criadouros (TAUIL, 2001).

Barbosa e Silva (2016), utilizaram terrenos baldios como uma das dezesseis variáveis contextuais que representaram os determinantes sociais da dengue no município de Natal – RN. Esse estudo constatou uma correlação inversa com a incidência da dengue, ou seja, a maioria dos polígonos vizinhos têm valores de atributos em lados opostos da média. Contudo, eles pontuam que essa correlação pode variar a depender do cenário de cada área estudada.

Por serem possíveis locais potenciais de proliferação de vetores devido ao acúmulo de lixo inadequado, os terrenos baldios são contabilizados por bairros pelos agentes de endemias, que realizam inspeções nesses locais. Para Ribeiro *et al* (2008), o acúmulo de lixo em terrenos baldios é um problema crônico em bairros periféricos. A figura 10, apresenta o número de terrenos baldios por bairro na cidade. A partir da análise desta figura pode-se constatar que o maior percentual de terrenos baldios está localizado nos bairros localizados fora do anel de contorno, em bairros consolidados a partir de uma expansão urbana recente. Bairros como Lagoa Salgada, Sim, Santo Antônio dos prazeres, Papagaio e Campo do Gado Novo apresentam um número de terrenos baldios maior que o número de residências, isso ocorre porque esses bairros apresentam um processo de ocupação recente, ou seja, estão em processo de expansão.



**FIGURA 10: MAPA DO PERCENTUAL DE TERRENOS BALDIOS EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE DOMICÍLIOS.**

O índice de alfabetização também é um fator que necessita ser investigado no processo de manutenção das notificações dessas arboviroses. Acredita-se que pessoas alfabetizadas contribuem de maneira significativa no controle do vetor. Buffon (2016) considera que a variável alfabetização é consideravelmente importante na efetividade de

campanhas educativas e preventivas no controle de doenças. Barcellos *et al.*(2005), utilizou a variável nível de escolaridade, entre outras variáveis, para o entendimento da proliferação da dengue em Porto Alegre.

A figura 11, apresenta a proporção de pessoas a alfabetizadas por bairros na cidade de Feira de Santana. Pode-se observar que o índice de alfabetização é maior que 59% em todos os bairros, contudo o centro da cidade concentra índices mais altos que as áreas periféricas.

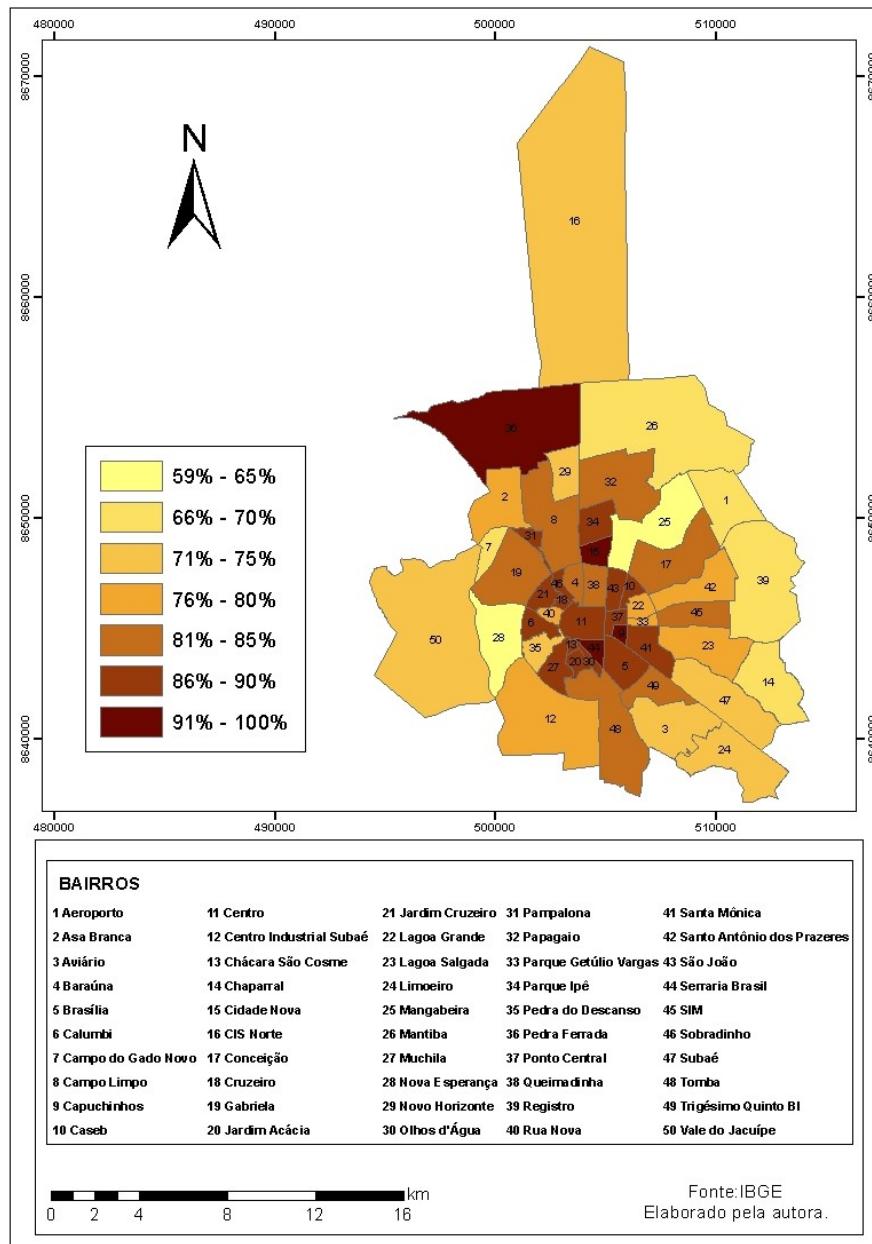


FIGURA 11: POPULAÇÃO ALFABETIZADA DA ÁREA URBANA DA CIDADE DE FEIRA DE SANTANA.

Para Mendonça (2004), os problemas oriundos da interação entre sociedade e natureza sempre foram marcantes nas cidades, espaços de muita aglomeração de pessoas, onde é possível se observar a presença de problemas de grande gravidade para a maioria da população, refletidos nos processos de exclusão e injustiças sociais. A Figura 12 apresenta a quantidade de pessoas por bairro, podemos visualizar que os bairros que apresentam maior número de moradores estão localizados na área periférica da cidade, confirmado que os investimentos em serviços públicos estão fluindo na contra mão da concentração populacional.

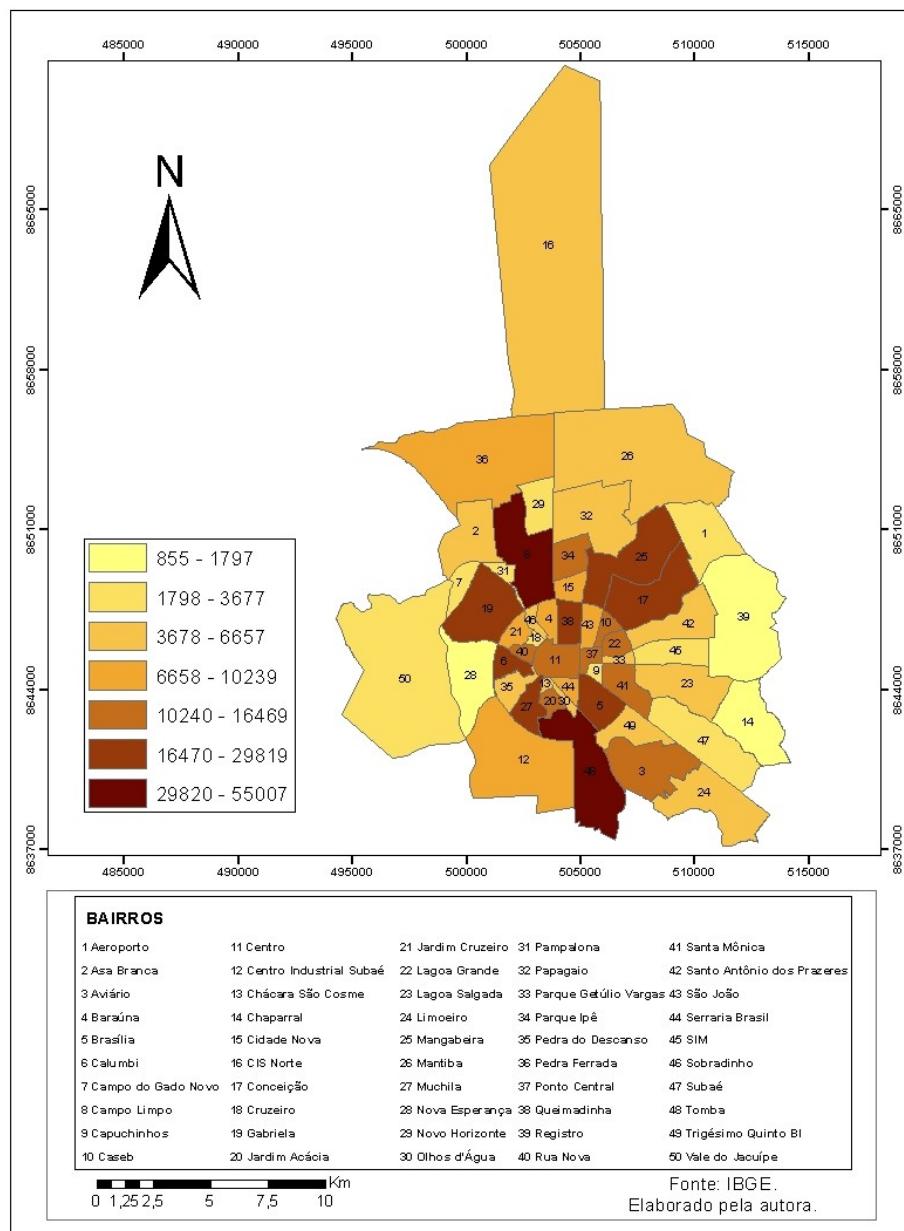


FIGURA 12: FIGURA 12: POPULAÇÃO URBANA DE FEIRA DE SANTANA DE ACORDO COM O CENSO 2010 (IBGE).

A expansão urbana da cidade de Feira de Santana segue a lógica ditada pelo capital imobiliário, os investimentos são concentrados em áreas valorizadas, enquanto a população de baixa renda habita nas zonas periféricas, desvalorizadas e com infraestrutura precária, favorecendo a produção de espaços diferenciados (FREITAS, 2014; CERQUEIRA, 2017;).

Os investimentos públicos por bairros entre os anos de 2002 a 2015, confirmam o direcionamento da maior parte dos investimentos para bairros com valorização da especulação imobiliária e na área central da cidade. O setor imobiliário e os proprietários fundiários lucram com esses investimentos públicos de infraestrutura no entorno dos locais de construção de novos empreendimentos imobiliários (CERQUEIRA, 2017).

O trabalho realizado por Buffon (2018), no aglomerado urbano metropolitano de Curitiba, encontrou resultados positivos sobre a associação de condicionantes ambientais e a vulnerabilidade socioambiental da leptospirose humana. Contudo, nem todos os estudos referentes a associação de doenças com variáveis socioambientais encontram resultados concordantes. Mondini e Neto (2007), avaliaram a relação entre o risco de ocorrência de dengue e os níveis socioeconômicos na cidade de São José do Rio Preto, estado de São Paulo e não encontraram associação entre o risco de ocorrência de dengue e níveis socioeconômicos na quase totalidade dos anos estudados, os autores pontuam que essa situação pode estar atrelada a realidade de cada cidade e afirmam a necessidade de se realizar mais estudos sobre essa questão.

Machado *et al.* (2009), também não encontraram uma relação linear entre as condições de vida precárias com a ocorrência de dengue, mas constataram que os padrões espaciais observados indicaram maior suscetibilidade de áreas com disparidades de condições de vida.

A grande concentração populacional nas cidades têm contribuído de forma significativa na proliferação do *Aedes aegypti*, essa grande demanda populacional pressiona as cidades, que não conseguem oferecer condições satisfatórias de infraestrutura para a população (TAUIL, 2002).

A proliferação do *Aedes aegypti* é mensurada através do LIRAA que calcula a taxa de incidência deste vetor em áreas preestabelecidas. O LIRAA é uma importante ferramenta na identificação de áreas endêmicas que necessitam de uma atenção mais incisiva. No período estudado (2014 a 2017) foram realizados 12 levantamentos rápidos

de índices entomológicos na cidade de Feira de Santana, esses levantamentos são realizados pelos agentes de endemias. O número de agentes trabalhando na cidade é insuficiente para atender a demanda, assim é necessário considerar que a taxa de incidência de larvas por domicílios pode estar subestimadas para alguns bairros, pois existem bairros sem cobertura.

A análise descritiva dos dados do LIRAA no período de 2014 a 2017 trouxe valores de LIRAA – IIP que variaram de 0,0% a 7,2%, com média para o período de 3,88%. Em todos os anos, os valores médios observados para esse indicador foram superiores a 1,0%, indicando sinal de alerta de surtos e epidemias.

Em 2014 (Figura 13-a e 13-b) foram realizados dois LIRAA, a maior taxa registrada nesse período foi 5,9, no bairro Limoeiro, classificada como área de risco para epidemias pelo Ministério da Saúde, os bairros Campo Limpo, Pampalona, Brasília e a Asa Branca também estão inseridos nesta classificação de risco, pois apresentam taxas  $>3,9$ . A maioria dos bairros apresentaram uma taxa menor que 1,6 % no primeiro LIRAA, enquadrando-se na classificação de alerta pelo ministério da saúde que varia entre as taxas  $> 1\%$  e  $< 3,9\%$ , já no segundo houve um pequeno acréscimo e 12 bairros apresentaram uma taxa maior que 1,6%.

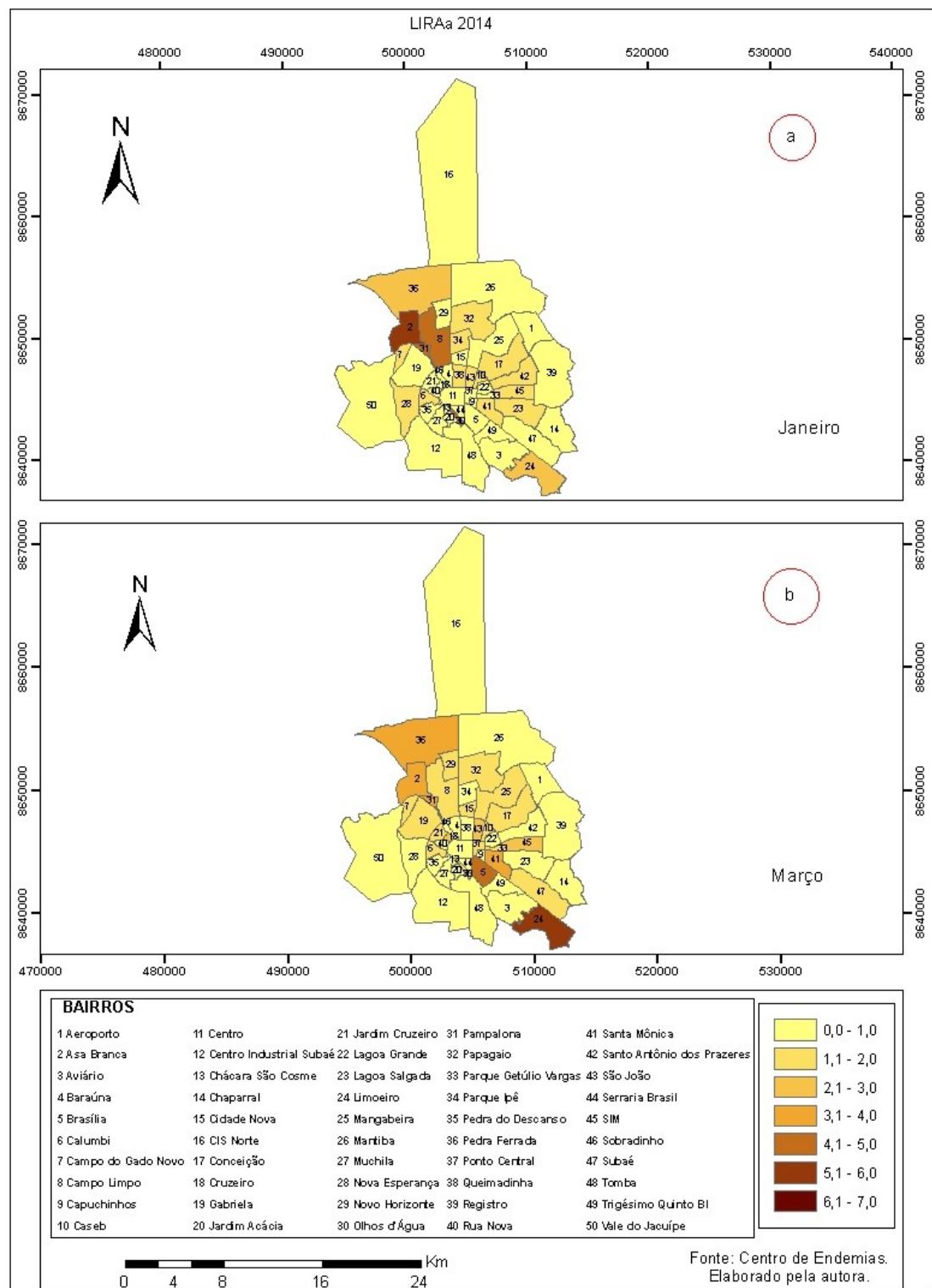


FIGURA 13: LIRAA REALIZADO EM 2014, (A) JANEIRO E (B) MARÇO.

A população do vetor pode ser influenciada pela temperatura e precipitação. A precipitação pode regular a abundância do vetor, através da criação de focos de reprodução e a temperatura influencia no ciclo de vida do vetor e nas taxas reprodutivas (JOHANSSON, 2009). Em 2014 em Feira de Santana os LIRAA de janeiro e março foram realizados em um período de altas temperaturas e baixas pluviosidade (Figura 14), a maior concentração de chuvas ocorreu entre os meses de maio à julho.

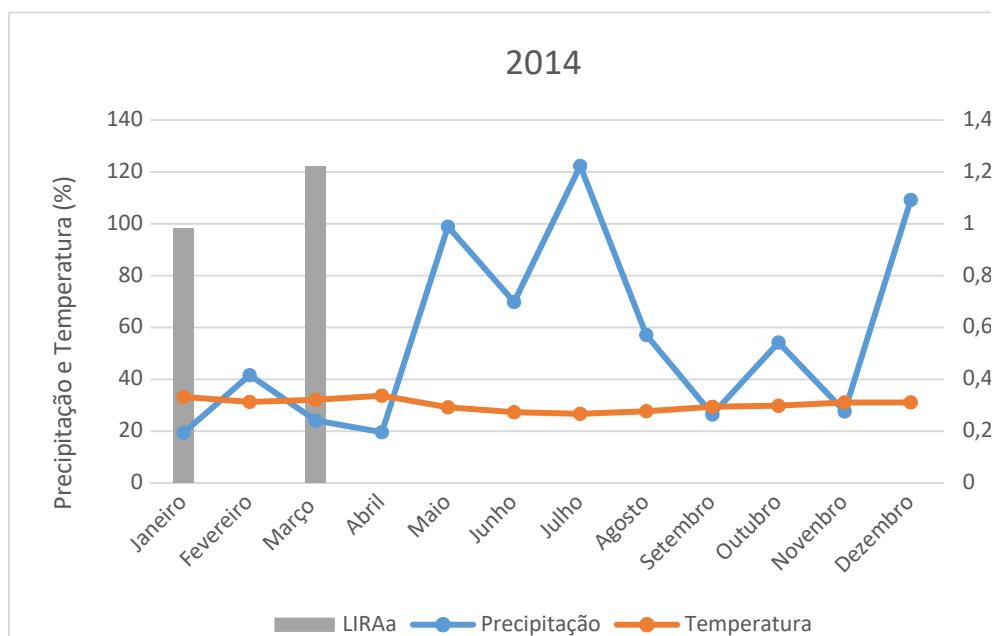


FIGURA 14: MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E LIRAA 2014.

Como no ano anterior, a pesquisa realizada em janeiro de 2015 (o terceiro LIRAA) alcançou os níveis mais altos de infestação, com 16 bairros apresentando taxas maiores que 1,9%. Taxas muito elevadas de infestação, classificadas como áreas de risco, foram detectadas nos bairros Nova Esperança (7,1%), Pampalona (6,9%) e Brasília (5,8%) (Figura 15). O quarto e o quinto LIRAA realizados respectivamente em março e setembro apresentaram uma pequena redução da taxa de incidência, só três bairros apresentaram taxas maiores que 4,7%. Na última pesquisa de 2015, realizada em setembro (sexto LIRAA), houve um pequeno aumento no número de bairros com taxas superiores a 2,5%.

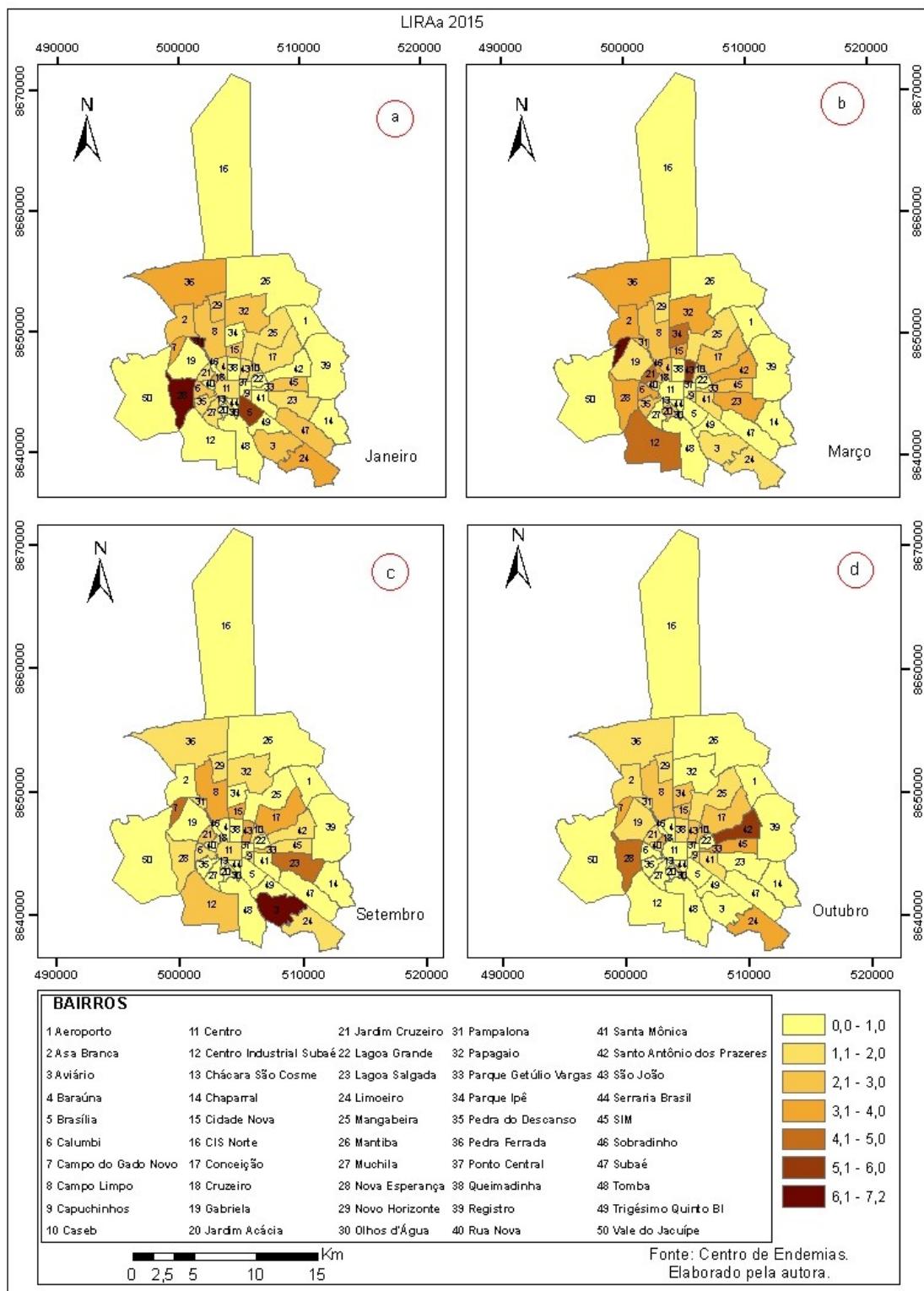


FIGURA 15: LIRAA REALIZADO EM 2015, (A) JANEIRO, (B) MARÇO, (C) SETEMBRO E (D) OUTUBRO.

A média anual dos LIRAA efetuados em 2015 (Figura 16), foi de 1,55, índice maior do que o preconizado pelo Ministério da Saúde como satisfatório. Não nota-se uma grande variação dos resultados do LIRAA realizados entre o primeiro e o segundo semestre do ano. Percebe-se que os levantamentos rápidos de índices entomológicos foram realizados em um período que ocorre menores valores de precipitação e altas temperaturas. Contudo, é necessário analisar a precipitação do mês que antecede o período da pesquisa entomológica, pois, a água pode ficar acumulada em potenciais criadouros. O LIRAA realizado em janeiro de 2015, por exemplo, ocorreu depois das precipitações elevadas de dezembro de 2014.

O acúmulo de água de forma inadequada que permanece na área urbana torna-se possíveis fontes de proliferação de doenças com veiculação hídrica (ROSEGHINI, 2013). A dengue, zika e chikungunya enquadram-se entre essas enfermidades, pois, seu vetor prolifera-se em locais com acúmulo de água.

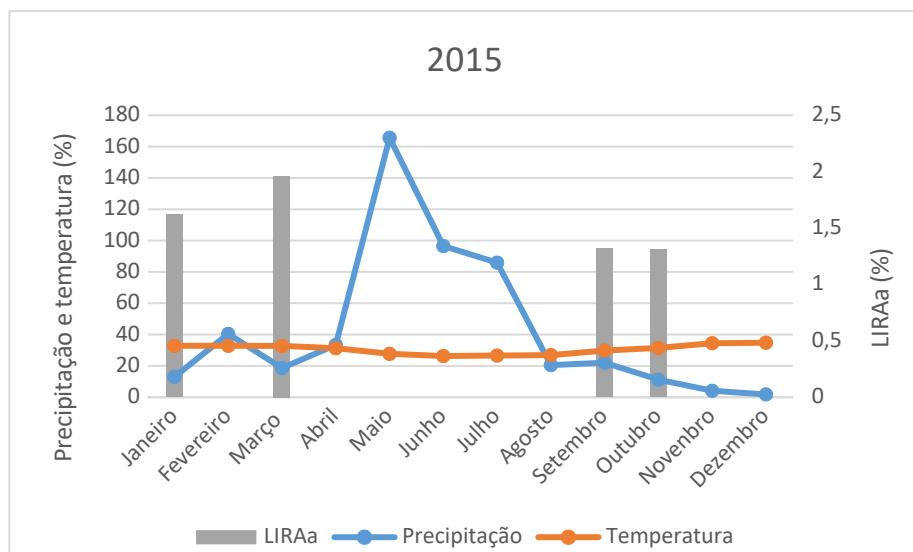


FIGURA16: MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E LIRAA, 2015.

Em 2016 (Figura 17), houve uma diminuição na prevalência de infestação do mosquitos durante todo o ano. Apenas 10 bairros apresentaram taxas maiores que 2,8% nas quatro pesquisas realizadas, são eles: Campo do Gado Novo, Cidade Nova, Novo Horizonte, Cruzeiro, Pampalona, Nova Esperança, Parque Getúlio Vargas, Gabriela, Mangabeira e Campo Limpo.

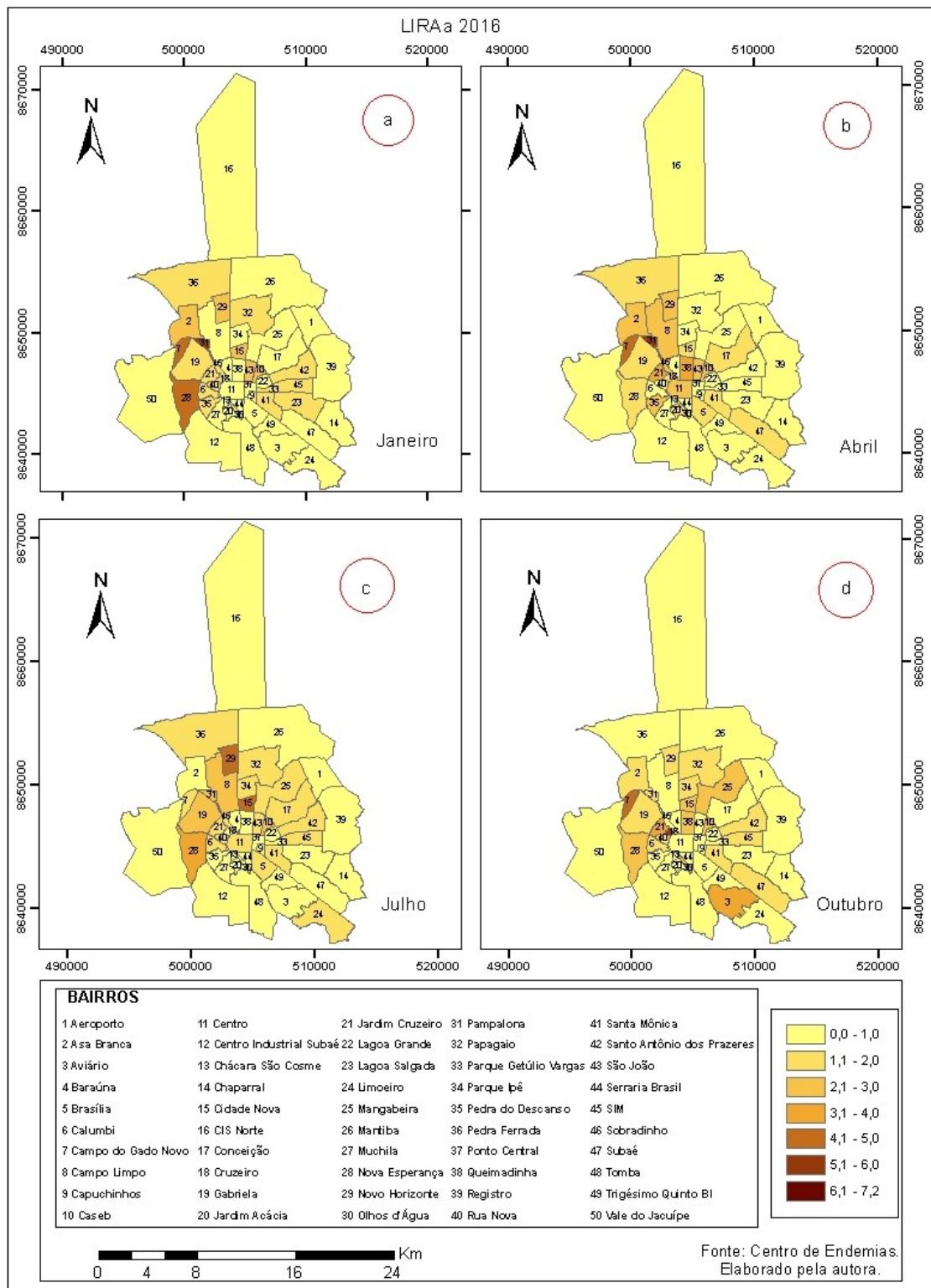
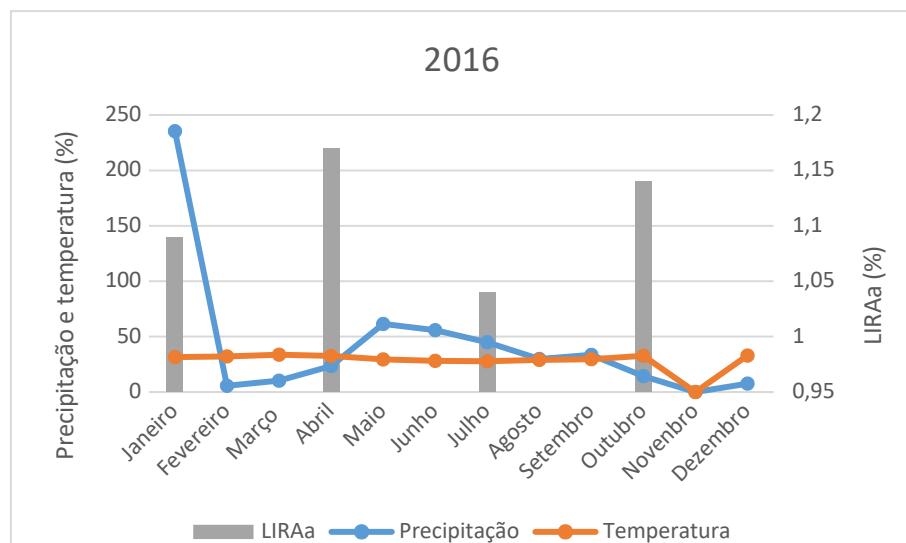


FIGURA 17: LIRAA REALIZADO EM 2016, (A) JANEIRO, (B) ABRIL, (C) JULHO E (D) OUTUBRO.

Em 2016 (Figura 18), apenas o mês de janeiro apresentou alta concentração de chuva. A diminuição significativa nos valores de precipitação colaborou para a diminuição do índice de infestação do vetor e do número de notificações nesse período. Mesmo apresentando um índice menor que os anos anteriores, a área estudada continua enquadrada na situação de alerta para ocorrência de epidemia. O detalhamento das médias mensais de precipitação e temperatura permite identificar que períodos de altas temperaturas antecedidos de períodos de alta pluviosidade contribuem para proliferação do vetor. O que pode ser observado, nos LIRAA realizados em janeiro, março e setembro de 2015 e outubro de 2017.

No estudo intitulado de Avaliação de impacto à saúde da incidência de dengue associada à pluviosidade no município de Ribeirão Preto, São Paulo, Gabriel *et. al* (2018), constatou correlação positiva entre a precipitação e os casos de dengue, considerando que a chuva de determinado mês influencia no número de casos de dengue até cinco meses após sua ocorrência.



**FIGURA 18: MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E LIRAA, 2016.**

Em 2017 (Figura 19), apenas dois levantamentos do LIRAA foram realizados. No primeiro, ocorrido em Fevereiro, 12 bairros apresentaram taxas superiores a 2,2%, o maior índice foi registrado no bairro Limoeiro. Na segunda pesquisa realizada em outubro apenas o bairro Caseb apresentou taxa superior a 3,0%. As menores taxas de precipitação do período estudado foram registradas neste ano.

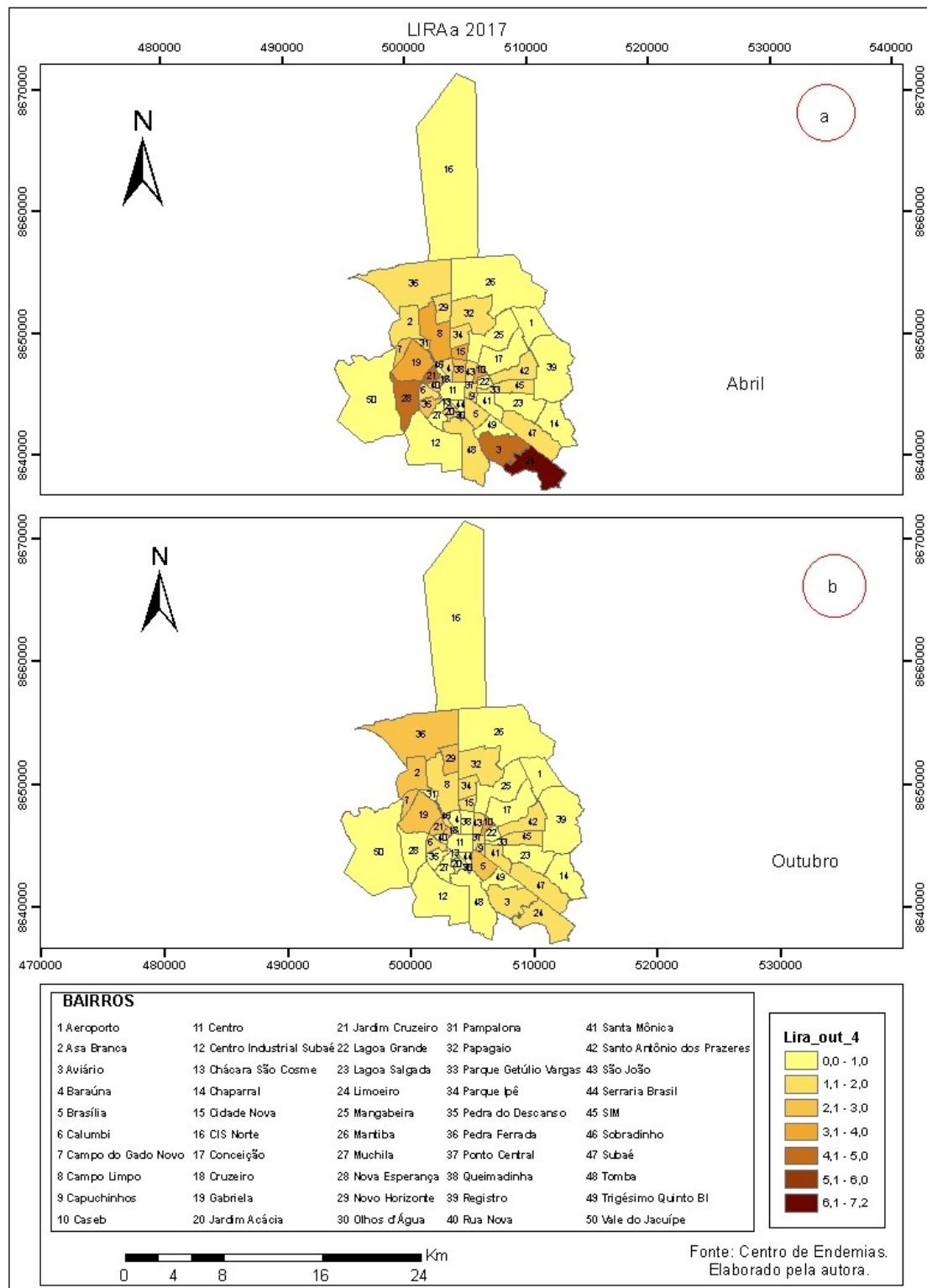


FIGURA 19: LIRAA REALIZADO EM 2017, (A) ABRIL E (B) OUTUBRO.

Em 2017 (Figura 20), foi registrado o menor índice pluviométrico do período estudado, contudo as temperaturas permaneceram altas, acima de 30°, com exceção dos meses de julho, agosto e setembro.

Câmara et al. constatou no estudo sobre clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro, que as temperaturas mostraram-se significativamente mais altas nos anos em que as epidemias de dengue tiveram início na Cidade do Rio de Janeiro.

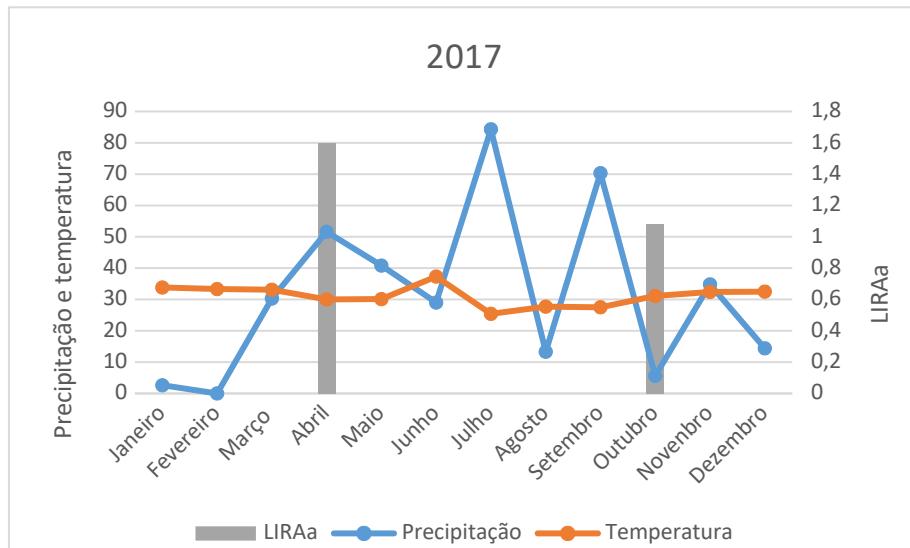


FIGURA 20: MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E LIRAA 2017.

Os anos com maiores índices pluviométricos (2014 e 2015), contribuíram de maneira significativa para o aumento do número de notificações das doenças analisadas. Nos dois anos seguintes houve um decréscimo do índice pluviométrico e do LIRAA e consequentemente do número de notificações.

Para Consoli e Oliveira (1994) a precipitação e a temperatura estão entre os principais fatores climáticos que influenciam na dispersão de vetores. Nesta pesquisa, constatou-se a influência da precipitação e da temperatura na dispersão do vetor, mas essa influência é potencializada devido as variáveis socioambientais da população, como lixo em terrenos baldios e acúmulo inadequado de água nos domicílios em descartáveis, pneus, latas e garrafas.

Estudos como o de Mendonça *et al.*(2009), apontam a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, ao rápido crescimento demográfico associado à intensa e desordenada urbanização, a inadequada infraestrutura urbana, o aumento da produção de resíduos não-orgânicos, os modos de vida na cidade, a debilidade dos serviços e campanhas de

saúde pública, como variáveis a serem consideradas na manutenção das doenças. Em Feira de Santana observam-se maiores taxas de incidência das doenças em bairros periféricos, com problemas de infraestrutura urbana e em áreas com maior concentração populacional.

Nesta segunda parte dos resultados foi realizada a verificação da existência da autocorrelação espacial das variáveis estudadas, utilizando o cálculo do índice global de Moran. Partindo da premissa de que “No mundo, todas as coisas se parecem, mas coisas mais próximas são mais parecidas que aquelas mais distantes” (TOBLE, 1970), a autocorrelação espacial mensura as dependências estabelecidas entre as diversas áreas no espaço.

Os valores do índice I de Moran global para as variáveis analisadas no período de 2014 a 2017 podem ser vistos na Tabela 4. Tem-se que os valores apresentados são pequenos e os p-valores são altos para concluir se houve ou não autocorrelação espacial, positiva ou negativa.

**Tabela 4.** Índice de Moran Global e o nível de significância (p-valor) dado pelo método distância Euclidiana.

Variável	Índice de Moran Global	P-valor
<b>Incidência dengue</b>	0,0491	0,0019*
<b>Incidência Chikungunya</b>	0,0853	0,0002*
<b>Incidência zika</b>	-0,0283	0,7233
<b>Terrenos baldios</b>	0,0460	0,0028*
<b>Abastecimento de água</b>	-0,0242	0,8603
<b>Coleta de Lixo</b>	-0,0287	0,6986
<b>Rede de esgoto</b>	0,0172	0,0103*
<b>Alfabetização</b>	-0,0062	0,8535
<b>População</b>	0,0399	0,7680
<b>LIRaA</b>	0,0508	0,0016*

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

Fonte: elaborada pela autora.

Dentre as 10 variáveis analisadas, cinco apresentaram correlação estatisticamente significativa e positiva: incidência dengue (0,049;  $p < 0,05$ ), incidência Chikungunya (0,0853;  $p < 0,05$ ), terrenos baldios (0,046;  $p < 0,05$ ), Rede de esgoto

(0,017;  $p<0,05$ ), LIRAA (0,050;  $p <0,05$ ). As demais variáveis não apresentaram autocorrelação significativa.

Para analisar o padrão de distribuição espacial em escala local das variáveis que apresentaram correlação significativa com  $p<0,05$ , foi realizada a análise de autocorrelação espacial local, por meio do BoxMap no programa GeoDa procurou-se verificar se havia formação de *outliers* e *cluster*. Para isso, foram gerados os mapas Lisa Cluster das variáveis como ferramenta para visualizar os índices de Moran local.

Verificou-se na figura 21-a, que os bairros Pampalona e Jardim Cruzeiro estão localizados nos quadrantes alto-alto e o bairro Conceição está localizado no baixo-baixo. Na figura 21-b além dos bairros Pampalona, Cruzeiro e Jardim Cruzeiro também estão no quadrante alto-alto os bairros Gabriela, Campo Limpo e Sobradinho e no quadrante baixo-baixo estão os bairros Aeroporto, Conceição, Caseb, Ponto Central e Subaé. Observa-se que os bairros Gabriela, Campo Limpo, Sobradinho e Cruzeiro apresentam classificação diferente nos dois cálculos apresentados, estão no quadrante baixo-alto na incidência da dengue, apresentando valores negativos em relação a seus vizinhos, indicando pontos de transições entre seus vizinhos e no quadrante alto-alto na incidência de chikungunya o que indica pontos de associação positiva. Os bairros Subaé e Sim são classificados como *outliers*, apresentando valores altos em relação a seus vizinhos.

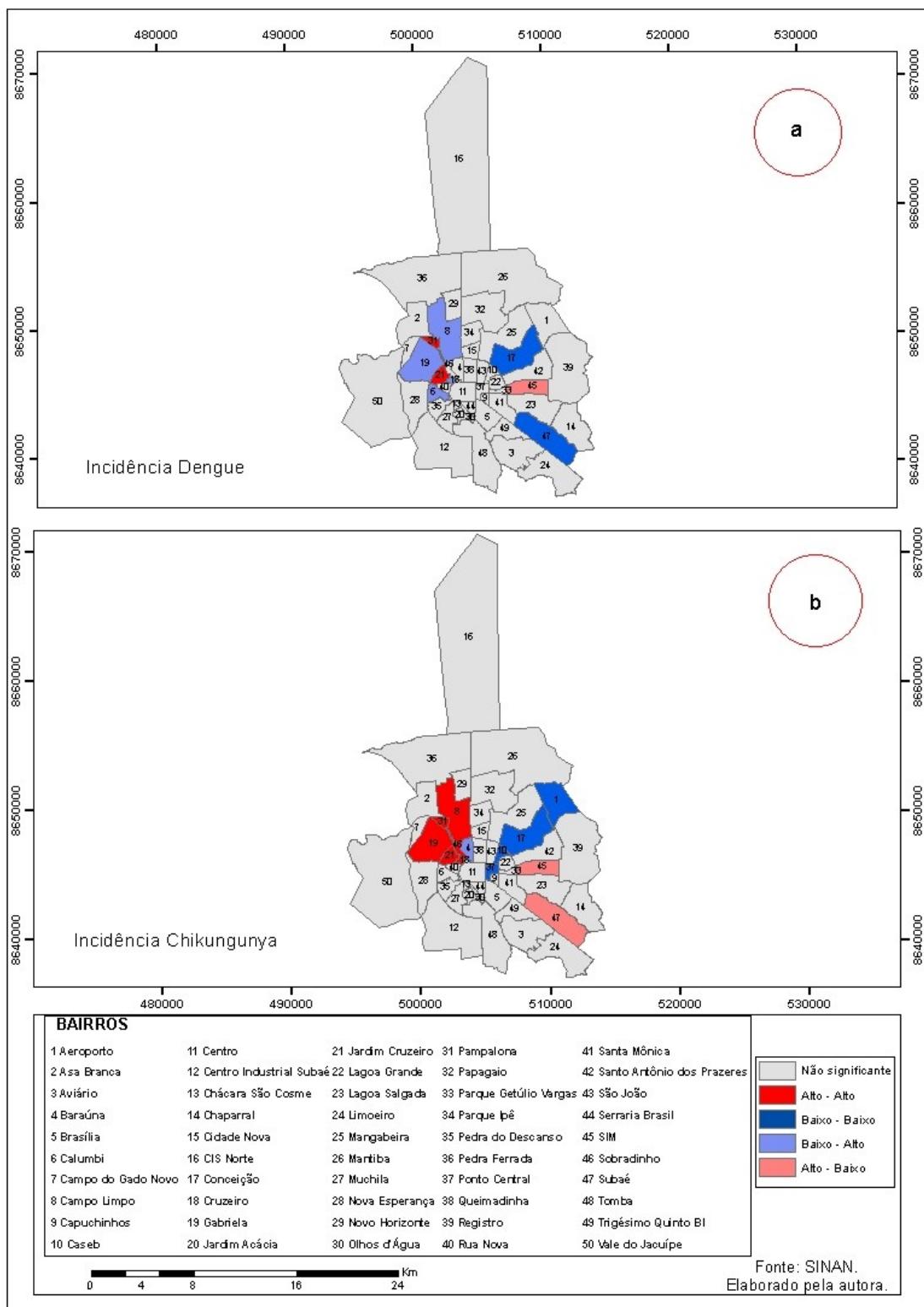


FIGURA 21: ÍNDICE LOCAL DE MORAN, (A) INCIDÊNCIA DE DENGUE E (B) INCIDÊNCIA DE CHIKUNGUNYA.

Pode-se observar na Figura 22 que poucos bairros, em relação ao número total de bairros, possuem autocorrelação local para a taxa de incidência, porém ocorre a repetição dos mesmos bairros nos cenários estudados, percebe-se a formação de *cluster* em 2014 e 2015 entre os bairros Campo Limpo, Gabriela, Pampalona e Asa Branca classificados com valores alto-alto e a formação de *outliers* entre os bairros Conceição, Caseb e Ponto Central. Também observa-se que os bairros permanecem com o mesmo tipo de autocorrelação com seus vizinhos.

Pode-se observar na figura 22-a, uma configuração de alto correlação espacial diferente das duas apresentadas anteriormente, o quadrante alto-alto, está localizado na região nordeste do município, sendo formado pelos bairros Mangabeira e Parque Ipê. Na região central identifica-se a formação do quadrante baixo-baixo (Centro, Brasília, Ponto Central e Olhos d'água). Os bairros Parque Getúlio Vargas e Registro são *outliers*, localizados no quadrante baixo-alto, apresentam taxas baixas e seus vizinhos taxas altas.

Na figura 22-b do índice local do LIRAA, observa-se a formação *cluster* entre os bairros Asa Branca, Campo Limpo, Pampalona, Gabriela, Jardim Cruzeiro e Sobradinho, que estão no quadrante alto-alto. O bairro Vale do Jacuípe apresenta taxas baixas e seus vizinhos taxas altas, sendo classificado como um *outlier*.

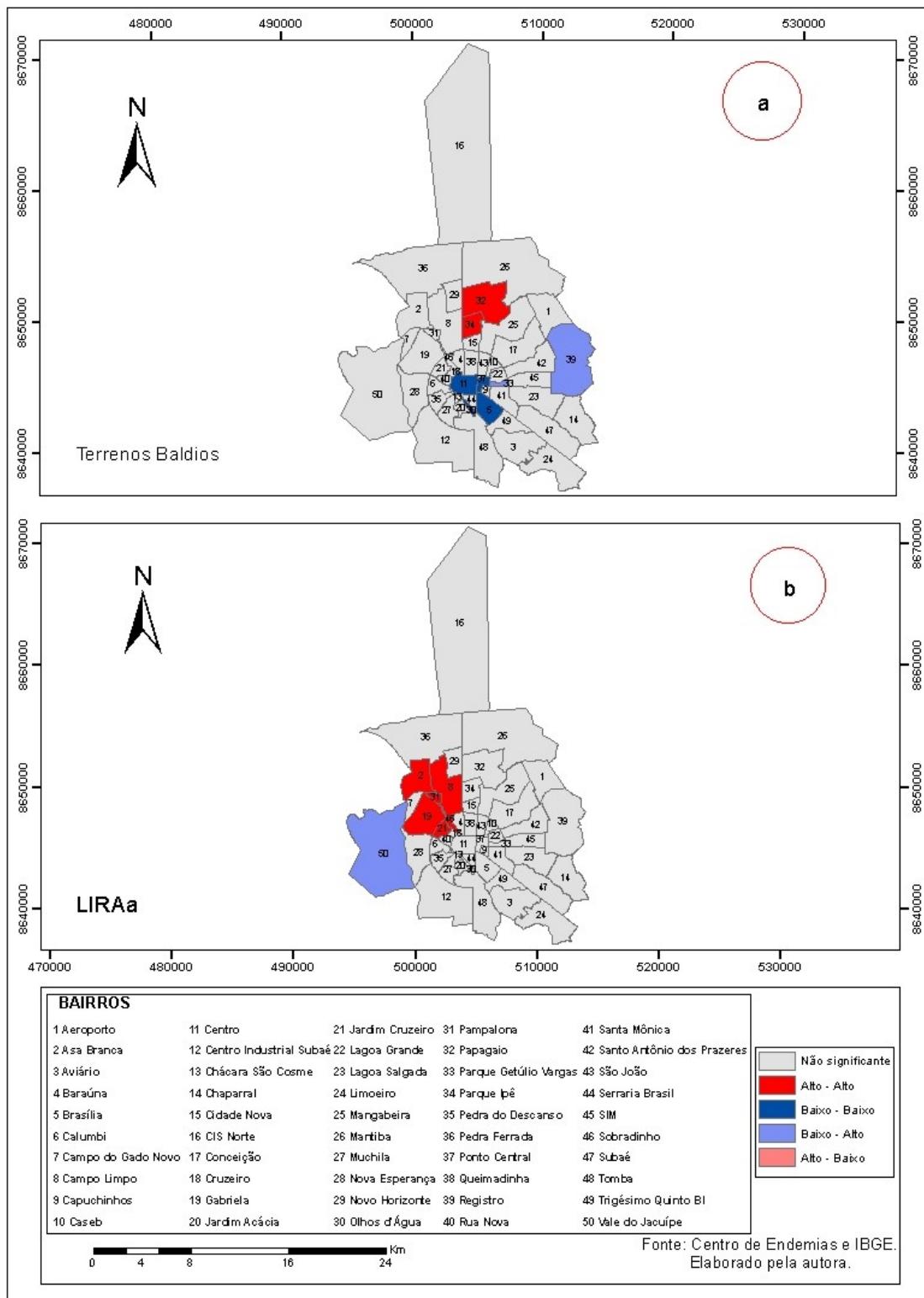
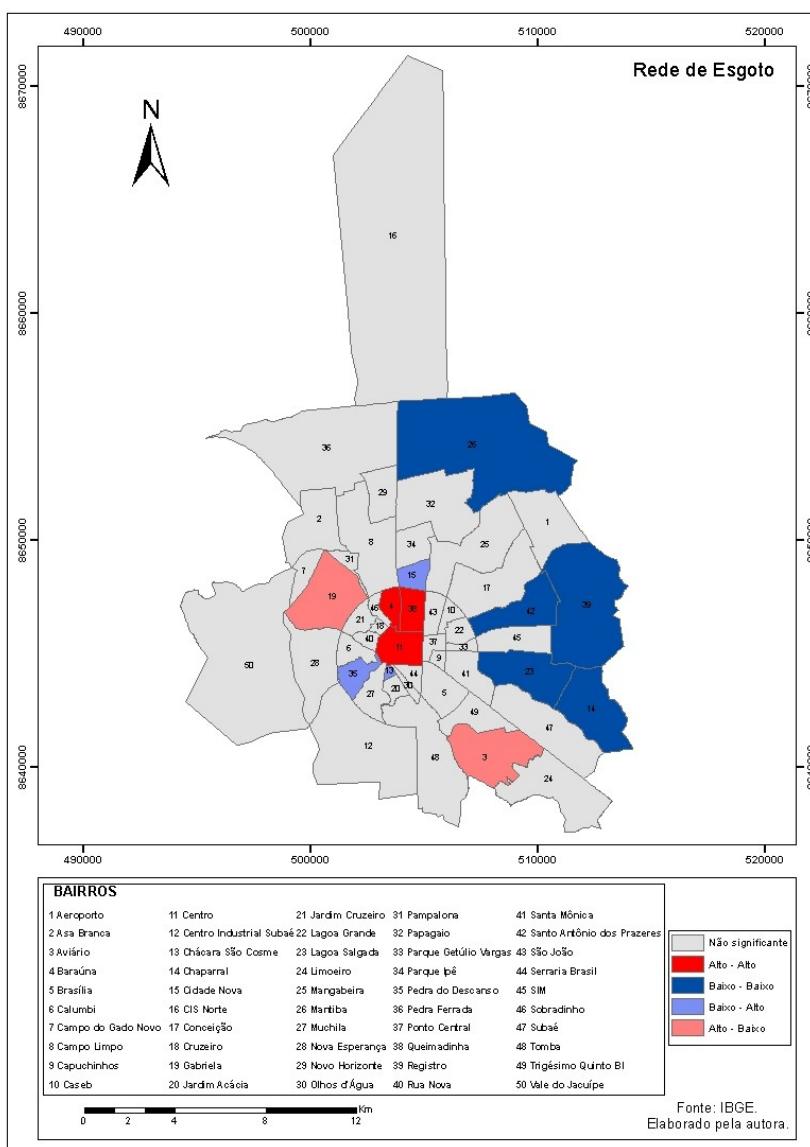


FIGURA 22: ÍNDICE LOCAL DE MORAN, (A) TERRENOS BALDIOS E (B) LIRAA.

O índice de Moran local para a variável rede de esgoto (Figura 23), apresentou um padrão de autocorrelação diferenciado em relação as demais variáveis. Como na área central existe uma taxa maior de domicílios ligados a rede de esgoto, notou-se a formação de *cluster* entre os bairros Queimadinha, Baraúna e centro com taxas alta-alta. A formação de cluster com taxas baixa-baixa foram formadas nas bordas das áreas nordeste e sudeste da cidade (Mantiba, Registro, Santo Antônio dos Prazeres, Chaparral e Lagoa Salgada), bairros periféricos pouco servido de esgotamento sanitário. Os bairros Aviário e Gabriela formaram *outliers* alto-baixo e os bairros Chácara São Cosme, Cidade Nova e Pedra do Descanso baixo-alta.



**FIGURA 23: ÍNDICE LOCAL DE MORAN DA VARIÁVEL REDE DE ESGOTO.**

A análise exploratória de dados espaciais é uma alternativa que auxilia na identificação da existência ou não de clusters num agrupamento de regiões próximas com valores semelhantes. A visualização dos mapas do índice de Moran local apontam uma tendência entre as variáveis de formação de *clusters* com taxas alta-alta, dos bairros localizados à oeste da área de estudo, e formação de *clusters* baixo-baixo à leste.

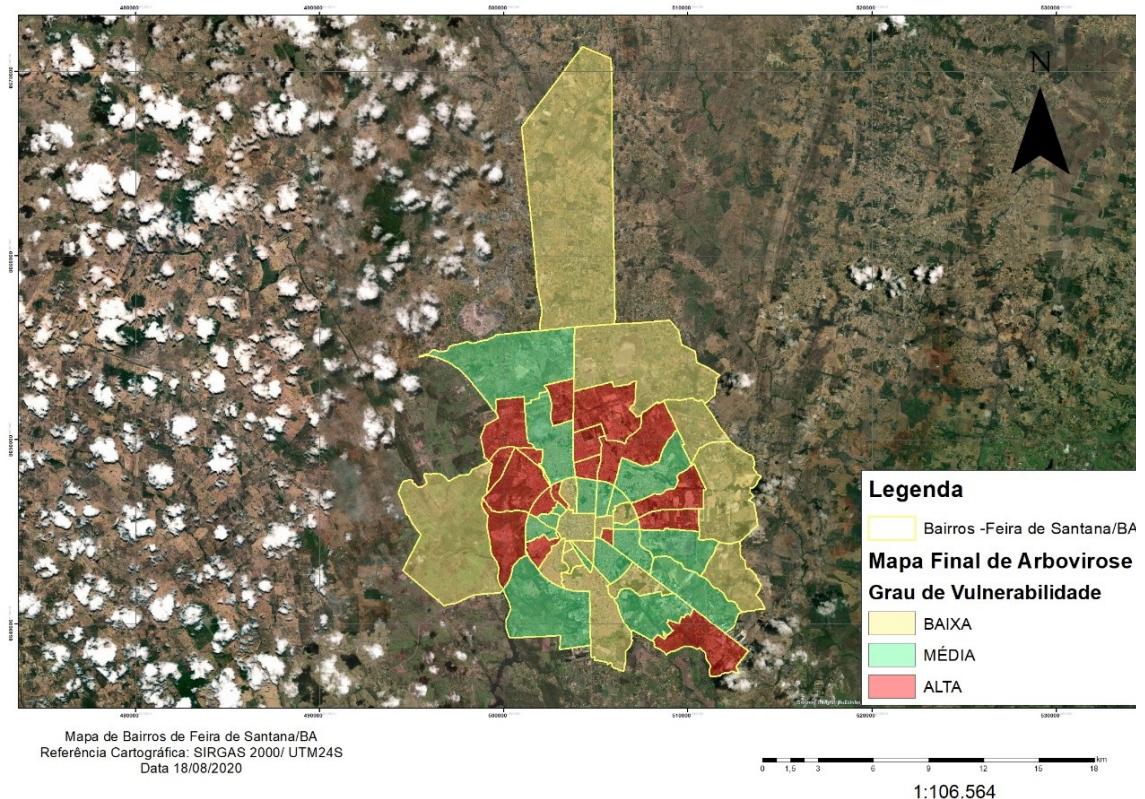
Ao comparar estes resultados àqueles encontrados por meio das espacializações das variáveis é possível verificar que as áreas com formação de clusters à oeste está associada as condições socioambientais desfavoráveis. Os *clusters* encontram-se nos mesmos bairros, apontando para estes locais como as áreas críticas para proliferação do vetor e disseminação da doença.

A área urbana de Feira de Santana é espacialmente e socialmente diversificada necessita de ações eficazes no que diz respeito às questões de saneamento básico, coleta seletiva e limpeza dos terrenos baldios. Esses problemas de infraestrutura tornam o município suscetível a grandes problemas em relação às doenças, como a dengue, zika e chikungunya.

#### **4.1 Modelo de Vulnerabilidade à tríplice arbovirose na cidade de Feira de Santana**

O resultado da álgebra de mapas gerou um dado com as variações referentes aos níveis de vulnerabilidade a tríplice arbovirose da área urbana da cidade de Feira de Santana (Figura 24). O índice de consistência obtido nesse modelo foi de 0,03, isso significa que o modelo apresenta autocorrelação entre os pesos aplicados, sentido e padrão. A razão de consistência foi de 0,03 que de acordo com Saaty (1991), não se enquadra na avaliação de nível de aleatoriedade que a ponderação apresenta.

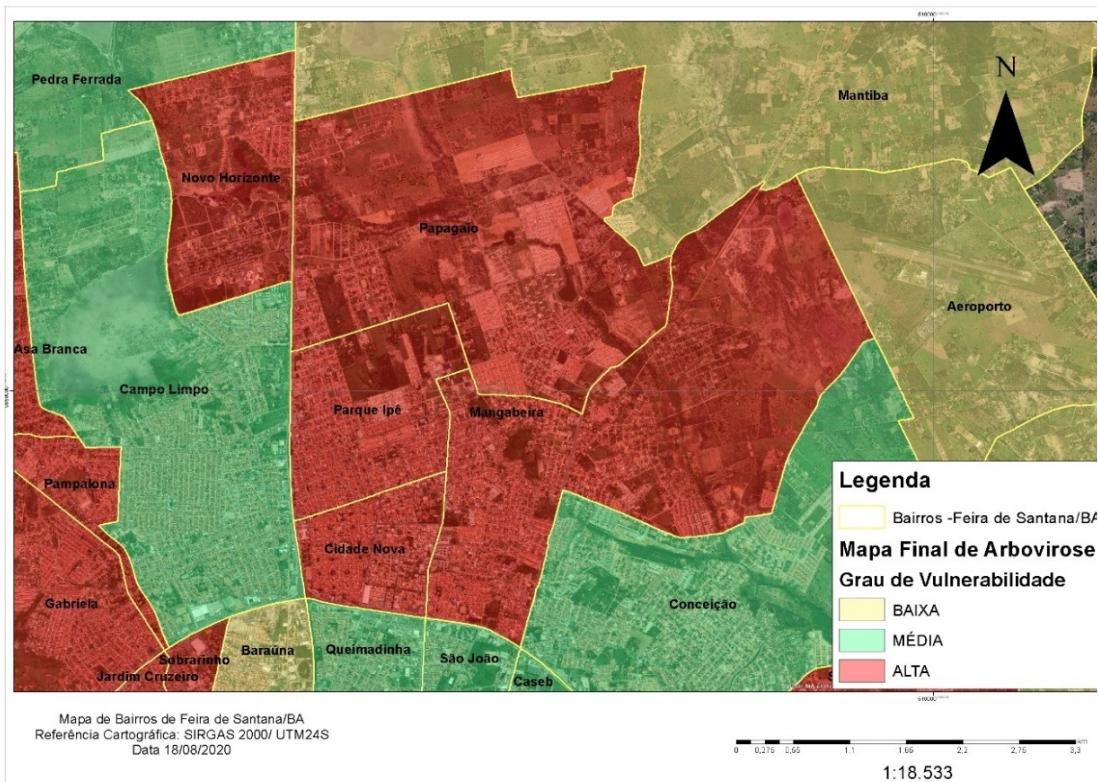
Os resultados obtidos com a elaboração do modelo, através da integração dos dados socioambientais e incidências das arboviroses, LIRAA e terrenos baldios apontam a concentração de alta vulnerabilidade nas áreas periféricas e baixa e média vulnerabilidade nas áreas centrais e adjacente. Os resultados encontrados serão analisados separadamente para melhor visualização dos padrões encontrados.



**FIGURA 24: MODELO DE VULNERABILIDADE À TRÍPLICE ARBOVIROSES NA CIDADE DE FEIRA DE SANTANA.**

FONTE:ELABORADO PELA AUTORA

Como primeira observação do resultado, foi percebido um padrão de agrupamento entre 5 bairros à nordeste do município (Figura 25). O bairro Mangabeira e Papagaio possuem um número elevado de terrenos baldios e os bairros Cidade Nova, Parque Ipê e Novo Horizonte apresentam altos valores de incidência de dengue, chikungunya, zika e LIRAA o que contribuiu para o alto índice de vulnerabilidade.

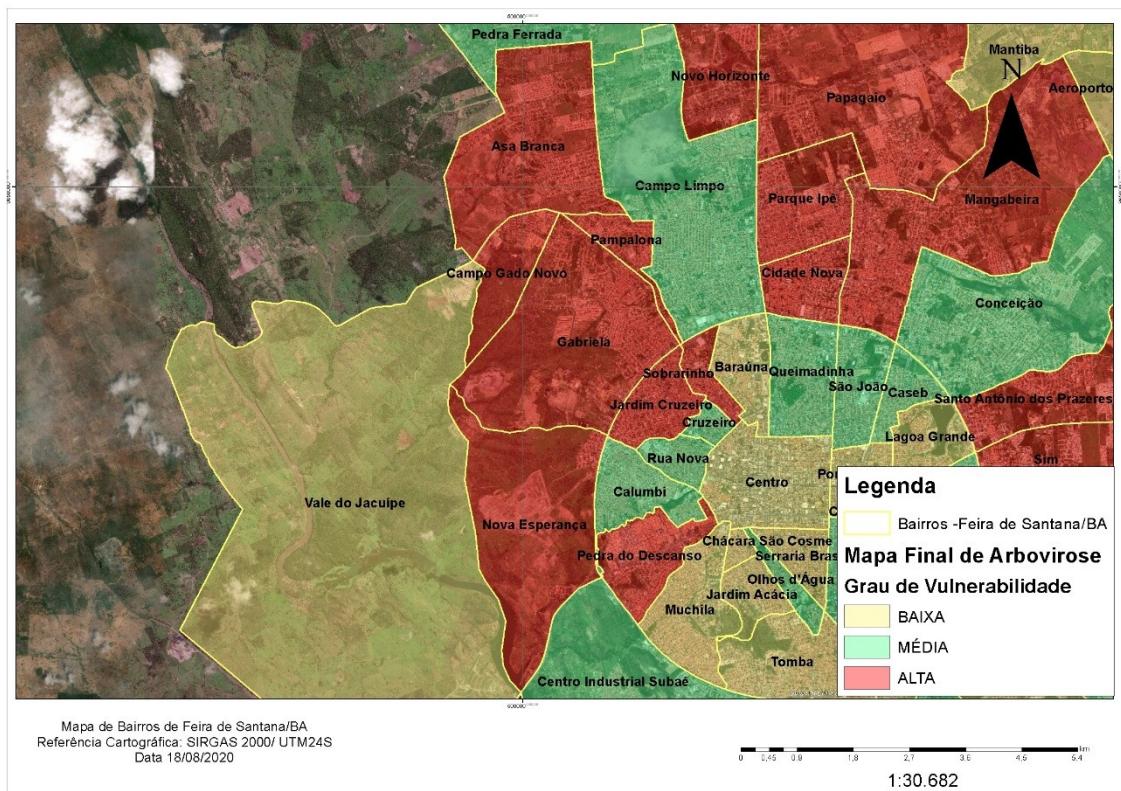


**FIGURA 25: :RECORTE DOS BAIRROS COM ALTA VULNERABILIDADE ÀS ARBOVIROSES (MANGABEIRA, PAPAGAIO, CIDADE NOVA, PARQUE IPÊ E NOVO HORIZONTE).**

FONTE:ELABORADO PELA AUTORA

Ao oeste do município, há evidência de outro padrão de agrupamento com classificação de vulnerabilidade alta, composta por 8 bairros, Sobradinho, Jardim Cruzeiro, Pampalona, Gabrilea, Pedra do Descanso, Asa Branca, Campo do Gado Novo e Nova Esperança (Figura 26). Nessa área, o cenário de alta vulnerabilidade aponta para os elevados índices de incidência de dengue nos bairros Sobradinho, Jardim Cruzeiro, Pampalona, Pedra do Descanso e Campo do Gado Novo, de chikungunya nos bairros Sobradinho e Pampalona, de zika nos bairros Sobradinho e Jardim Cruzeiro e de LIRAA no bairro Gabriela.

As variáveis distribuição de água, rede de esgoto e coleta de lixo apresentam valores muito baixos de normalização, o que indica bairros de baixo padrão, demonstrando que as áreas periféricas apresentam condições mais acentuadas de vulnerabilidade social. Queiroz et al. (2020), salienta que essas variáveis não explicam sozinhas a heterogeneidade da manifestação de arboviroses, mas são essenciais para a manutenção delas. O acesso limitado da população periférica à infraestrutura urbana os tornam mais suscetíveis e vulneráveis à ocorrência de arboviroses.

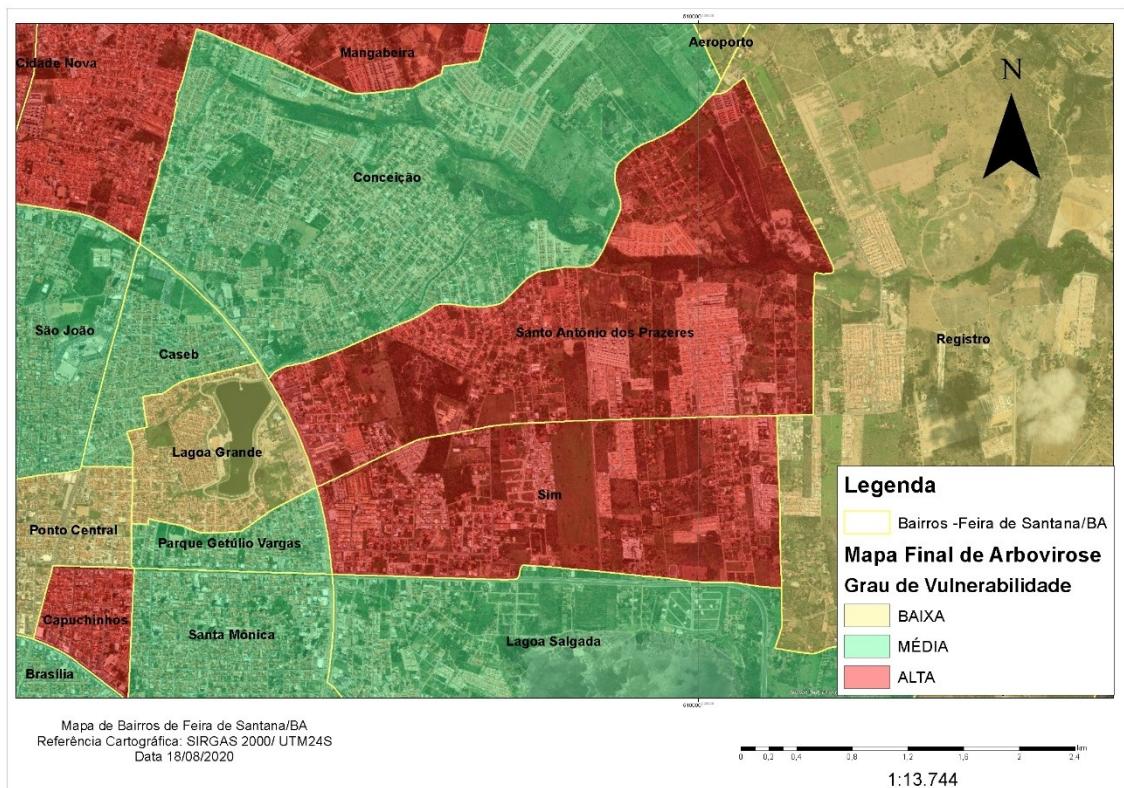


**FIGURA 26: RECORTE DOS BAIRROS COM ALTA VULNERABILIDADE A ARBOVIROSES (SOBRADINHO, JARDIM CRUZEIRO, PAMPALONA, GABRILEA, PEDRA DO DESCANSO, ASA BRANCA, CAMPO DO GADO NOVO E NOVA ESPERANÇA).**

FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.

Há dois bairros adjacentes que apresentaram altos valores de vulnerabilidade a arbovirose: Sim e Santo Antônio dos Prazeres (Figura 27). O alto índice de vulnerabilidade está associado as taxas de zika, quantitativo de terrenos baldios e LIRAA.

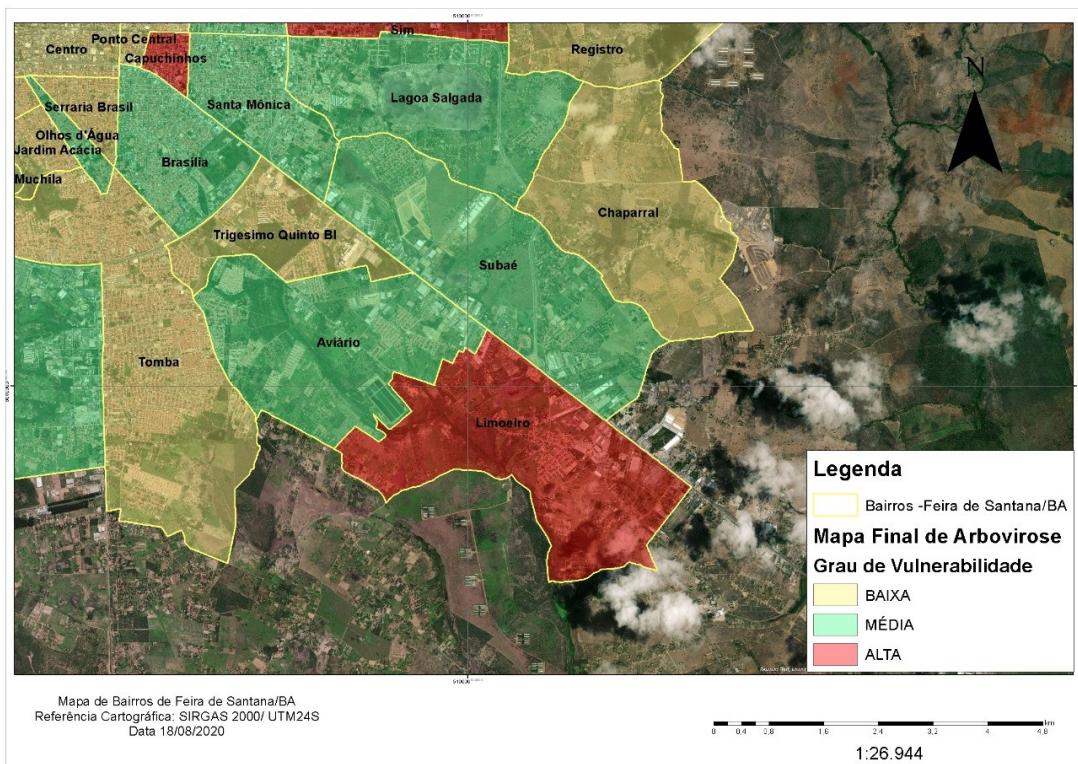
De acordo com Freitas (2013) os bairros SIM e Santo Antônio dos prazeres não possuíam nenhuma infraestrutura até o ano de 2008, eram constituídos de pequenas chácaras, nos últimos anos eles vem recebendo forte valorização financeira por conta da especulação imobiliária, com construções de condomínios em meio aos vazios urbanos, com inúmeros terrenos baldios reservados para usufruir rendas futuras. Nestes bairros é possível notar que os investimentos públicos são majoritariamente destinados a infraestrutura viária, pois os condôminos já possuem equipamentos urbanos e infraestrutura interna, sufocando a população de baixa renda que vivem nesses bairros. A concentração de terrenos baldios nesses bairros atrelados a ineficiência dos serviços de coleta seletiva e descarte inapropriado de lixo, contribuem para índices altos da variável normalizada LIRAA, o que ocasiona o aumento da circulação do vetor e a probabilidade de manifestação de arboviroses, incluindo esses bairros na classificação de alta vulnerabilidade.



**FIGURA 27: FIGURA 27:RECORTE DOS BAIRROS COM ALTA VULNERABILIDADE A ARBOVIROSES (SIM E SANTO ANTÔNIO DOS PRAZERES).**

FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.

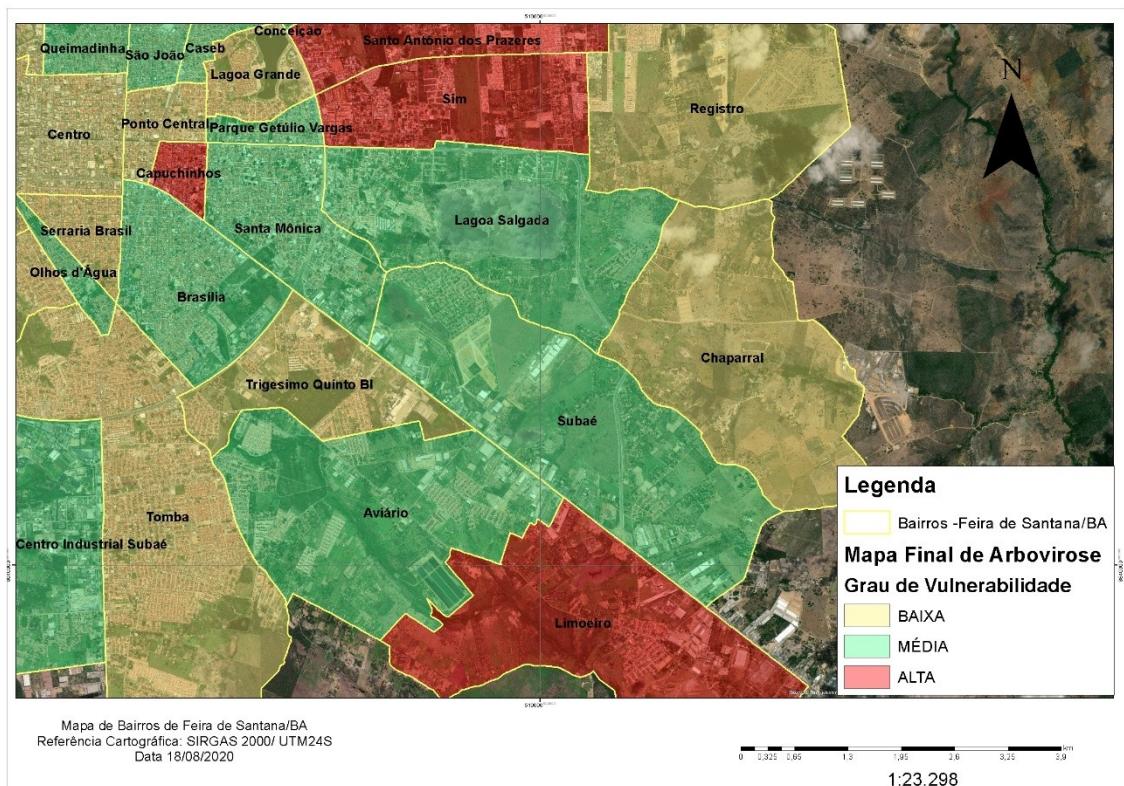
Os bairros Capuchinhos e Limoeiro (Figura 28) também estão inseridos entre as áreas de alto risco para a ocorrência de arboviroses, contudo estão rodeados por bairros que apresentam baixa e média vulnerabilidades, sendo classificados como *outliers* do modelo.



**FIGURA 28: RECORTE DOS BAIRROS COM ALTA VULNERABILIDADE A ARBOVIROSES (CAPUCHINHOS E LIMOEIRO).**

FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.

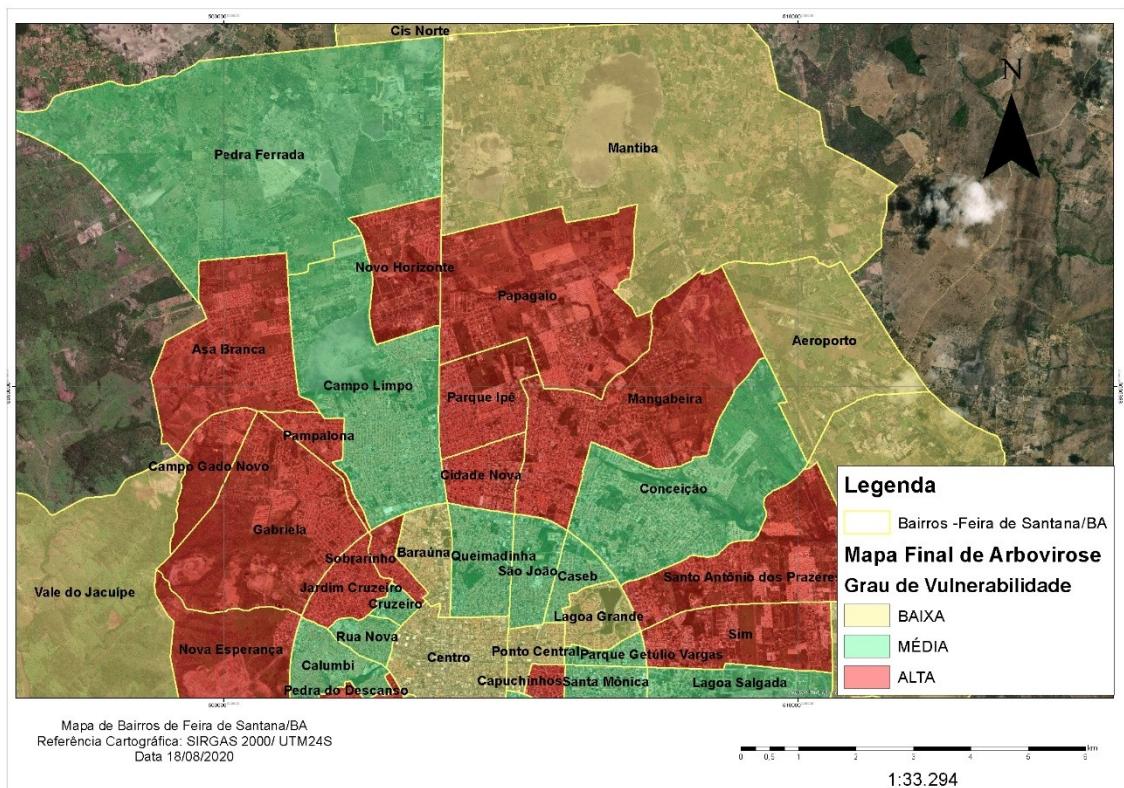
É possível identificar a formação de um agrupamento de médio grau de vulnerabilidade, entre os bairros localizados na área central e ao sudeste do município (Figura 29). Esse agrupamento é caracterizado pela heterogeneidade dos bairros que o compõem, observa-se a existência de bairros bem estruturados como a Santa Mônica, Brasília, Olhos d'Água e Parque Getúlio Vargas e de bairros como Lagoa Salgada, Aviário e Subaé que ainda apresentam deficiências na infraestrutura urbana e um crescimento demográfico acentuado. Buffon (2018) constatou que as áreas desprovidas de infraestrutura adequada são mais vulneráveis. Observa-se que a formação desse agrupamento está atrelada aos valores do índice de vulnerabilidade LIRAA.



**FIGURA 29: BAIRROS COM MÉDIA VULNERABILIDADE A ARBOVIROSES (SANTA MÔNICA, BRASÍLIA, OLHOS D'ÁGUA, PARQUE GETÚLIO VARGAS, LAGOA SALGADA, AVIÁRIO E SUBAÉ).**

FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.

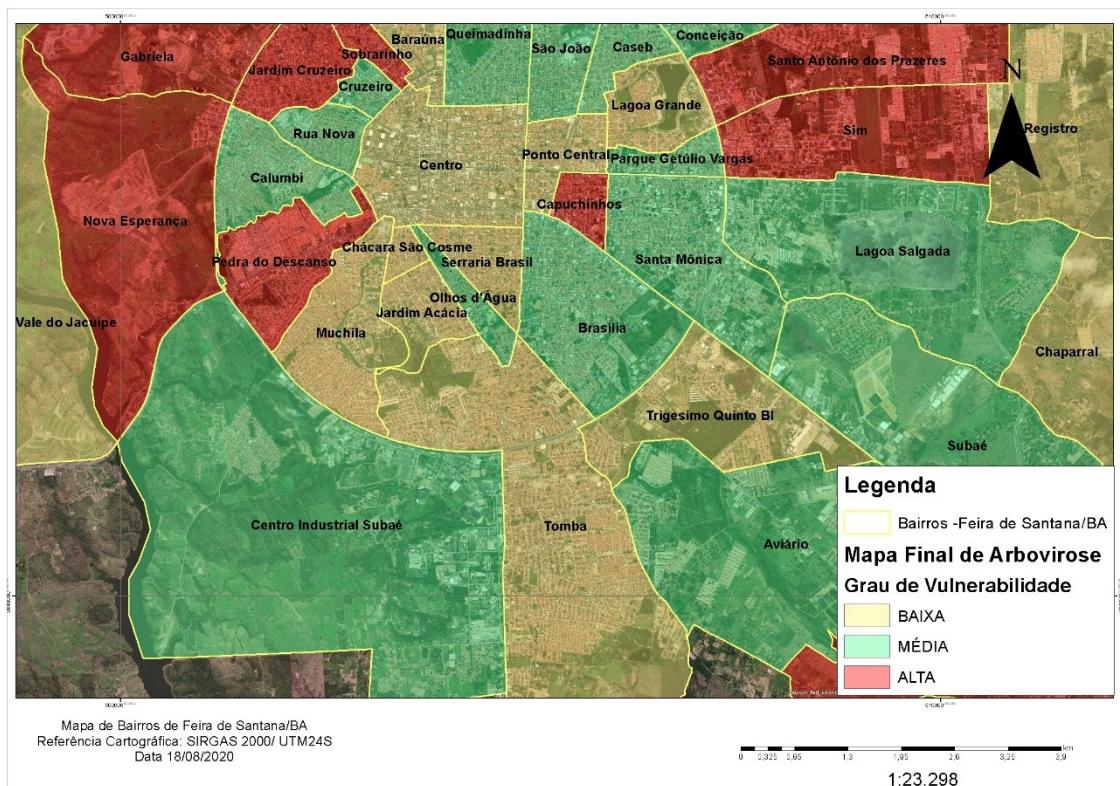
Nota-se também a formação de um agrupamento de média vulnerabilidade entre os bairros da área central da cidade, São João, Caseb e Queimadinha e o bairro Conceição localizado ao nordeste. Próximo a esse agrupamento tem dois bairros adjacentes, Campo Limpo e Pedra Ferrada que também se enquadram no grau de média vulnerabilidade (Figura 30). Os dois agrupamentos apresentam valores altos para a variável LIRAA e população. De acordo com Almeida *et al.* (2018) a alta concentração populacional aumenta a probabilidade da existência de possíveis hospedeiros, tendo em vista que o Aedes Aegypti é o vetor transmissor das arboviroses e o ser humano o hospedeiro desses vírus. Nesses bairros o vetor encontra condições favoráveis para sua proliferação, ambiente para seu desenvolvimento e hospedeiros para disseminação do vírus.



**FIGURA 30: RECORTE DOS BAIRROS COM MÉDIA VULNERABILIDADE A ARBOVIROSES (SÃO JOÃO, CASEB, QUEIMADINHA, CONCEIÇÃO, CAMPO LIMPO E PEDRA FERRADA).**

FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.

A Figura 31 apresenta o agrupamento de média vulnerabilidade, formado pelos bairros centrais Cruzeiro, Rua Nova e Calumbi (Figura 31). Mesmo apresentando infraestrutura adequada esses bairros enquadram-se no grau de média vulnerabilidade, esse inclusão está associada ao índice da variável LIRAA atrelada aos índices de incidência das arboviroses. O bairro Centro Industrial do Subaé apresenta características semelhantes aos bairros desse agrupamento e está classificado no grau de média vulnerabilidade para ocorrência de arboviroses.

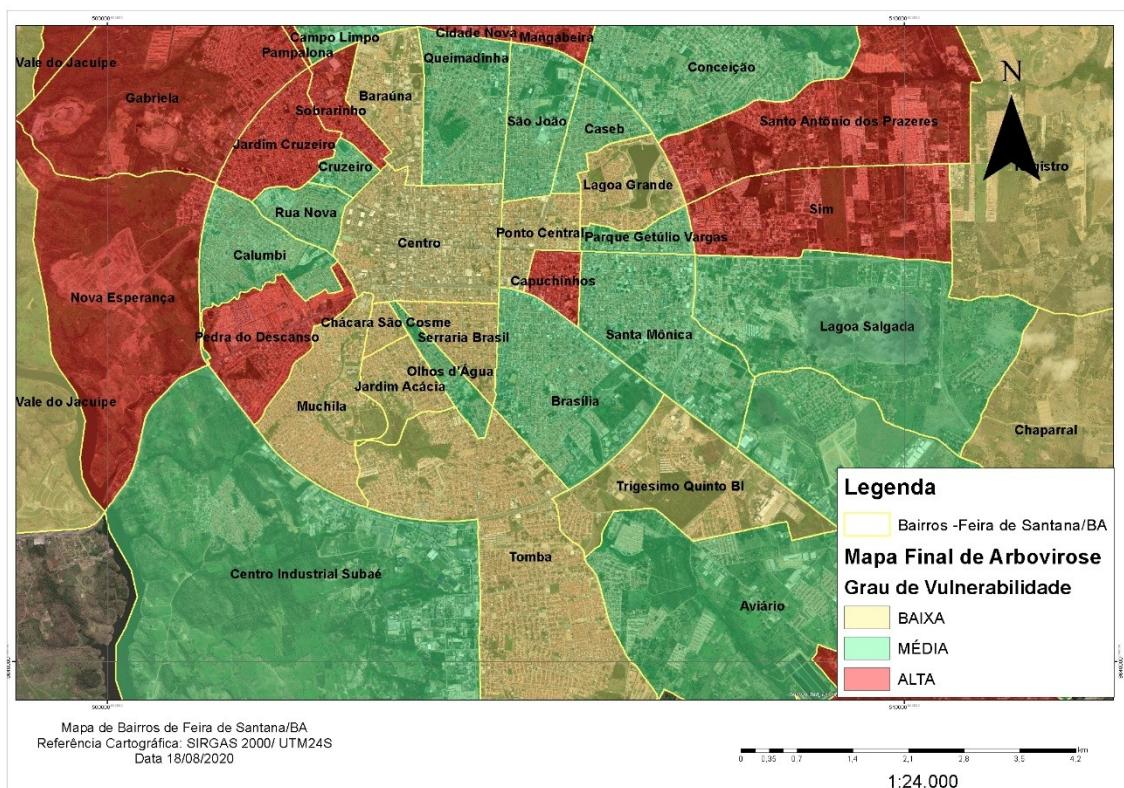


**FIGURA 31: RECORTE DOS BAIRROS COM MÉDIA VULNERABILIDADE A ARBOVIROSES (CRUZEIRO, RUA NOVA, CALUMBI E CENTRO INDUSTRIAL DO SUBAÉ).**

FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.

Em relação aos bairros que apresentaram baixa vulnerabilidade, destaca-se a formação de dois agrupamentos. O primeiro formado pelos bairros Jardim Acácia, Muchila, Chácara São Cosme, Serraria Brasil, Centro, Ponto Central, Baraúna, Lagoa Grande, Trigésimo quinto BI e Tomba, localizados na área central e sul da cidade, locais valorizados e providos de infraestrutura urbana (Figura 32).

Os bairros desse agrupamento, apresentaram baixos valores para as variáveis terrenos baldios, incidência de dengue, zika, chikungunya e LIRAA e altos índices para as variáveis abastecimento de água, coleta de lixo e rede de esgoto. A combinação desses índices determinaram a inclusão desses bairros na classe de baixa vulnerabilidade.

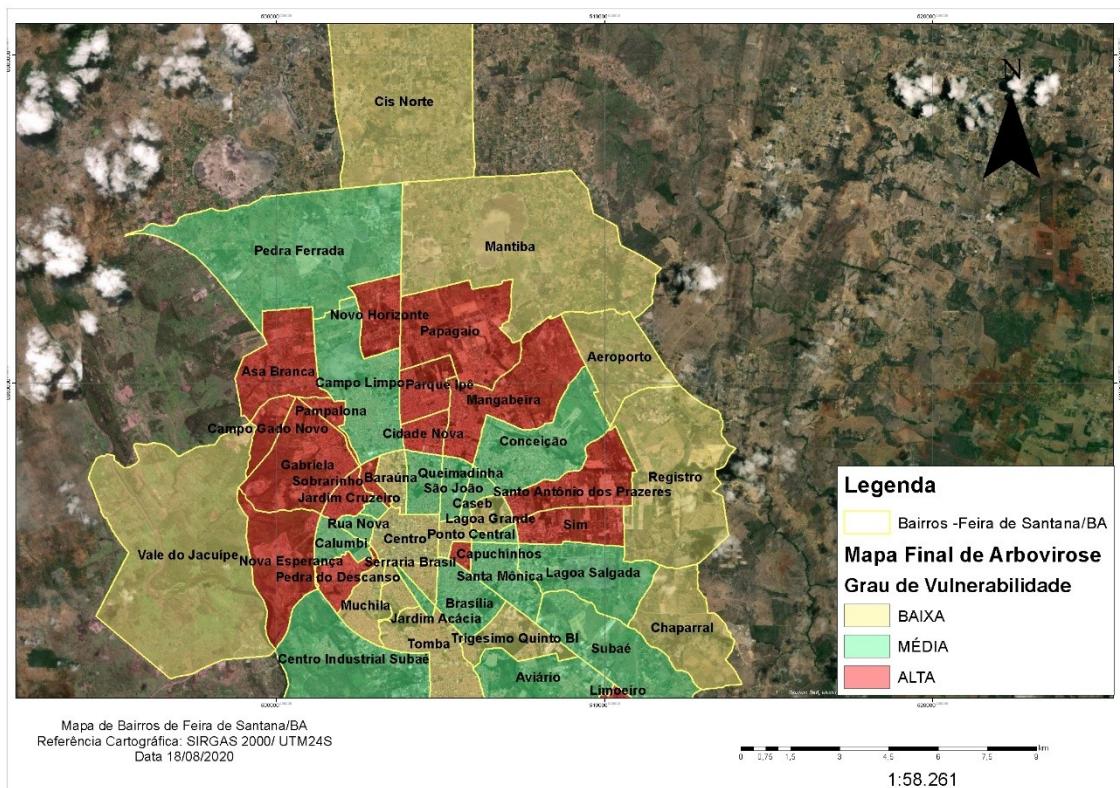


**FIGURA 32: RECORTE DOS BAIRROS COM BAIXA VULNERABILIDADE A ARBOVIROSES (JARDIM ACÁCIA, MUCHILA, CHÁCARA SÃO COSME, SERRARIA BRASIL, CENTRO, PONTO CENTRAL, BARAÚNA, LAGOA GRANDE, TRIGÉSIMO QUINTO BI E TOMBA).**

FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.

O segundo agrupamento de baixa vulnerabilidade é formado por: Chaparral, Registro, Mantiba, CIS Norte e Aeroporto, bairros que não apresentam infraestrutura adequada, mas apresentam um pequeno número de imóveis e habitantes em relação aos outros bairros, fruto da ocupação urbana recente, esses fatores atrelados a baixa incidência das arboviroses contribuem para a classificação desses bairros no grau de baixa vulnerabilidade, como pode ser observado na Figura 33.

Contudo, é válido ressaltar que os bairros desse agrupamento de baixa vulnerabilidade apresentaram valores zerados para índices de normalização de incidências, com exceção do bairro Mantiba, o que contribuiu pra inclusão desses bairros nessa classe. As taxas zeradas nem sempre indicam ausência de arboviroses nesses bairros, é necessário constatar se houve subnotificação dos dados.



**FIGURA 33: RECORTE DOS BAIRROS COM MÉDIA VULNERABILIDADE A ARBOVIROSES (CHAPARRAL, REGISTRO, MANTIBA, CIS NORTE E AEROPORTO).**

FONTE: ELABORADO PELA AUTORA.

Entre os 50 bairros analisados, 34% apresentaram alto grau de vulnerabilidade, 34% médio grau de vulnerabilidade e 32% baixo grau de vulnerabilidade. Constatou-se que os bairros periféricos com infraestrutura inadequada se enquadram no grau de alta vulnerabilidade e os bairros centrais e pouco povoado no grau de média e baixa vulnerabilidade. Entre os agrupamentos formados confirma-se que as áreas localizadas a oeste e nordeste da cidade apresentam as maiores concentrações de bairros com alto grau de vulnerabilidade, e os bairros da áreas centrais e adjacentes apresentam baixo e médio grau de vulnerabilidade.

A representação cartográfica aqui apresentada, facilitou a leitura da relação estabelecida entre a ocorrência de arboviroses e as variáveis socioambientais, apresentando os bairros mais vulneráveis a ocorrência da tríplice arboviroses em Feira de Santana. Este estudo é relevante, pois pode ser atualizado para representar o cenário atual de vulnerabilidade da cidade.

## **5 Considerações finais**

O uso de metodologias em análises espaciais de indicadores em saúde, é uma alternativa que contribui para melhoria das ações em saúde, através da constatação da existência de áreas mais vulneráveis para a ocorrência de doenças, o que favorece a tomada de decisões mais eficientes no enfrentamento das mesmas.

O controle realizado de maneira diferenciada nas áreas de risco associado a investimentos em infraestrutura urbana, pode se tornar uma excelente estratégia na diminuição de proliferação do vetor, pois atualmente, o controle das arboviroses é realizado considerando-se o município como um todo, com uma única estratégia de controle, expressando a necessidade de efetuar análises sobre as especificidades dos territórios que compõem a cidade.

A integração dos dados das variáveis socioambientais aos dados de incidências das arboviroses da cidade de Feira de Santana possibilitou o detalhamento das condições que favorecem à existência de áreas vulneráveis a ocorrência de arboviroses.

Este estudo identificou a existência da ineficiência dos serviços de saneamento básico (rede de esgoto e abastecimento de água) nos bairros periféricos da cidade de Feira de Santana. Serviços esses considerados essenciais não só para frear a proliferação de doenças endêmicas, mas para proporcionar qualidade de vida para a população. A existência também de uma grande quantidade de terrenos baldios nos bairros periféricos associada ao ineficiente serviço de coleta de resíduos sólidos influencia na manutenção das arboviroses. A análise detalhada da vulnerabilidade socioambiental, confirmou que as áreas periféricas, são as mais susceptíveis à ocorrência de arboviroses.

A condição de alta vulnerabilidade identificada nos bairros periféricos está associada a ineficiência dos serviços de infraestrutura urbana, contudo os hábitos da população, como descarte de matérias sólidas em terrenos baldios e o acúmulo de água de maneira inadequada, contribuem de maneira significativa para a manutenção dessa condição. Tanto o poder público como a população devem compreender que as condições de saúde estão interligadas as condições do ambiente, contudo cabe ao primeiro planejar e executar ações que viabilize melhores condições de vida à população.

A distribuição espacial da taxa de incidência das arboviroses em Feira de Santana, para os anos de 2014 a 2017, não ocorreu de forma aleatória, as maiores taxas foram registradas nas áreas localizadas ao oeste e nordeste da cidade. Em termos de

dependência espacial, constatou-se autocorrelação espacial positiva e significativa para cinco variáveis analisadas com base no índice de Moran global. A autocorrelação local possibilitou a visualização de formação de *clusters* na área nordeste e oeste da cidade.

Os *clusters* das variáveis analisadas ocorreram nos mesmos bairros identificados no modelo de vulnerabilidade socioambiental como áreas de risco para a ocorrência das arboviroses. Contudo, como algumas variáveis do estudo oscilam no decorrer do tempo, estudos posteriores tornam-se necessários para identificar possíveis modificações no padrão de risco de ocorrência das arboviroses na cidade.

A comparação entre os bairros e centrais e periféricos confirmam que as condições socioambientais desempenham um importante papel na contingência de arboviroses e demonstram a concentração de investimentos públicos em áreas específicas e privilegiadas, expondo a necessidade da descentralização desses investimentos, que devem ser prioritários nas áreas vulneráveis.

O uso do SIG através da representação cartográfica dos dados analisados possibilitou a visualização e leitura dos resultados de maneira comprehensível, facilitando a interpretação da dependência estabelecida entre as variáveis analisadas. A viabilidade da utilização dessa ferramenta está atrelada ao baixo custo financeiro da mesma e a possibilidade de demonstrar os diferentes cenários existentes na cidade a partir de dados disponibilizados gratuitamente. Além disso, o banco de dados pode ser atualizado para representar o cenário atual de vulnerabilidade da cidade. O SIG é uma importante ferramenta na análise temporal e espacial das especificidades existentes nas cidades, sendo considerada uma base a ser consultada na tomada de decisão por parte do poder público.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S. de et al. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. **Rev. Saúde Pública** 2009;43(4):666-73.
- ALMEIDA, C. A. P.; SILVA, R. M. Análise da ocorrência dos casos de dengue e sua relação com as condições socioambientais em espaços urbanos: os casos de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, no estado da paraíba – brasil. **Hygeia** 14 (27): 56 - 79, Março/2018.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Vacina da dengue:** qual é a recomendação. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 12 Jun. 2019.
- BARBOSA, I. R.; SILVA, L. P. DA. Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da dengue no município de Natal-RN. **Revista Ciência Plural**, v. 1, n. 3, p. 62-75, 2 fev. 2016.
- BARCELLOS C., PUSTAI A. K., WEBER M.A., BRITO M. R. V. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. **Rev Soc Bras Med Trop.** 2005;38(3):246-50.
- BARCELLOS, C; MONTEIRO, A; GURGEL, C; CARVALHO, M; ARTAXO, P; HACON, S; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde** v.18 n.3 Brasília set. 2009.
- BARROS, L. C. BASSANEZI, R. C. **Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática.** Vol. 5 of Coleção Textos Didáticos. IMECC–UNICAMP, 2010.
- BATES, M. The natural history of mosquitoes. The Macmillan Company, NY, 379, 1949.
- BRASIL. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. **Relatório da Reunião internacional para implementação de alternativas para o controle do Aedes aegypti no Brasil.** Boletim Epidemiológico. 2016.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das doenças transmissíveis. **Levantamento Rápido de Índices para Aedes Aegypti (LIRAA) para vigilância entomológica do AEDES Aegypti no Brasil: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes.** Brasília: Ministério da Saúde, 2013.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de dengue.** Brasília: Ministério da Saúde, 2009.
- BUFFON, E. A. M. **A leptospirose humana no au-rmc (aglomerado urbano da região metropolitana de curitiba/pr) – risco e vulnerabilidade socioambiental.** Curitiba, 2016.

BUFFON, E. A. M. Vulnerabilidade socioambiental à leptospirose humana no aglomerado urbano metropolitano de Curitiba, Paraná, Brasil: proposta metodológica a partir da análise multicritério e álgebra de mapas. **Saude soc.**, Jun 2018, vol.27, no.2, p.588-604. ISSN 0104-1290

CARVALHO, M. S., PINA, M. F., SANTOS, S. M. **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde**. Editora: Organização Panamericana da Saúde – Representação Brasil, Ministério da Saúde, 2000.

CARVALHO, M. S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**. V.21, n.2, p. 361-378, 2005.

CERQUEIRA, J. de J. **Valorização do espaço urbano em Feira de Santana: expansão urbana e distribuição dos investimentos públicos municipal em infraestrutura (2002-2015)**. / Jorge de Jesus Cerqueira. Feira de Santana, 2017. 159f.: il.

COELHO, M. C. N. **Impactos Ambientais em Áreas Urbanas**, In: Guerra, A. J. Teixeira et al; Impactos Ambientais Urbanos no Brasil, Rio de Janeiro; Ed. Bertrand Brasil, 2006.

CONSOLI, R. A.G.B.; OLIVEIRA, Ricardo Lourenço de. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994. 228p.

COSTA, E. D. da. **Desenvolvimento de aplicação computacional para detecção e contagem de ovos do aedes aegypti utilizando processamento digital de imagens e lógica fuzzy**. 2017. 54 f. Monografia (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2017.

CUNHA, R. V.; MARTÍNEZ, E. Manejo clínico do paciente com dengue. In: VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; CUNHA, R. V. **Dengue: teorias e práticas**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2015.

CRUZ, J. E. B. **Distribuição espacial do Aedes aegypti por distrito sanitário- DS-** e sua relação com os problemas socioambientais em Salvador, no período de 2006 a 2009. Salvador, 2011. <[www.bdtd.ufba.br/](http://www.bdtd.ufba.br/)>. Acesso: 12 de dezembro de 2018.

CZERESNIA, D.; RIBEIRO, A. M. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 16(3): 595-617, jul-set, 2000.

Donalísio MR. **O dengue no espaço habitado**. São Paulo: Hucitec: 1999.

DONALÍSIO, M. R.; GLASSER, C. M. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. **Rev. Bras. Epidemiol**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 259-72, 2002.

DUFFY, M. R. et al. Zika vírus outbreakon Ya pIsland, Federat ed Statesof Micronesia. **N Engl J Med.**, v. 360, n. 24, p. 2536-43, 2009.

EIRAS, A. E. Culicídeos. In: NEVES, D.P. (Org.); DE MELO, A. L., VITOR, R. W. A.; LINARDI, P.M. **Parasitologia Humana**. 11<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Atheneu. 2005.

ESTEVE, J.; BENHAMOU, E.; RAYMOND, L. **Descriptive epidemiology. International Agency for Researchon Cancer Scientific Publications**. Lyon, 1994.

FARES, R. C. G.; SOUZA, K. P. R.; AÑEZ, G.; RIOS, M. Epidemiological scenario of dengue in **Brazil**. Biomed Research International, v. 2015, 2015. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/321873/cta/>>. Acesso em: 31 maio. 2019.

FARIA, R. M.; BORTOLOZZI, A. **Espaço, território e saúde**: contribuições de Milton Santos para o tema da Geografia da saúde no Brasil. Curitiba, n. 17, p. 31-41, 2009. Editora UFPR.

FARIA, R. M.; BARTOLOZZI, A. **Planejamento territorial dos serviços da atenção primária à saúde no Sistema Único de Saúde (SUS): criar territórios para os serviços ou Adaptar os serviços aos territórios**. In: SAQUET, M. A. Estudos territoriais na ciência geográfica. Editora outras expressões, 2013.

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

FEITOSA, F. R. S.; SOBRAL, I. S.; SILVA, M. S. F.; GOIS, D. V. Indicadores de sustentabilidade ambiental para controle do Aedes Aegypti em Aracaju/SE. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.09, n.05 (2016) 1574-1590.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à análise espacial: teoria, técnicas e exemplos para o geoprocessamento**. São Paulo: Unesp, 2014.

FREITAS, N. B. **O Descoroamento da princesa do sertão; de “chão” a território, o “vazio” no processo da valorização do espaço** / Nacelice Barbosa Freitas; orientadora Alexandrina Luz Conceição – São Cristóvão, 2014. 415 f. : il.

FORMAN, E. H.; SELLY, M. A. (2002). **Decision by objectives: Howto convince other sthat you are right. Singapore**: World Scientific. 402 p. Recuperado em 25 de outubro de 2012, de <http://professorforman.com/ Decision By Objectives/Chapter1.PDF>.

Fundação Nacional de Saúde. **Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue**. Brasília: Funasa; 2001.

Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD)**. Brasília: Funasa; 2002.

GABRIEL, A. F. B.; ABE, K. C.; GUIMARÃES, M. P.; MIRAGLIA, S. G. Avaliação de impacto à saúde da incidência de dengue associada à pluviosidade no município de

GITHEKO, A. K. et al. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. **Bull World Health Organization**, Geneva (Switzerland), v. 78, n. 9, p. 1136-47, 2000.

GLASS, G. E. Spatial Aspects of Epidemiology: The Interface with Medical Geography. **Epidemiol Rev**. 2000;22(1):136-139.

GOMES, E. C. S. **Conceitos e ferramentas da epidemiologia**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2015.

GOMES, A. C. Vigilância entomológica. **Informe Epidemiológico SUS**. V. 11, n. 2, 79-90, 2002.

GOMES, A. F. **Análise espacial e temporal da relação entre dengue e variáveis metereológicas na cidade do Rio de Janeiro no período de 2001 a 2009**. 2011. 49 f. Dissertação (Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

**GOIÂNIA. Informe dengue, chikungunya, zika e microcefalia relacionada à infecção pelo vírus zika**. Edição nº 332. Secretaria Municipal de Saúde. Goiânia, 2016b. Disponível em: <[http://www.saude.goiania.go.gov.br/docs/divulgacao/Informe\\_Semanal\\_Den,\\_Chik,\\_Zika,\\_Micro\\_22\\_06\\_2016.pdf](http://www.saude.goiania.go.gov.br/docs/divulgacao/Informe_Semanal_Den,_Chik,_Zika,_Micro_22_06_2016.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2018

GRAD, G.; CARON, M.; MOMBO, I. M.; NKOGHE, D.; ONDO, S. M.; JIOLLE, D.; FONTENILLE, D.; PAUPY, G.; LEROY, E. M. Zika virus in Gabon (Central Africa) – 2007: a new threat from Aedes albopictus? **Plos Neglected Tropical Disease**, v. 8, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0002681>>. Acesso em: 12 jan. 2019.

GUBLER, D. J. Epidemic dengue / dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. **Trends in microbiology**, v. 10, n. 2, p. 100-103, 2002.

IBGE. População de Feira de Santana. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 18 de agosto. 2018

INSTITUTO BUTATAN. Disponível em: <[butantan.gov.br/soros-e-vacinas/vacinas](http://butantan.gov.br/soros-e-vacinas/vacinas)>. Acesso em: 10 jun. 2019.

IOSS, S. et al. **Current Zika vírus epidemiology and recent epidemics**. Med. Mal Infect, v. 44, n.7, p. 302-307, 2014.

LOCH, R. E. N., **Cartografia**: Representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Löwy I. **Representing and intervening in public health: viruses, mosquitos and Rockefeller Foundation experts in Brazil.** História, Ciências, Saúde Manguinhos, 1999; 5 (3): 647-677.

LUNA, E. J. A. A emergência das doenças emergentes e as doenças infecciosas emergentes e reemergentes no Brasil. **Rev. Bras. Epidemiol.**, v. 5, n. 3, 2002.

LUNARDON, K. A. F. Aplicação da análise multicritério para espacialização de condicionantes de focos de aedes aegypti em Curitiba/PR. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 13, n. 26, p. 87 - 97, 7 dez. 2017.

MACHADO, J. P.; OLIVEIRA, R. M. de; SOUZA, S. R. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública** [online]. 2009, vol.25, n.5, pp.1025-1034. ISSN 1678-4464.

MALCZEWSKI, J. **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. John Wiley& Sons, New York. 1999.

MALCZEWSKI, J. **GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview**. Progress in planning, 62(1), 3-65, 2004.

MARINS, L. R.; PEIXOTO, M. S. **Dengue, chikungunya ou zika: uma proposta de diagnóstico médico por meio de relações fuzzy**. DFQM, Universidade Federal de São Carlos, 18052-780, Sorocaba/SP, 2016.

MELO, D. P. O. **Análise espacial e temporal da distribuição de casos de dengue e do monitoramento de Aeds aegypti (DipteraCulicidae) em duas regiões de Belo Horizonte (MG): influências das variáveis climáticas e das intervenções para controle do vetor.** <[www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)>. Acesso: 15 de maio de 2019.

MENDONÇA, F. A. **Geografia e Meio Ambiente**. 1 ed. São Paulo: Contexto, 1993.

MENDONÇA, F. A. Geografia Socioambiental. In: MENDONÇA, F. & KOZEL, S. **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002.

MENDONÇA, F. A. **Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade**. In MENDONÇA, F. Impactos Socioambientais Urbanos, Curitiba, Ed. UFPR, 2004.

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

MENDONÇA, F.A; SOUZA, A.V; DUTRA, D. A. Saúde Pública, Urbanização e Dengue no Brasil. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 21 (3): 257-269, dez. 2009.

MS –Ministério da Saúde. **Dengue instruções para pessoal de combate ao vetor:** manual de normas técnicas- 3. Ed., rev. – Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de saúde, 2001.

MS - Ministério da Saúde. **Módulos de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades.** Módulo 3: medida das condições de saúde e doença na população / Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde; Ministério da Saúde, 2010.

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

MOURA, A. C. M. Reflexões Metodológicas como Subsídio para Estudos Ambientais Baseados em Análise de Multicritérios. In. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 13, (SBSR), 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p.2899-2906.

MUSSO, D. et al. **Potential sexual transmission of Zika virus.** Emerg Infect Dis., v. 21, n. 2, p. 359-61, 2015.

MUSTAFA, M. S.; RASOTGI, V.; JAIN, S.; GUPTA, V. Discovery off if thsero type of dengue virus (DENV-5): a new publich ealth dilemma in dengue control. **Medical Journal Armed Forces India**, v. 71, n. 1, p. 67-70, 2015.

OLIVEIRA, E. S.; DOUH, N. Levantamento epidemiológico dos casos de dengue no município de Assis Chateaubriand, Paraná, e sistemas de prevenção e controle. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 10, n. 32, p. 19-27, 2012.

Organización Mundial de La Salud - ONU. **El Informe sobre lasaluden El mundo2007** - unporvenir más seguro Protección de lasalud pública mundial enelsiglo XXI. <http://www.who.int/whr/2007/es/index.html>.

OMS. Dengue Guidelines for diagnosis, treatment, prevention and Control. 2ed. Geneva: WHO, 2009.

PANCETTI, F. G. M., HONÓRIO, N. A., URBINATTI, P. R., LIMA-CAMARA, T. N. Twenty-eightyearsof Aedes albopictus in Brazil: a rationaletomaintainactiveentomologicalandepidemiologalsurveillance. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48, n. 1, p. 87-89, 2015.

PEREHOUEKI, N. A.; BENADUCHE, G. M. C. Geografia da saúde e as concepções sobre o território. **Revista Gestão & Regionalidade**, v. 23, n. 68, set-dez, p. 44, 2007.

PETTA, R. A.; CAMPOS, T. C.; NASCIMENTO, Paulo Sérgio de Rezende. Geoprocessamento e a análise espacial da distribuição da dengue na região da Grande Natal. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE**, 22. 2007, Natal. Resumos... Natal: SBGEO; 2007. p.124.

PIGNATTI, M. G. **Saúde e ambiente**: as doenças emergentes no Brasil. Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 1 jan./jun. 2004.

PINHEIRO, P. C.; QUEIROZ, B. L. Análise espacial da mortalidade por acidentes de motocicleta nos municípios do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva** [online]. v. 25, n. 2. Fev. 2020. [Acessado 25 Julho 2020], pp. 683-692. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-81232020252.14472018>>. ISSN 1678-4561. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020252.14472018>.

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

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

QUEIROZ, J. T. M. de; SILVA, P. N.; HELLER, L. Novos pressupostos para o saneamento no controle de arboviroses no Brasil. **Cad. Saúde Pública**; 36(4):e00233719, 2020.

RAJAPAKSE, S.; RODRIGO, C.; RAJAPAKSE, A. A typical manifestation sof chikungunya infection. **Trans R. Soc Trop Med Hyg**, v. 104, n. 2, p. 89-96, 2010.

RAMOS, R.A.R. **Localização Industrial – Um Modelo Espacial para o Noroeste de Portugal. Braga – Portugal**. 299p. Tese (Doutorado), Universidade do Minho, 2000.

RIBEIRO, P. C. SOUSA, D. C. ARAUJO, T. M. E. Perfil clínico-epidemiológico dos casos suspeitos de Dengue em um bairro da zona sul de Teresina, PI, Brasil. **Rev. Bras. Enferm.** Brasília 2008 mar-abr: 61(2) 227-32.

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

ROSEN, G. **Uma história da Saúde Pública**. Tradução: Marcos F. da Silva Moreira. São Paulo Editora Unesp/ HUCITE/ABRASCO, 1994.

SAATY, T. L. **Analytical Hierarchy Process**: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, New York, NY, USA, 1980.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: Makron Books, 1991.

SAATY, T. L. **The Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process, AHP Series, Pittsburgh**: RWS Publications, 2000.

SABROZA, P. C. LEAL, M. C. **Saúde, ambiente e desenvolvimento.** Alguns conceitos fundamentais. In: *Saúde, Ambiente e Desenvolvimento* (M. Leal., P. Sabroza, R. Rodrigues & P. Buss, org.), pp. 45-93, São Paulo: Editora Hucitec/Rio de Janeiro, 1992.

SAMPAIO, T. V. M. Diretrizes e procedimentos metodológicos para a cartografia de síntese com atributos quantitativos via álgebra de mapas e análise multicritério. **Boletim de Geografia, Maringá**, v. 30, n. 1, p. 121-131, 2012.

SANTO, S. M. **A expansão urbana, o Estado e as águas em Feira de Santana – Bahia (1940-2010).** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

SANTOS, M. **Metamorfose do Espaço Habitado.** São Paulo, 1988: Ed. Hucitec.

\_\_\_\_\_ **Técnica Espaço Tempo:** Globalização e meio técnico – científico informacional. Ed.Hucitec, São Paulo, 1998.

SANTOS, S. L. **Avaliação das ações de controle da dengue:** aspectos críticos e percepção da população. Estudo de caso em um município do Nordeste. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. FIOCRUZ, Recife, 2003.

SCHULER-FACCINI, L. et al. Possible association between Zika Virus infection and microcephaly –Brazil, 2015. **MMWR**, v. 65, n. 3, p. 59-62, 2016.

SILVA, E. T. C. da; OLINDA, R. A.; PACHÁ, A. S.; COSTA, A. O.; BRITO, A. L. Análise espacial da distribuição dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais no estado da Paraíba, Brasil, 2007-2016. **Saúde em Debate** [online]. v. 44, n. 125. Jul. 2020 [Acessado 2 Agosto 2020], pp. 465-477. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-1104202012514>>. ISSN 2358-2898. <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012514>.

SILVA, S. A.; GAMA, J. A. S.; CALLADO, N. H.; SOUZA V. C. B. **Saneamento básico e saúde pública na Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió, Alagoas.** Eng. Sanit. Ambient. vol.22 no.4 Rio de Janeiro July/Aug. 2017.

SILVA, J. F. de O. **Aplicação da análise multicritério para a definição de áreas de risco de transmissão de malária na província de Luanda, Angola.** 2017.

SILVA, L. J. **O Conceito de Espaço na Epidemiologia das Doenças Infecciosas.** *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 585-593, 1997.

SINGHI, S.; KISSOON, N.; BANSAL, A. Dengue and dengue hemorrhagic fever: management issues in na intensive careunit. **Jornal de Pediatria**, V.83, n. 2 Suppl, p. S22-35, 2007. Doi: 102223/JPED. 1622.

Smith D. W, Mackenzie J. **Zika vírus and Guillain-Barrés yndrome:** another viral cause to addto the list. Lancet. 2016;387:1486-8.

Soper F. L. **The 1964 status of Aedes aegypti erradication and yellow fever in the Americas.** American Journal of Tropical Medicine & Hygiene 1965;14 (6): 887-891.

SUI, D. Z. **Geographic Information Systems and Medical Geography:** Toward a New Synergy. Geography Compass. 2007;1(3):556-82.

Superintendência de Campanhas de Saúde Pública. **Diretrizes do Programa de Controle da Febre Amarela e Dengue no Brasil.** Brasília: Sucam; 1980.

TAUIL, P. L. Urbanização e Ecologia do Dengue. **Cad Saúde Pública**, v. 17, p. 99-102, 2001

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, 18:867-871, 2002.

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

TAVEIRA, L. A. et al. **Manual de diretrizes e procedimentos no controle do Aedes aegypti.** Secretaria Municipal de Saúde. Ribeirão Preto, São Paulo, 2001.

TEIXEIRA, M. G.; ANDRADE, A. M. S.; COSTA, M. C. N.; CASTRO, J. S. M.; OLIVEIRA, F. L. S.; GOES, C. S. B.; MAIA, M.; SANTANA, E. B.; NUNES, B. T. D.; VASCONCELOS, P. F. C. East/Central/South African Genotype Chikungunya Virus, Brazil, 2014. **Emerging Infections Diseases**, v. 21, n. 5, p. 906-908, 2015.

TOBLE, W. R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. **Economic geography**. 46:234-40, 1970.

TORRES, E. M. **Dengue.** Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005.

VARELA, V. **Rastreamento endêmico da dengue, zika e chikungunya via android e sistema de informações geográficas (SIG).** 2016. Viii, 42 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Redes de Comunicação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

VETTORAZI, A. C. **Avaliação multicritério em ambiente SIG, na definição de áreas prioritárias a restauração florestal visando à conservação de recursos hídricos.** Universidade de São Paulo, 2006.

VOOGD, H. **Multicriteria evaluation for urban and regional planning** (Vol. 207): Pion London, 1983.

ZANLUCA, C.; MELO, V. C. A.; MOSIMANN, A. L. P.; SANTOS, G. I. V.; Claudia Nunes Duarte dos SANTOS, C. N. D.; LUZ, K. **First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil.** Mem. Inst. Oswaldo Cruz [online]. 2015, vol.110, n.4, pp.569-572. Epub June 09, 2015. ISSN 1678-8060.

ZARA, A. L.de S. A.; SANTOS, S. M.; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G.E. Estratégias de controle do Aedes aegypti: uma revisão. **Epidemiol. Serv. Saúde** 2016; 25(2):391-404.