



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

GABRIELA LESSA DE SOUSA

**ANÁLISE ESPAÇO -TEMPORAL DOS CASOS DE DENGUE NA ÁREA URBANA
DE TERESINA – PIAUÍ.**

TERESINA
2020

GABRIELA LESSA DE SOUSA

ANÁLISE ESPAÇO -TEMPORAL DOS CASOS DE DENGUE NA ÁREA URBANA DE
TERESINA - PIAUÍ

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Tecnologia em
Geoprocessamento do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus
Teresina Central.

Orientadora: Prof.^a Ma. Amanda Bezerra Matias.

Teresina

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Sousa, Gabriela Lessa de

S725a Análise espaço-temporal dos casos de dengue na área urbana de Teresina
- Piauí / Gabriela Lessa de Sousa. - 2020.
64 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Geoprocessamento) -
Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, 2020.

Orientadora : Profa. Ma. Amanda Bezerra Matias.

1. SIG. 2. Autocorrelação espacial. 3. Saúde pública. I. Título.

CDD - 621.3678

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

GABRIELA LESSA DE SOUSA

ANÁLISE ESPAÇO -TEMPORAL DOS CASOS DE DENGUE NA ÁREA URBANA DE
TERESINA - PIAUÍ

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Tecnologia em
Geoprocessamento do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus
Teresina Central

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Ma. Amanda Bezerra Matias (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof.^a Ma. Ana Carolina Chaves Fortes
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Reurysson Chagas de Sousa Moraes
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Aos pais, irmãos e amigos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro venho a agradecer a Deus por ter possibilitado as condições para está terminando essa etapa em minha vida, aos meus pais Raimundo Sousa e Rita de Cassia Sousa, os quais sem eles a minha vida não teria um motivo e uma base segura de família, Agradeço aos professores do curso de Geoprocessamento do IFPI do Campus Teresina Central, por orientação na jornada acadêmica, que deu todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui, ao amigos que fiz nessa jornada como em especial a Marcos Augusto Filho que por sempre me ajudar em jornadas acadêmicas.

A Sra. Amarílis de Souza Borba, Diretora de vigilância em saúde, da Fundação Municipal de Saúde da cidade de Teresina, Piauí, e a Sra. Adriana de Sousa Brandim, Membro técnico da Gerência de Epidemiologia da cidade de Teresina, Piauí, que disponibilizaram dados do controle de epidemiologia da Fundação Municipal de Saúde, as suas disponibilidades facilitaram o alcance dos objetivos propostos nesta pesquisa.

Pela orientação e paciência no desenvolvimento desse trabalho de conclusão agradeço a professora e coordenadora Ma. Amanda Bezerra Matias do curso de Geoprocessamento.

O ignorante afirma, o sábio dúvida, o sensato reflete.
Aristóteles

RESUMO

A Dengue por ser uma doença única, dinâmica e sistêmica que atinge anualmente mais de 100 milhões de pessoas no mundo, se torna uma importante preocupação de saúde pública. A presente pesquisa teve como objetivo analisar o comportamento espacial da dengue na Cidade de Teresina - Piauí e avaliar os fatores condicionantes da sua distribuição espacial através da exploração de autocorrelação espacial para o período do ano 2013 a 2018. Foram utilizados os dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, estes, foram Georreferenciado e permitiram a geração do Índice de Incidência de casos por habitante. Para autocorrelação espacial utilizou-se o Índice Moran Local como ferramenta estatística. A análise temporal considerou valores classificados por ano e por períodos trimestrais dentro de cada ano. Identificou-se um padrão alternado de associações espaciais, variando a sua distribuição e comportamento a cada 2 anos. As zonas Norte, Centro e Leste apresentaram os maiores agrupamentos positivos e a zona Sul os maiores agrupamentos negativos. A pesquisa permitiu a identificação de áreas que merecem atenção prioritária, além de verificar as variações temporais e padrões espaciais. Além disso, foi possível mostrar que a análise exploratória de visualização e análise de autocorrelação espaço-temporal podem auxiliar no conhecimento da dinâmica comportamental da doença ao longo do tempo.

Palavras-chave: SIG. Autocorrelação Espacial. Saúde Pública.

ABSTRACT

Because Dengue is a unique, dynamic and systemic disease that affects more than 100 million people worldwide annually, it becomes an important public health concern. The present research aimed to analyze the spatial behavior of dengue in the City of Teresina - Piauí and to evaluate the conditioning factors of its spatial distribution through the exploration of spatial autocorrelation for the period from 2013 to 2018. Data from the Information System were used of Notifiable Diseases; these were georeferenced and allowed the generation of the Incidence Index of cases per inhabitant. For spatial autocorrelation, the Local Moran Index was used as a statistical tool. The temporal analysis considered values classified by year and by quarterly periods within each year. An alternating pattern of spatial associations was identified, varying their distribution and behavior every 2 years. The North, Center and East zones had the largest positive groupings and the South zone the largest negative groupings. The research allowed the identification of areas that deserve priority attention, in addition to verifying temporal variations and spatial patterns. In addition, it was possible to show that the exploratory analysis of visualization and spatiotemporal autocorrelation analysis can help to understand the behavioral dynamics of the disease over time.

Keywords: GIS. Spatial autocorrelation. Public Health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama de Espalhamento de Moran.....	20
Figura 2 - Fluxograma de Fases de Processo para a Pesquisa.....	26
Figura 3 - Mapa de Localização: Área Urbana de Teresina – PI.....	28
Figura 4 - Autocorrelação de Distância Incremental 2018.....	35
Figura 5 - Quantidade Anual de Ocorrências de Dengue por Bairro.....	40
Figura 6 - População Estimada por Bairro (2019).....	41
Figura 7 - Incidência de Dengue por Bairros de Teresina – 2013 a 2018.....	43
Figura 8 - Moran Local Anual 2013 a 2018.....	45
Figura 9 - Moran Local por Período (1ª a 13ª semana) 2013 a 2018.....	47
Figura 10 - Moran Local por Período (14ª a 26ª semana) 2013 a 2018.....	48
Figura 11 - Moran Local 3º por Período (27ª a 39ª semana) 2013 a 2018.....	50
Figura 12 - Moran Local por Período (40ª a 52ª semana) 2013 a 2018.....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral.	12
2.2	Objetivos Específicos.	12
3	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA SAÚDE.	13
3.1	Áreas com Contagem e Taxas Agregadas.	15
3.2	Análise Exploratória de Visualização.	16
3.3	Análise exploratória de associação espacial.	17
3.4	Análise Temporal.	20
4	EPIDEMIOLOGIA	21
4.2	Dengue	21
5	METODOLOGIA	25
4.3	Caracterização da Pesquisa.	25
4.4	Área de Estudo	27
4.5	Coleta e Seleção dos Dados.	29
4.6	Estimativa do Índice de Ocorrências.	32
4.7	Análise Exploratória de Visualização.	33
4.8	Análise Exploratória de Associação Espacial.	34
4.9	Análise Temporal.	37
5	RESULTADOS E DISCURSÃO	37
5.2	Estimativa da População	41
5.3	Visualização de Incidência de Casos por Habitantes.	42
5.4	Análise de Associação Espacial	44
6.3.1	Índice de Moran Local	44
5.5	Análise Espaço-Temporal.	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	56
	ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DE ACESSO AO SINAN.	63

1 INTRODUÇÃO.

A Dengue se apresenta como uma das enfermidades que mais impacta a saúde humana. No mundo são registradas anualmente 100 milhões de casos novos da doença (GENEBRA, 2019). No contexto da saúde pública brasileira, o impacto é sentido ano após ano, uma vez que são relatados surtos endêmicos e epidêmicos de dengue desde a segunda metade do século XIX (TEIXEIRA, 1990).

No Brasil, o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), recebe os dados de todo e qualquer paciente registrado no Sistema Único de Saúde, desde casos suspeitos à casos confirmados de dengue, Zica e Chikungunya. Os registros a estes agravos são constantes (BRASIL, 2016).

O registro dos casos por meio dos sistemas de informação em saúde é um fator importante no combate à dengue, pois permite a realização do diagnóstico dinâmico da sua ocorrência, inclusive, dentro de um contexto espacial. Nesse sentido, destaca-se que, a dengue guarda relações de ocorrência de um novo caso condicionada a existência de casos próximos em uma mesma unidade espacial.

Assim, dentre as medidas de combate e prevenção à dengue, a identificação de áreas com maior número de ocorrências tem facilitado o monitoramento e a busca por focos de proliferação de vetores, e melhorando as formas de definição de prioridades de intervenção (GÓIS, et al., 2016).

No entanto, é preciso conhecer melhor as relações espaciais existentes entre a ocorrência de casos, para que possa ser identificado possíveis padrões e melhorar as dinâmicas de ações de combate à doença. Esse processo tem sido melhorado a partir do uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG), que consiste em um ambiente computacional que reúne um conjunto de métodos e técnicas para representação, análise, armazenamento e visualização de informações geográficas (CÂMARA, 2004).

Com isso, o SIG se diferencia de sistemas de informações convencionais, por possibilitar a realização de análises mais complexas, com a integração de várias informações (espaciais e não-espaciais, por exemplo, além de aplicação de conceitos estatísticos e análises temporais, que permitem ir além da visualização de dados, podendo, ainda, ser revelado padrões de fenômenos geográficos, apontar problemas e mostrar conexões que não seriam percebidos em tabelas ou textos (ESRI, 2018; FERREIRA, 2015).

A partir das análises espaciais em SIG, é possível obter uma compreensão da distribuição dos fenômenos ocorridos em uma determinada região. Isso pode ser realizado a partir de técnicas exploratórias e inferenciais, que descrevem e visualizam as distribuições espaciais, descobrindo padrões de associação que identificam agrupamentos (*clusters*), valores extremos (*outliers*), entre outros elementos (CAMARA, 2004; NUNES, 2013; O'SULLIVAN, D. e UNWIN, 2014).

Esta pesquisa parte do ponto em que a identificação de associação espacial entre as áreas de ocorrência de Dengue oferece um bom parâmetro de escolha de áreas prioritárias para as ações das instituições de combate à dengue, ou seja, melhora a identificação das áreas consideradas críticas, por conta do processo de disseminação da doença, que por sua vez, existe uma forte dependência espacial, configurando o pensamento no qual a existência de um caso de dengue em uma região aumenta a possibilidade de contaminação por outras pessoas nas regiões próximas.

Diante do exposto, esta pesquisa teve o intuito de reunir os dados fornecidos pela SINAN, aplicando a combinação dos mesmos com localizações espaciais e ferramentas fornecidas pelas SIG para aplicar análise do comportamento espacial-temporal da dengue na Cidade de Teresina – PI.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral.

Analisar o comportamento espacial da dengue na Cidade de Teresina - PI e avaliar os fatores que condicionam a distribuição espacial da dengue realizando a exploração da autocorrelação espacial para o período de 2013 a 2018.

2.2 Objetivos Específicos.

- a) Caracterizar a ocorrência de dengue nos bairros de Teresina;
- b) Identificar o padrão de evolução temporal e espacial da dengue;
- c) Identificar dependência espacial da ocorrência de dengue.

3 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA SAÚDE.

De acordo com as Divisão das Nações Unidas, mais de 54% da população do planeta já vivem em cidades e as projeções para 2050 são de um percentual de 66% (UNRIC, 2014), neste cenário, com o crescimento populacional concentrado nos eixos urbanos é comum observar regiões com desorganizações de infraestrutura e saneamento básico. Essas características espaciais podem ser relacionadas diretamente com a existência de problemas de saúde urbana. De acordo com Medronho e Perez (2002) a identificação de áreas críticas e de grupos populacionais expostos a essas áreas são informações que apresentam prioridades para aplicações de prevenção e combate à algumas doenças.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) ou *Geographic Information System (GIS)*, vêm sendo utilizados para melhorar as formas de identificação de áreas críticas para auxiliar a tomada de decisões na área da saúde onde o SIG compreende no conjunto de sistemas de *hardware*, *software*, informações espacial, procedimentos computacionais e recursos humanos que permite a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que ocorrem em vários setores da sociedade, incluso, no setor da saúde, sendo assim especificamente os SIGs propiciam melhorarias nas formas de identificação de áreas críticas para auxiliar a tomada de decisões setoriais (TRINDADE, 2012).

O SIG tem por principal objetivo dar suporte às funções de planejamento, controle e organização em toda e qualquer esfera de gestão da informação no espaço e tempo, incluindo a possibilidade de trabalhar com grandes quantidades de dados e realizar inúmeras análises em pouco tempo, fornecendo informações seguras e em tempo hábil para tomada de decisões (SANTOS, 2000; SAÚDE, 2007; FERREIRA, 2015).

Para Melo (2006), o grande impulso dos SIGs, vêm da disponibilidade da análise de grande quantidade de informações espaciais, a redução dos custos tecnológicos e pela quantidade de programas que vem sendo desenvolvidos. Em vista disso, o setor da saúde vem fazendo diversas abordagens em estudos com análise espacial nos SIG desde a década de 1980, buscando fatores de risco para doenças crônicas, análises ambientais e socioculturais na determinação de doenças, definindo os estudos que focalizam as razões das ocorrências em fator individual e da distribuição de ocorrências em nível de agrupamento (PINTO; SANTOS;

OLIVEIRA, 2014).

Em países periféricos, os estudos concentram-se na gestão e prática da saúde pública com papel de definir as melhores ações de investigação, diagnóstico, compreensão do contexto de uma epidemiologia e como afeta a saúde de grupos populacionais, visto por meio de seleção, distribuição, interação e adaptação entre outros fatores para se medir os efeitos sobre determinada população, mostrando o risco de associação como atributos sociais e vizinhança (CARVALHO; SOUZA, 2005).

A relevância desse tipo de correlação pode ser percebido na pesquisa, de Gregório et al., (2019) apresentou uma análise do deslocamento e duração das ondas ou alças epidêmicas dos casos de dengue no Distrito Federal entre 2007 e 2014. Os autores adotaram a metodologia que consistiu da interpolação das variáveis da data de início das ondas epidêmicas e duração semanal das ondas epidêmicas, por biênios e por meio de Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW) no qual os resultados apontaram que não foi observado um “sentido” ou “direção” preferencial de deslocamento da dengue no Distrito Federal, contudo havendo pelo menos cinco grandes áreas onde os casos tendem a surgir primeiro e de lá difundirem para o centro, para o noroeste e para o sul do Distrito Federal.

Podem ser apontados também os estudos no período de 2005 a 2014 na cidade de Itu - São Paulo, onde Ferreira et al., (2017) utilizaram técnicas de geoprocessamento para calcular a incidência da dengue por bairro, mostrando as áreas de risco relativo e a determinação da autocorrelação espacial entre os casos de dengue através dos Índices Local e Global de Moran, como resultado mostrou que as maiores taxas de casos e de incidência média encontravam-se na parte central e noroeste, sendo a maior concentração na região central com médias elevadas, também notou-se uma autocorrelação espacial entre áreas centrais e periféricas, predominando o risco relativo da doença na parte central.

Por fim, para a Cidade do Rio de Janeiro Almeida; Medronho e Valencia, (2009) relacionaram a dengue ao contexto socioeconômico, formulando um estudo ecológico em áreas delimitadas como bairros, calculando a taxa de incidência média de dengue entre as semanas epidemiológicas: 48ª semana de 2001 a 20ª semana de 2002, utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson, Índice de Moran global e local, agregado ao modelo de regressão linear múltipla e o modelo espacial condicional auto regressivo; com isso os bairros da zona Oeste do

município apresentaram elevadas taxas de incidência média de dengue e autocorrelação significativa em relação ao percentual dos Índices socioeconômico; apontaram também que o percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral como única variável associada significativamente à doença com Índice de Moran positivo ($p=0,005$) para o condicional espacial auto regressivo que relacionou o saneamento básico como contribuinte decisivo no aumento do risco da doença.

3.1 Áreas com Contagem e Taxas Agregadas.

De forma a melhor entender o comportamento espacial é necessário conceituar como serão distribuídas as informações no espaço estudado com isso na análise espacial, as áreas de contagem são indicadores obtidos pela agregação de valores por áreas delimitadas por polígonos, podendo ser municípios, bairros e/ou outros setores censitários, no qual, não se possui a localização exata dos eventos, mas de um valor por área (PINTO; SANTOS e OLIVEIRA, 2014).

As técnicas abordadas para análise desse tipo de dado passam por associação espacial (Índice de Moran), gráfico de espalhamento e mapas que mostram a distribuição espacial, identificando agrupamentos cujos seus atributos possuem valores altos ou baixos, áreas de transição e casos atípicos (KREMPI, 2004).

Parte do processo da análise dos dados de área em uma análise exploratória são: descrição e visualização das distribuições globais e locais; padrões de associação espacial (*clusters*); as instabilidades existentes (não estacionários) e condições atípicas (*outliers*).

Com isso o Índice de Moran permite estimar o nível de dependências espaciais a partir da autocorrelação espacial, com um único valor como medida que expressa a dependência espacial para um conjunto de dados, denominado de Índice Global de Moran, como também, pode ser realizado com maior detalhe a partir do Índice de Moran Local com um valor de associação espacial para cada localização de um conjunto de dados (CÂMARA et. al., 2002; SANTOS e RAIA JUNIOR, 2006).

A autocorrelação espacial na análise exploratória é um indicador da distribuição espacial dos dados o qual tem por objetivo quantificar a dependência espacial entre os valores das amostras. A existência de vários métodos de análise do comportamentos dos fenômenos possibilitam a melhor aplicação para cada tipo

de informação estudada, nas quais utilizam técnicas da geoestatística cuja hipótese central é o conceito de estacionariedade, que supõem um conjunto homogêneo da estrutura de correlação espacial na região de estudo.

Um dos métodos de autocorrelação denominado de Índice de Moran incorpora uma dimensão bastante inovadora, pois ele testa até que ponto o nível de uma variável para uma área é similar ou não às áreas vizinhas (NUNES, 2013).

3.2 Análise Exploratória de Visualização.

Sobres as áreas de estudo então podem ser aplicados métodos de apresentação dos resultados denominados de análise exploratória de visualização a qual consiste nas formas de apresentação dos valores onde se decide qual esquema pode ser o mais apropriado para o conjunto de dados que se possui, havendo uma variedade de alternativas de padrões para a classificação de atributos univariados (CÂMARA, 2004).

Existem algumas metodologias disponíveis como as apresentadas por Câmara et al., (2004), que apresenta os seguintes modelos de classificação de atributos:

- **Intervalos iguais:** consiste em classificar os valores de forma que todas as classes terão o mesmo intervalo. É um modelo bastante comum e que define bem a visualização de agrupamento de polígonos que apresentam valores próximos, como também para identificação de polígonos com valores extremos;
- **Percentis:** neste modelo as classes são agrupadas de forma que cada classe contenha a mesma quantidade de polígonos;
- **Desvio Padrão:** define as classes de acordo com o desvio padrão, ou seja, com valores atribuídos a cada polígono de acordo com a média, sendo este, classificado como valores acima ou abaixo da média, presumido uma disposição normalizada da variável e também possibilita experimentar diferentes pontos de corte da variável na visualização dos mapas.

Para dados que passam por tipos de transformação, produzindo variáveis intensivas como: razões, Índices, normalização, padronização e suavização, em vez de totais por área, o procedimento de classificação selecionado pode impor alguma forma de normalização aos dados não transformados (por exemplo, classificação

baseada em desvio padrão) e auxiliar na produção dos mapas temáticos (SMITH; GOODCHILD; ASSOCIATES, 2018).

3.3 Análise exploratória de associação espacial.

Outra abordagem exploratória é a espacial a qual mostra os padrões comportamentais das variáveis estudadas, onde nos SIGs consistem em mensurar propriedades e relações, considerando a espacialidade, gerando resultados aparentes nos quais são incorporados ao espaço a aplicação que se deseja fazer dando a possibilidade de realizar análises avançadas com a combinação de conceitos como os da estatística básica (ANSELIN, 1992).

Nos conceitos abordados por O'Sullivan e Unwin (2014), existe uma dificuldade de se conceituar Análise Espacial de forma sucinta pois esse termo surge em vários contextos. Já Anselin (1992), dividiu os contextos de aplicações de análise espacial em quatro componentes de uso no SIG, que são:

- Análise de Seleção – consiste na amostragem e/ou filtragem de dados armazenados em uma base de dados;
- Análise de Manipulação – consiste nos processos relacionado ao particionamento, agregação, sobreposição, buffer e interpolação dos dados;
- Análise Exploratória – consiste nas análise de descrição de padrões e das relações espaciais;
- Análise Inferencial – consiste em prever comportamentos dos fenômenos a partir de informações triviais aos dados espaciais.

Essas quatro abordagens são definidas como funções no SIG e podem ser aplicadas a partir do tipo de representação dos dados espaciais, como eventos ou padrões pontuais representados por pontos localizados no espaço, como por exemplo: ocorrência de crimes, doenças, espécies vegetais; superfícies contínuas representadas por conjunto de amostras de campo, distribuídas de forma regular ou não, utilizados para mapear recursos naturais, topográficos entre outros; e áreas com contagem e taxas agregadas, representadas por dados associados a população como censo e estatísticas, por razões de confidencialidade são agregados em unidades de análise, denominadas de polígonos, setores censitários e zonas (FUCKS et al., 2004).

A análise exploratória pode ser apresentada com a autocorrelação espacial dada pelo Índice de Moran Local, que consiste em um valor que caracteriza a dependência espacial, no qual, tem como princípio a comparação de valores de um atributo de uma área com a média de seus vizinhos. Objetivando determinar a associação espacial, ou seja, qual a chance de uma área que tem uma certa quantidade de casos estar influenciando a ocorrência de casos dos seus vizinhos, baseada na lei de Tobler a qual diz: “Coisas próximas são mais parecidas do que coisas mais distantes”, não objetivando o número de casos por área, mas se existe áreas com forte dependência espacial (O’SULLIVAN, D. e UNWIN, 2014).

O conceito de análise dos fenômenos espaciais, corresponde à maneira de quantificação da dependência espacial. A dependência entre os valores observados nas várias áreas do fenômeno em estudo é analisada pela função de autocorrelação espacial, medindo a correlação da própria variável no espaço (BRASIL, 2007).

A correlação pode apresentar resultados da seguinte forma:

- A correlação de uma variável com ela mesma, medida no mesmo ponto, onde seu valor sempre será 1;
- A correlação de uma variável com ela mesma, medida em relação a sua vizinhança, com variação de -1 a 1. Quanto mais próximo de 1, se considera semelhante e quanto mais próximo de 0 (Zero) se considera a falta de correlação espacial, e valores negativos indicam dessemelhança (PINTO; SANTOS & OLIVEIRA, 2014).

A autocorrelação espacial das variáveis está ligado à similaridade das áreas vizinhas sob a hipótese de que a distribuição das variáveis é invariante por permutação dos Índices que localizam as áreas no espaço (ASSUNÇÃO, 2001).

A forte dependência espacial estabelece a relação de vizinhança e a sua tendência de comportamento, podendo ser uma Dependência positiva (*cluster* - positivo) quando os valores altos de uma área tem relação com a média alta de seus vizinhos; Dependência negativa (*Cluster* - negativo), quando o valor baixo de uma área tem relação com a média dos seus vizinhos de valores baixos, gerando para ambos os casos uma tendência de influência na vizinhanças e por sua vez os casos de Transição (*Outlier*), onde o valor de uma área tem um comportamento diferente da média dos seus vizinhos, como exemplo um valor alto em meio a valores de média baixa ou vice versa (O’SULLIVAN, D. e UNWIN, 2014).

Para aplicação do método, um dos primeiros passos é a definição de vizinhança das áreas. Existem vários métodos para se definir a vizinhança entre polígonos, dentre elas podemos citar:

- **Distância fixa:** onde, uma área será vizinha a outra se ela estiver até uma distância da outra área, realizada a partir dos centroides de cada polígono. Se a distância entre os polígonos for maior do que a estabelecida, eles não serão vizinhos, se for menor, então eles serão vizinhos;
- **Contiguidade:** este método considera os vizinhos aqueles que compartilham um mesmo lado (limites) e/ou vértices. É preciso que os dados não possuam “buracos” entre os polígonos.

A definição da distância fixada pode ser estabelecida com o uso da análise de autocorrelação espacial incremental, relacionando a existência dos vários valores de intervalos de distância possíveis e mostrando os pico da existência de autocorrelação para essas distancias, ou seja, onde você consegue definir dependência espacial e que distâncias maiores vai levar os dados a uma dispersão (LEITE, 2017; ESRI, 2018).

É possível ainda considerar relações de distâncias diretas ou inversas, uma distância de corte, que influencia nas precisões ou redução de erros. Assim, a influência dos recursos fora da distância especificada é reduzida enquanto aqueles dentro do limite da distância são igualmente considerados. Quando não determinada é a distância euclidiana que garante que todos os recursos tenham pelo menos um vizinho (LEITE, 2017; ESRI, 2018).

Além dos critérios prévios para aplicação do Índice de Moran Local a interpretação dada no mapa de Indicador Local de Associação Espacial (LISA) gerado, considera que quando o Índice for maior que 0,05 não há autocorrelação e se for menor que 0,05 a correlação é significativa, separadas em níveis de significância de 0,05 (95% de confiança); de 0,01 (99% de confiança); de 0,001 (99,9% de confiança); e de 0,0001 (99,99% de confiança), com isso a significância adotada no presente trabalho foi de 0,05 (MARQUES *et al.*, 2010).

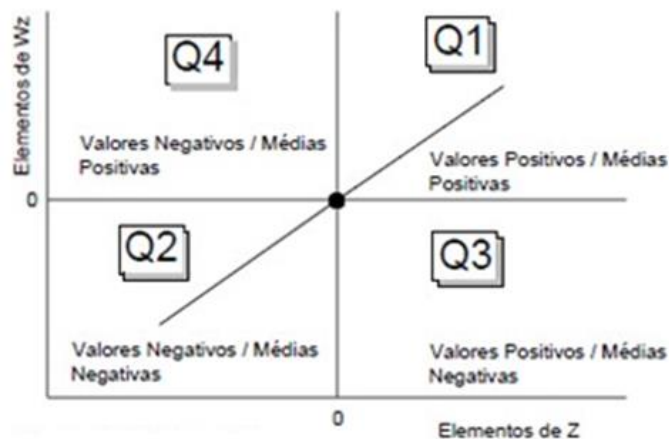
Os resultados do Índice de Moran Local utilizam o diagrama de espalhamento de Moran. Este diagrama é apresentado por uma divisão de quatro quadrantes, que são eles:

- **Primeiro quadrante (Q1):** Alto-Alto, onde uma área apresenta valores altos

do Índice normalizado e a média dos seus vizinhos também é alta;

- **Segundo quadrante (Q2):** Baixo-Baixo, onde uma área apresenta valores baixos e a média dos seus vizinhos também é baixa;
- **Terceiro quadrante (Q3):** Alto-Baixo, onde uma área apresenta valores altos e a média dos seus vizinhos é baixa;
- **Quarto quadrante (Q4):** Baixo-Alto, onde uma área apresenta valores baixos e a média dos seus vizinhos é alta.

Figura 1 - Diagrama de Espalhamento de Moran.



Fonte:(GIOPPO NUNES, 2013)

O diagrama de espalhamento é mostrado na Figura 5, onde a relação dos valores de um polígono com os seus vizinhos está ligada com a média dos valores dos seus vizinhos, o que vai determinar a sua posição no diagrama e sua possibilidade de agrupamento onde indicam pontos de associação espacial negativos, com vizinho com valores diferentes, indicando pontos de transições entre diferentes padrões espaciais (GIOPPO NUNES, 2013).

3.4 Análise Temporal.

Para melhorar a visualização do comportamento de um fenômeno estudado na análise espacial, é possível fixa os períodos de tempo, em várias formas (dias, meses e anos) (KULLDORFF, 2001) conceito aplicado em vários denominados de Serie temporal, a qual trata-se de uma sequência de dados obtidos em intervalos regulares de tempo durante um período específico. A ordenação dos dados é importante para mostrar dependência, requer também o uso de técnicas específicas podendo ser decompostas em três componentes: tendência, sazonalidade e

variação aleatória ou ruído branco (GOMES; NOBRE; CRUZ, 2011).

Em Knox e Bartlett (1964) foi apresentado as distâncias de corte para espaço-tempo, para saber se pares observados seriam próximos não só na distância mais também no tempo o que mudou o critério de avaliação da significância para autocorrelação (MANTEL, 1967; PINTO; SANTOS e OLIVEIRA, 2014). Com isso os *clusters* espaço-temporal partem do princípio de que, se existe um *cluster*, os resultados estarão próximos de forma espacial e temporal (WHITTEMORE et al. 1987). Sendo possível a análise de duas formas:

- **A análise retrospectiva** - que detectar em um espaço e período os agrupamentos que permanecem até o final do período em estudo (*clusters* Ativos) e /ou aqueles que deixaram de existir antes do final do período em estudo (*clusters* Históricos);
- **A análise prospectiva** - a qual detecta apenas (*Clusters* ativos), ou seja, uma quantidade limitadas de agrupamentos que permanecem até a data final do período estudado. Onde a detecção começa sobre o primeiro intervalo, depois o segundo intervalo que considera os dados do primeiro, e assim por diante até que todos os períodos sejam processados (WHITTEMORE et al., 1987; KULLDORFF et al., 1998; PINTO; SANTOS & OLIVEIRA, 2014).

A ideia de *cluster* espaço – temporal partir do pensamento no qual, se existe um *cluster*, suas avaliações serão próximas tanto no espaço quanto no tempo, mostrando a positividade entre as distâncias espaciais e temporais, sendo aplicável em análises de indicadores de saúde, identificação da distribuição espacial e temporal dos casos de doenças podendo favorecer com a introdução de novas práticas, instrumentos ou maneiras de realizar a atenção à saúde de forma mais eficiente, como ferramentas que auxiliem no planejamento e monitoramento dos fenômenos (WHITTEMORE et al., 1987; KULLDORFF et al., 1998; ALVES JUNIOR, 2011; PINTO; SANTOS & OLIVEIRA, 2014).

4 EPIDEMIOLOGIA

4.2 Dengue

Em função de suas características e dinâmica, no Brasil, a dengue passa a

ser tratada como uma doença única e sistêmica de acordo com a organização mundial da saúde, pois ela pode evoluir para a remissão dos sintomas ou agravar-se exigindo constante reavaliação e observação, para que as intervenções sejam oportunas e as mortes evitadas, sendo quem existem quatro variações ou sorotipos: Den-1, Den-2, Den-3 e Den-4 (BRASIL, 2016).

Por ser uma doença típica de áreas tropicais e subtropicais, as condições ambientais do Brasil, favorecem o desenvolvimento do mosquito vetor (TAUIL, 2001; GÓIS, et al., 2016). Com isso, a pessoa ao ser infectada por uma das classes é estabelecida a imunidade permanente apenas para o vírus do tipo o qual foi infectada (TAUIL, 2001; BRASIL, 2001, MENDES, et al., 2017).

Gomes; Nobre e Cruz (2011) com o objetivo de estudar a relação entre o risco da dengue e as variáveis climáticas na cidade do Rio de Janeiro para os anos de 2001 a 2009 aplicaram a análise temporal e espacial com Modelos Lineares Generalizados, conceito de variável independente e ajuste de modelo espacial auto regressivo condicional (CAR). Onde encontrou resultados contraditórios quanto à relação volume de chuvas e dengue, mostrando que cada área pode apresentar características únicas, e que a quantidade de criadouros pode ser mantida independente do volume de chuvas.

Em seu contexto geral, a dengue clássica apresenta sintomas característicos que podem ser sentidos por aproximadamente seis dias, sendo eles: febre, dor de cabeça, dores no corpo, nas articulações, atrás dos olhos, náuseas e vômitos; sendo que para esse tipo tem cura e não oferece risco à vida do paciente, muitas vezes pode ser confundida com uma gripe, o que pode atrasar o diagnóstico e o início do tratamento (GUIMARÃES, 2019).

Já a dengue hemorrágica ou síndrome do choque da dengue, é a forma mais grave da doença a qual altera o processo de coagulação sanguínea do paciente e se não for tratada adequadamente pode levar o paciente a óbito. Seus sintomas diferem da clássica, sendo eles: a tendência para hemorragias, intensas dores abdominais, pele pegajosa, pálida e fria, agitação, sonolência e dificuldade respiratória as complicações podem envolver confusão mental, perda de consciência, desidratação grave e dificuldades cardíacas e respiratórias (BRASIL, 2016).

Sem um tratamento específico para a dengue, as medidas terapêuticas adotadas buscam a manutenção do estado geral e o alívio dos sintomas para o

paciente (GUIMARÃES, 2019). Nesse sentido, cabe destacar a importância dos cuidados para evitar a transmissão do vírus, que ocorre quando as fêmeas dos mosquitos *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus* pica uma pessoa infectada e passa a hospedar o vírus e transmite quando entre em contato com pessoas saudáveis. Sendo que as pessoas infectadas com o vírus podem transmitir a doença por um período de 4 a 12 dias. Logo, onde há um caso pode ser um sinal da existência futura de outros (GENEBRA, 2019; GREGÓRIO et al., 2019).

Desde o início dos anos 2000 a forma mais comum de combate vem sendo a aplicação de inseticidas, realização de campanhas educativas, instalação de armadilhas, introdução de mosquitos geneticamente modificados ou infectados por bactérias (GÓIS, et al., 2016). Destaca-se, que seja qual for a medida adotada, é necessário o conhecimento das áreas críticas e características propícias à forte transmissão da doença.

Não há tratamento específico, imunização, para a dengue disponibilizado na rede pública, então a medição de índices epidemiológicos de infestação é fundamental, pois ela ajuda na orientação e avanços necessários a curto e longo prazo (GENEBRA, 2019; GÓIS, et al., 2016). Existe a vacina denominada de Dengvaxia, medicamento licenciado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), porém não disponibilizado para a rede pública, a aplicação do medicamento exige condições prévias para a sua aplicação, por exemplo, a comprovação de que o paciente tenha tido pelo menos um dos tipos de dengue (BRASIL, 2016).

A dengue ocorre em todos os continentes, porém na Europa os surtos da doença são muito raros. A previsão aponta a presença de dengue em todos os trópicos, com variações espaciais locais influenciadas fortemente pela precipitação pluviométrica, temperatura e o grau de urbanização (BHATT. et, al.,2013).

Os fatores climáticos associados ao crescimento populacional desordenado, a migração urbana e falta de infraestrutura nas cidades são apontados como os fatores que mais condicionam o desenvolvimento do vetor transmissor da dengue (COSTA. et, al., 2008). Pesquisas com a de Costa. et, al. (2008) que chamou atenção para o alongamento do tempo de desenvolvimento dos imaturos (lavas) em condições de temperatura e umidade baixas, onde as temperaturas mais altas proporcionam a redução do tempo de maturação do mosquito.

Já Silva e Machado (2018) realizaram uma comparação de três métodos

matemáticos de agrupamento, isto é, uma variedade de técnicas e algoritmos com o objetivo de encontrar e separar objetos em grupos semelhantes, que é a determinação do grau de similaridade, para determinar as possíveis tendências de acontecimentos de casos de dengue em um período de doze anos, relacionando a doença com fatores como escolaridade, faixa etária, gênero, dados climáticos, densidade demografia, saneamento básico. Os resultados deste estudo servi para mostrar o grau de relação entre esta doença e as variáveis citadas, em especial os indicadores de saneamento básico e resíduos sólidos urbanos.

No que diz respeito a distribuição dos casos de dengue a mais de 200 anos, onde nas Ilha de Java foram mencionados os primeiros casos de dengue também no caribe e nos Estados Unidos, tendo sido vetor transmissor introduzido nas Américas durante as colonizações (BRASIL, 2001). Segundo Bhatt, et.al., 2013 a uma estimativa que haja 390 milhões de infecções de dengue por ano no mundo, e que somente em 2010 foram apontados 96 milhões de infecções aparentes. As Américas, nesse período, contribuíram com 14% do total, sendo quantificado em 13 milhões de infecções aparentes em todo o mundo, das quais mais da metade ocorreram no Brasil e no México.

Onde no Brasil, há registros desde a década de 1980, o que demanda relação às políticas e intervenções públicas endereçadas ao controle, pois em 2008 mais de 70% dos municípios brasileiros registraram a presença do vetor transmissor da doença (TEIXEIRA, 2008; MENDES, et al., 2017). E até o início de Dezembro de 2018, foram notificados 241.664 casos de dengue em todo o país, uma estimativa de 115,9 casos/100 mil habitantes. Com ocorrência de 142 óbitos no mesmo ano (TURBIANI, 2018). Em janeiro de 2019, mais que dobrou em comparação ao mesmo período de 2018, registrou-se aumento de 149%, passando de 21.992 para 54.777 casos prováveis da doença (BRASIL, 2019).

Quando verificado a incidência em 2019, os casos chegam a 26,3 por 100 mil habitantes (BRASIL, 2019). A forma de coleta e divulgação dos dados de dengue no Brasil é realizada através de uma plataforma do governo onde as secretarias municipais de saúde, cadastram todos os casos registrados nas unidades de saúde de cada cidade, assim gerando a base de dados que orienta as gestores públicos da existência de surtos em uma determinada região, o cadastro, solicitação exportação de dados é realizada apenas por agente públicos que detêm as chaves de segurança do sistema.

Já no estado do Piauí, desde o final de 2018, 35 municípios estavam em situação de alerta e 2 em risco de surto de dengue, zika e Chikungunya pelo Levantamento Rápido de Índices de Infestação pelo *Aedes aegypti* (LIRAA) de 2018, os demais 187 estavam em situação satisfatória, mas isso não quer dizer que não estavam ocorrendo casos (TURBIANI, 2018).

Com tudo, a Fundação Municipal de Saúde (FMS) classificou pelo Índice LIRAA que Teresina estava no critério de médio risco de infestação no período de fevereiro a março de 2019, pontuando a cidade com o valor de 2,4, na escala da LIRAA, esse levantamento também mostrou um aumento no números de bairros com a presença de criadouros e os bairros com maiores índices apontados foram para os bairros : Santa Maria da Codipi, Chapadinha, Parque Brasil, Alegre, Santa Rosa, Areias, Distrito Industrial, Santa Cruz, Saci, Triunfo, Parque Piauí, São Lourenço, Parque Sul e Santo Antônio (TERESINA, 2019a).

5 METODOLOGIA

4.3 Caracterização da Pesquisa.

A pesquisa caracteriza-se como descritiva, pois objetiva a distribuição da doença em relação ao tempo e espaço e sua análise dos dados é caracterizada como exploratória, onde foi possível sua aplicação a partir da coleta de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) que tem como objetivo coletar, transmitir e disseminar dados gerados pelo Sistema de Vigilância Epidemiológica das três esferas de governo em uma rede informatizada, auxiliando a investigação e dar subsídios à análise das informações de vigilância epidemiológica das doenças de notificação compulsória (BRASIL, 2007).

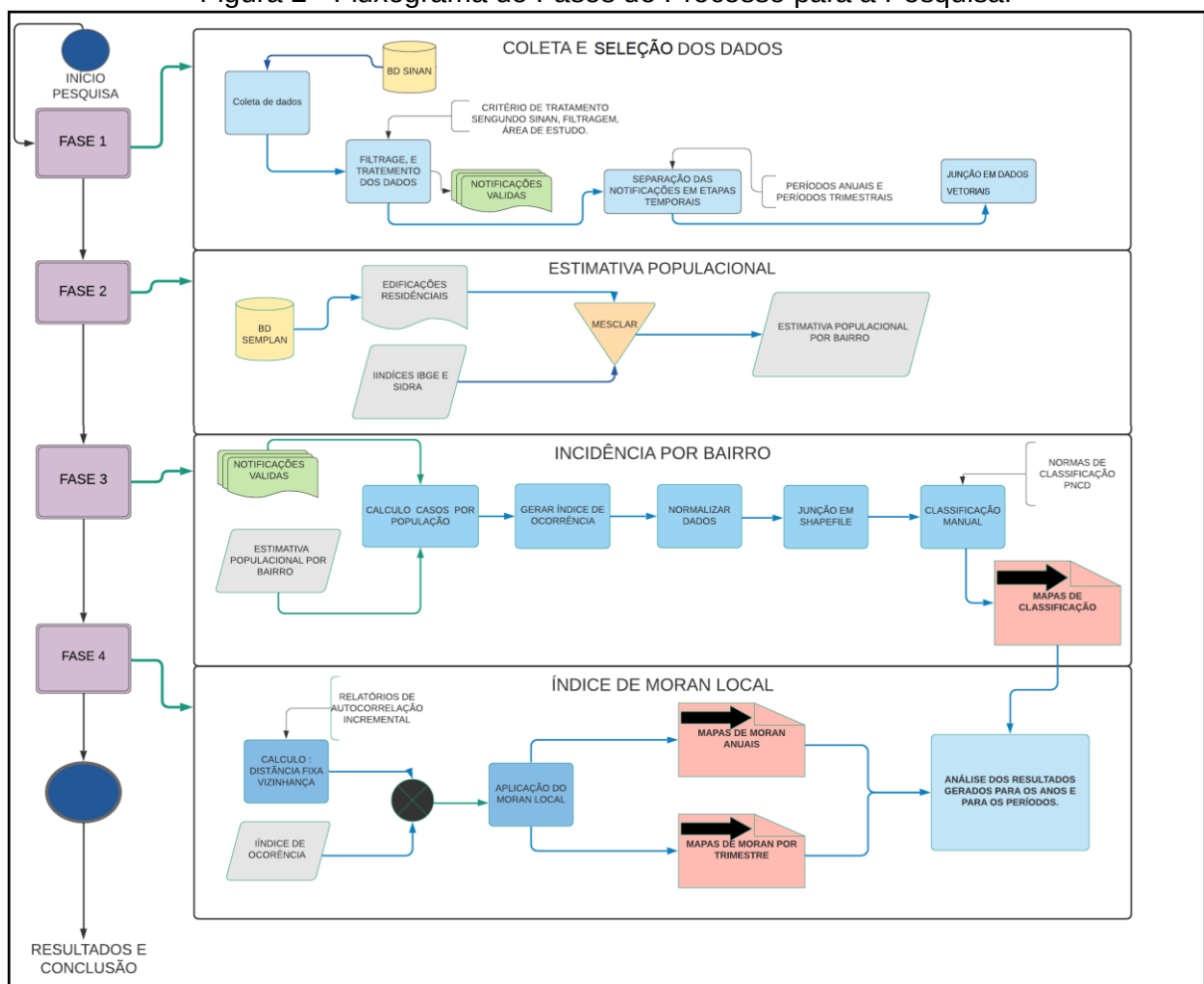
O acesso dos dados do SINAN é realizado por Campos-chaves identificadores do registro, armazenando os dados como o número da notificação, data da notificação, município notificante (código do IBGE e agravo). Toda pesquisa requer chave identificadora onde são extraídas as tabelas internas e que compõem o arquivo Sinannet.dat (BRASIL, 2007).

Então através desse sistema a coleta de dados foi autorizada pela diretoria da Fundação Municipal de Saúde, acessados através de senha restrita e controlada pela diretoria da FMS, onde são coletados as planilhas anuais de notificação de

agravo de acordo com a epidemiologia selecionada no sistema, tais informações são restritas e sigilosas (Anexo A). Na aplicação do estudo não foram utilizados dados pessoais dos pacientes, e sim o enquadramento das notificações em relação a confirmação, período de ocorrência e informação de localidade.

A pesquisa foi realizada em quatro etapas, as quais podem ser observadas no Fluxograma da Figura 2. A primeira fase correspondente a caracterização da área de estudos, por meio do processo de coletas e seleção dos dados. A segunda fase representou a estimativa de população residente para cada bairro. A terceira fase correspondeu na determinação da incidência de casos sobre a população de cada bairros para a Identificar o padrão de evolução temporal e espacial da dengue e pôr fim a quarta fase foi a aplicação do Índice de Moram Local para cada ano e o os períodos trimestrais de cada ano analisado, gerando então os resultados em mapas.

Figura 2 - Fluxograma de Fases de Processo para a Pesquisa.



Fonte: Elaboração Própria.

4.4 Área de Estudo

A área de estudo escolhida para aplicar a metodologia foi a Cidade de Teresina, Capital do Estado do Piauí, localizada no Centro-Norte do Estado, com 1.392 km² de extensão e uma latitude de 05°05'20 sul e longitude de 42°48'07 oeste. A cidade se localiza próximo à divisa com o Estado do Maranhão, em uma altitude de 72 metros de elevação em relação ao nível do mar. A cidade é separada da cidade de Timon - MA pelo Rio Parnaíba. Estando na zona de transição entre o Semiárido Nordestino e a Amazônia conhecida por Meio-Norte, sua vegetação composta pela Floresta Estacional Semidecidual, o Cerrado e a mata de cocais onde nas áreas municipais a predominância é do Cerrado (PIAUÍ, 2007; BRASIL, 2017, TERESINA, 2019b).

O município apresenta um clima tropical semiúmido com duas estações características: o período das chuvas (no verão e outono – com duração de 4,6 meses, de 23 de dezembro a 10 de maio) e o período seco (no inverno e primavera – com 7,4 meses, de 10 de maio a 23 de dezembro). A precipitação pluviométrica anual situa-se em torno de 1.300 mm. O período mais chuvoso é março principalmente em sua última semana, e o mês de maior estiagem extrema é agosto para sua primeira semana, com chuvas rápidas e muito intensas, havendo vendavais, grande força das águas e trovões. Em relação a temperatura, é quente na maior parte do ano, com temperatura média em torno dos 27 °C, tendo mínimas de 22 °C e máximas de 40 °C, e variação sazonal significativa para a sensação de umidade, onde se apresenta quente e úmido de junho a agosto. O período mais abafado do ano dura 10 meses, de 24 de setembro a 24 de julho de um ano para outro (WEATHER SPARK, 2019).

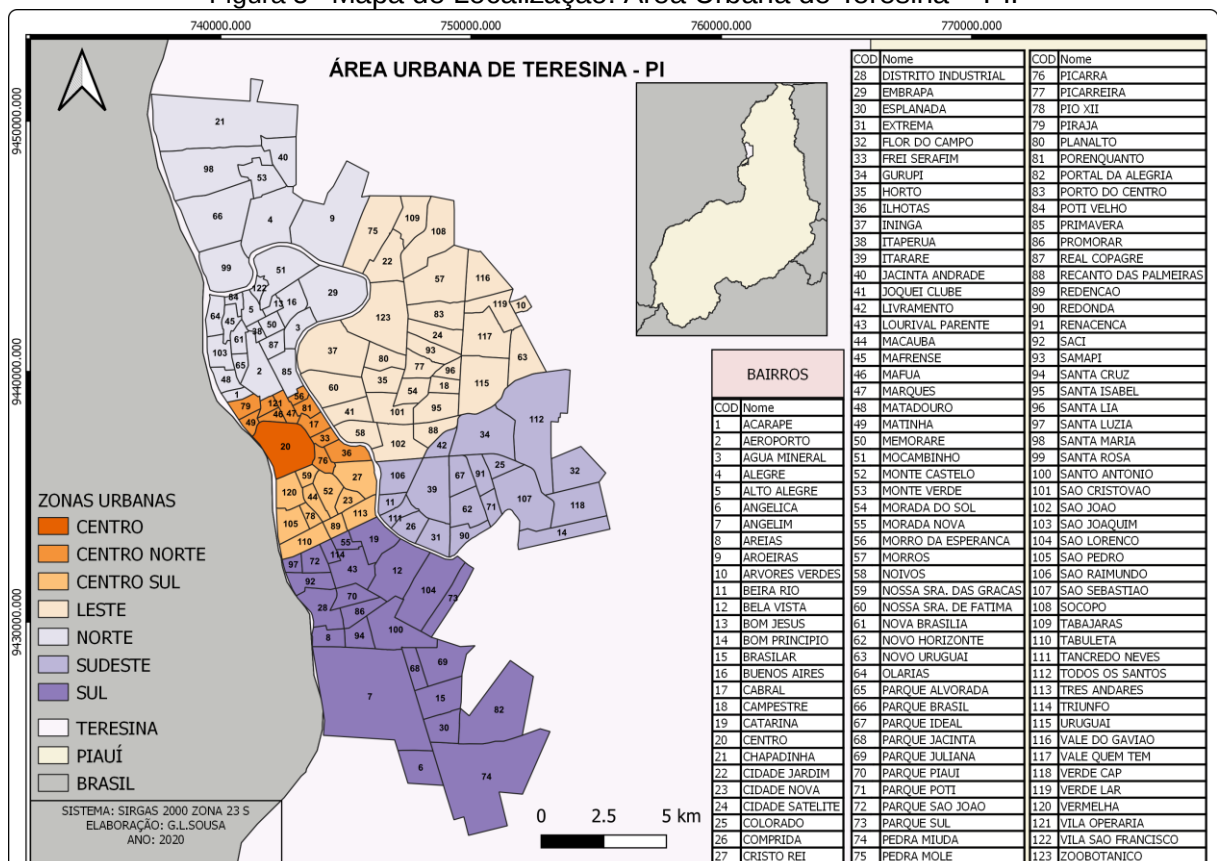
De acordo com o IBGE, o município possui uma população estimada em 814.230 habitantes e a densidade demográfica do último censo (2010) foi de 584,94 hab./km². (BRASIL, 2017). Para essa população o sistema de coleta e tratamento de esgoto que cobre apenas 31% da Capital, Sem o tratamento adequado o restante do esgoto é despejado diretamente nos rios Poti e Parnaíba o que altera o padrão de qualidade destes afluentes sendo que 90% da água que abastece as residências teresinenses são captadas do Rio Parnaíba. A Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEMDUH) declara que a cidade produz em média, 1,2 mil toneladas de lixo diariamente (resíduos domiciliares, resíduos

públicos, resíduos de saúde, restos de feiras livres, podas de árvores, etc.), somente os domicílios tem média de 543 toneladas/dia (PORTAL SANEAMENTO BASICO,2019; TERESINA, 2020).

A cidade destaca-se no setor de prestação de serviços, atraindo milhares de pessoas que buscam tratamentos médicos avançados (TERESINA, 2019b). De acordo com a Prefeitura Municipal de Teresina, existem 634 estabelecimentos de saúde, sendo 8 hospitais, 181 clínicas médicas e 170 consultórios, empregando quinze mil pessoas (BRASIL, 2016; BRASIL, 2017).

Nessa presente pesquisa buscou-se agregar as informações das ocorrências de dengue por área, representadas pelos bairros da zona urbana de Teresina, onde a cidade possui 123 bairros listados e eles encontra-se classificados em 7 zonas urbanas como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Mapa de Localização: Área Urbana de Teresina – PI.



Fonte: Elaboração Própria.

4.5 Coleta e Seleção dos Dados.

A pesquisa foi aplicada para os anos de 2013 a 2018, pois continham as informações para todas as semanas epidemiológicas adotadas pelo Manual do SINAN, o qual prever a forma de coleta, alimentação do Banco de dados e prever normas de inclusão e exclusão das notificações (BRASIL, 2007). Com acesso ao Sistema de Agravos, foram exportadas as planilhas para o município de Teresina, em cada ano estudado no formato DBF, as quais contém as informações registradas nas unidades de saúde de cada notificação de dengue para todos os anos.

O ponto principal consistiu em encontrar o endereço associado a cada caso, ou seja, a localização geográfica dos casos onde contém outras informações como, data do atendimento, endereço do paciente, diagnóstico descartado ou confirmado, sexo do paciente, etc., porém nessa pesquisa apenas foram usados as notificações que puderam ser atribuídas a algum bairro e classificadas como casos confirmados, para chegar a finalidades dessas notificações válidas, foram feitas etapas de filtragem obedecendo os parâmetros espaciais e temporais da pesquisa e principalmente os parâmetros de inclusão e exclusão do Brasil (2007) para a validação das notificações:

- Notificações que continham logradouro, bairro ou um dos dois, para se ter a informação espacial;
- Das notificações com endereço, quais estavam apenas dentro do limite urbano oficial.

Passando então para os parâmetros de inclusão ou exclusão segundo Brasil (2007), e GT -SINAN (2018) sendo eles:

Classificação Final – O SINAN, após o período de avaliação e confirmação sorológica de cada notificação, estabelece uma classificação final as quais poderão dizer se um caso é confirmado ou não como dengue e que tipo de dengue é categorizado.

Sendo as categorias listadas da seguinte forma:

Class_Final (1) – dengue;

Class_Final (10) – confirmado como dengue com sorologia positiva;

Class_Final (11) – confirmado como dengue com sinais de alarme;

Class_Final (12) – confirmado como dengue grave;

Class_Final (13) – Chikungunya;

Class_Final (5) – descartados;

Class_Final (8) – nomenclatura que apareceu nas planilhas nos anos de 2015, 2018 sem registro do seu significado nos documentos de dados do SINAN ou manual de normas de inclusão ou exclusão.

Com isso, para a presente pesquisa foram considerados as notificações com classificação final 1, 10, 11 e 12. A classificação do Ministério de Saúde e do próprio manual do SINAN, apresentam outros atributos em suas planilhas que podem ajudar a seleção da seguinte forma: casos descartados, caso confirmado, caso confirmado do tipo 2 e 3 e caso confirmado do tipo 4 (com ou sem óbito) (BRASIL, 2016), termos que possibilitaram a seleção de casos que o atributo Classificação final estivesse nulo.

Duplicidade de Notificação - Considera-se duplicidade de registros de agravos notificados como casos suspeitos e/ou confirmados, quando o mesmo paciente foi notificado mais de uma vez pela mesma ou outra unidade de saúde, durante o período prodrômico (fase que precede o aparecimento de sintomas de uma dada doença, na qual a maioria dos sinais clínicos são inespecíficos) de um mesmo evento, isto é, que contam a data inicial de notificação para os primeiros sintomas na mesma semana epidemiológica (BRASIL, 2007). As correções para esses casos são feitas manualmente, porém não sendo corrigidas o próprio sistema de forma automática estabelece um prazo do fluxo de retorno de 30 dias entre as notificações, entendendo que cada caso de dengue só é encerrado no sistema após 60 dias. O sistema também prevê a duplicidade para casos de transferência entre unidades de saúde, o qual o Manual do SINAN considera como registro duplo (BRASIL, 2007). Sendo assim, os critérios de seleção foram estabelecidos para a pesquisa da seguinte forma:

- **Duplicação de Notificação temporal** – Segundo Brasil (2007) pacientes notificados mais de uma vez, com períodos menores que 4 semanas, não são considerados como uma nova reinfecção, e sim, uma continuidade do caso clínico já existente, considerando a notificação mais antiga.

- **Duplicação temporal por localidade** – Pacientes notificados mais de uma vez dentro das 4 semanas seguidas e que foram notificados em unidades de saúde distintas ou com endereço do próprio paciente em localidades diferentes, deve ser considerado apenas a primeira notificação (BRASIL, 2007).
- **Duplicidade por erro de digitação** – Devido o preenchimento dos dados ainda serem feitos de forma manual, foi realizada uma conferência, para cada notificação se não haveria uma duplicidade dessa informação, as quais também eram consideradas apenas uma (BRASIL, 2007).

Após a filtragem e seleção das notificações validas, foram divididas as ocorrências por semana epidemiológica, sendo o período padrão adotado por Brasil (2007) da 1ª semana a 52ª semana do ano vigente. As notificações foram agrupadas para cada ano em 4 períodos, para uma apresentação mais didática dos resultados e também levando em consideração os períodos de alteração climática da cidade, já que o fator climático tem grande influência no comportamento da dengue (CASSAB; MORALES; MATTAR, 2011), sendo os períodos apresentados a seguir:

- 1º Período – 01ª a 13ª semana;
- 2º Período – 14ª a 26ª semana;
- 3º Período – 27ª a 39ª semana;
- 4º Período – 40ª a 52ª semana.

Terminada a etapa de seleção e padronização das informações de ocorrência, foi iniciada a etapa de integração dos casos com as localizações geográficas. As informações espaciais obtidas estavam representadas em arquivos Vetoriais na extensão *ShapeFile*, contendo as geometrias de polígono dos limites dos bairros da área urbana de Teresina. Estes dados foram coletados na Base de dados do IBGE, com última atualização referente ao ano de 2013.

A associação dos casos com o limite dos bairros foi possível através da informação de endereço dos casos, extraída da base do SINAN, foi contabilizado a quantidade de casos que ocorreram em cada bairro, já que muitos casos apenas constavam o bairro de ocorrência, classificados por ano e por 4 período trimestrais em cada ano. Com as informações espaciais, foi possível, ainda, realizar uma última filtragem e excluir os dados que não pertenciam a área de estudo. Foram excluídos,

também, os casos que não foi registrado o endereço do paciente, o que impossibilitava a associação do caso com uma localização espacial.

4.6 Estimativa do Índice de Ocorrências.

Com o objetivo de entender a intensidade de casos da endemia em cada bairro, é necessário a avaliação sobre a população. Contudo, para a cidade de Teresina, não foi possível estabelecer, a partir de dados oficiais, uma estimativa real do quantitativo populacional para cada bairro, pois o último censo demográfico foi realizado em 2010, com registro populacional de 814.240 habitantes para o município de Teresina. Em relação a área urbana sua demarcação atual já existia, porém com bairros sem a presença de residentes que em 2010 totalizavam 14 bairros, o que foi mudando ao longo dos anos onde em 2013 todos os bairros já constavam oficialmente domicílios, assim foi indispensável o levantamento aproximado da quantidade de moradores de cada bairro.

Buscou-se realizar uma estimativa da população por bairro a partir dos dados de quantitativo geral de edificações na cidade que totalizou 325.282 até novembro de 2019, atualizados constantemente pela Secretaria Municipal de Planejamento Urbano de Teresina (SEMPPLAN).

Primeiro foi realizada uma pesquisa sobre o Índice médio de moradores por residência para a Cidade de Teresina. Foi possível extrair, pelo censo de 2010 apresentado pelo IBGE e pela plataforma do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) um valor médio geral dos índices aplicados desde o ano de 1996 até o período atual, a média aproximada de 3,9 moradores por residências para Teresina, sendo esse valor encontrado a partir da média dos Índices oficiais, como mostra a Equação 1 (BRASIL, 2010).

$$Idp = \frac{\sum Idb_{IBGE} + I_{sidra}}{2} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

- Idp – Índice de moradores por domicílio;
- Idb_{IBGE} - Índice de moradores por domicílio por bairro 2010;

- *I_{sidra}* - Índice de moradores por domicílio SIDRA.

Depois de definido o Índice de moradores por domicílio, a etapa seguinte consistiu em contabilizar a quantidade de residências para cada bairro. A SEMPLAN disponibilizou as informações espaciais de lotes residenciais de cada bairro. Com o SIG, foi somado a quantidade de residências de cada bairro e multiplicado pelo Índice de moradores por domicílio. Esse dado foi ainda ponderado pela quantidade de pavimentos, visto que alguns lotes representavam prédios residenciais, assim a quantidade da população foi ainda multiplicada pela quantidade de pavimentação considerando apenas uma residência por andar, resultando o valor estimado da população de cada bairro.

Em seguida, a população de cada Bairro é dividida em parte de 1000, gerando um índice populacional. Os valores foram ainda normalizados para a análise de classificação espaço-temporal. O Programa Nacional de Controle da Dengue – PNCD sugere a utilização de valores por uma quantidade de habitantes, isto é, estabelecer a incidência de casos a cada 100.000 habitantes. Logo, foi estipulado um peso populacional para cada bairro, para 1000 habitantes, pois o PNCD é feito em abrangência municipal, e no presente estudo a abrangência é dada por bairro, que possui uma relação menor de quantidade de habitantes.

Com isso, a incidência das ocorrências de dengue, serão finalmente aplicadas dividindo o valor total de notificação de cada bairro, pelo índice populacional gerado para cada área, resultando na formula geral:

$$I = \frac{NC}{\sum Pav * 3,9 / 1000} \quad \text{Eq. (2)}$$

- *I* = Incidência de casos para cada bairro por 1000 habitantes;
- *Nc* = Número de casos registrados por ano ou período em cada bairro;
- *Pav* = Pavimentos residências.

4.7 Análise Exploratória de Visualização

Apesar dos métodos existentes para classificação automática, nesta pesquisa foi utilizada a classificação manual selecionando os intervalos de acordo com os

critérios do PNCD que classifica a cada 100 mil habitantes por município, onde no presente trabalho foi convertido a classificação para cada 1000 habitantes por bairro, como mostrado a seguir (BRASIL, 2007):

- **Áreas de baixa incidência** – Regiões, estados ou municípios com taxa de incidência menor que 100 por 1000 habitantes, no período de um ano;
- **Áreas de média incidência** – Regiões, estados ou municípios com taxa de incidência no intervalo entre 100 a 300 casos por 1000 habitantes, no período de um ano;
- **Áreas de alta incidência** – Regiões, estados ou municípios com taxa de incidência maior que 300 por 1000 habitantes, no período de um ano.

4.8 Análise Exploratória de Associação Espacial.

Para o estudo, não foi utilizado o número de notificação para cada bairro, e sim, o Índice gerado em cada bairro para cada 1000 habitantes, com isso temos o Índice de Moran Local que pretende mostrar os bairros que se agrupam na importância de incidências de casos, nem sempre que um bairro apresentar um resultado alto será aquele que teve o maior número de notificações, mais para a sua população ele apresenta uma incidência alta.

O método aplicado necessitou de alguns parâmetros para sua aplicação, como o tipo de vizinhança, que nesse estudo foi estabelecido pela Distância Fixa pois existem inconsistências de contiguidade entre os bairros, onde o valor dessa distância pode ser dada a partir da análise de autocorrelação espacial incremental relacionando a existência dos vários valores de intervalos de distância possíveis e mostrando os picos da existência de autocorrelação para essas distâncias, ou seja, onde você consegue definir dependência espacial e que distâncias maiores vai levar os dados a uma dispersão (LEITE, 2017; ESRI, 2018).

Com relação à distância, podemos ainda considerar relações de distâncias diretas ou inversas, que influencia nas precisões ou redução de erros. O método para determinar distância padrão consiste em especificar uma distância de corte para as opções Distância inversa e Distância direta, com isso a influência dos recursos fora da distância especificada é reduzida com a distância, enquanto aqueles dentro do limite da distância são igualmente considerados. Quando não determinada é a distância euclidiana que garante que todos os recursos tenham pelo

menos um vizinho (ESRI, 2018).

A análise incremental para todos os períodos de classificação. A definição da distância padrão consistiu na média das distâncias encontradas na análise incremental, como mostra a Equação 3.

$$Dm = \frac{\sum BD}{10} \quad \text{Eq. (3)}$$

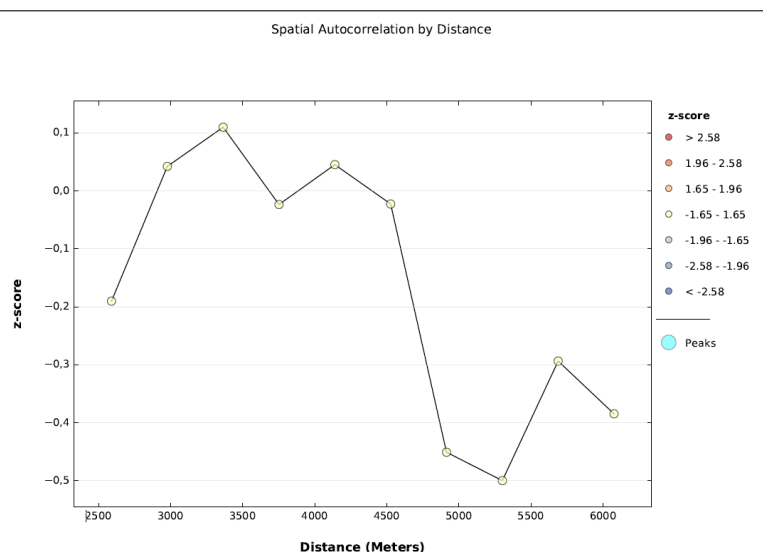
Onde:

- Dm - Distância média;
- BD – Bandas de Distâncias do incremento da autocorrelação de cada período;
- 10 – Número de bandas consideradas.

Podemos ver na Figura 4, um exemplo para o ano de 2018, de um dos relatórios gerados na análise incremental, onde foi considerado a Equação 3 para todos os períodos e assim determinar a distância fixa que apresenta as melhores condições para se ter uma análise de agrupamento, ou seja, até essa distância temos o maior número de agrupamentos para a área de estudo, acima dessa distância começa a ser apresentado uma dispersão.

Essa análise de distância incremental, calculada resultou em no valor de 3.955 metros, o qual predominou em todos os anos e trimestres, distância essa que está entre as autocorrelações de 3.751,94 m e 4.139,25 m, sendo assim, está a distância utilizada em toda a pesquisa.

Figura 4 - Autocorrelação de Distância Incremental 2018.



Fonte: Elaboração Propria.

Para esta pesquisa além do método da distância fixa, também foi aplicação de distância euclidiana inversa onde os vizinhos próximos têm uma influência maior que os mais distantes e garante pelo menos um vizinho para cada polígono analisado.

Definido o método de vizinhança foi então aplicado o Índice de Moran Local. Essa análise foi aplicada usando o SIG *ArcGIS*. Sendo o Índice de Moran Local baseado em produtos cruzados para medir a associação de valores, que é útil para fornecer uma indicação de agrupamento global dos dados, esta medida precisa ser uma estatística local, o qual possibilita a identificação dos padrões de associação espacial significativa, seguindo uma fórmula onde leva-se em consideração os intervalos de significância, o número de áreas associadas, os Índices de cada área e seus intervalos e sua média dos vizinhos (ANSELIN, 1992). A fórmula para o cálculo do Índice de Moran local para cada área é dada pela Equação 4, mostram o grau de associação espacial no conjunto de dados como um todo:

$$I = \left[\frac{n}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \right] \times \left[\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y}) (y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \right]$$

Eq. (4)

Fonte: (O'SULLIVAN, D. e UNWIN, 2014).

Onde o numerador da segunda fração é o termo de covariância visto a seguir na Equação 5:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y}) (y_j - \bar{y})$$

Eq. (5)

Fonte: (O'SULLIVAN, D. e UNWIN, 2014).

Onde:

- i e j = é a referência para as diferentes unidades ou zonas de área no estudo e y é o valor dos dados em cada um;
- $\bar{Y}$ = é a média geral dos atributos;
- n = número de polígonos (Bairro);

- W_{ij} = Elementos da Matriz de peso (elemento de covariância ponderado de acordo com a proximidade). Corresponde a impedância espacial entre as áreas “i” e “j”;
- y_i e y_j = Taxas da dengue por população (amostras geradas); se ambos estiverem acima ou abaixo da média, são positivos; se estiverem em situações opostas (um acima e outro abaixo), o produto é negativo, seu tamanho será medido pela proximidade da média dos valores da zona onde tal área se localiza.

Todo o resto na Equação 4 normaliza o valor de I (Índice de Moram) considerando o número de zonas, o número de adjacências, e o intervalo de valores em y, resultando em autocorrelação positiva (*cluster*), para áreas positivas com relação de vizinhos com média positiva; autocorrelação negativa (*cluster*) para áreas negativas com adjacência média negativa e áreas com valores postos a média de sua vizinhança (*outliers*) (O’SULLIVAN, D. e UNWIN, 2014).

4.9 Análise Temporal.

Para a relação temporal de ocorrências da dengue, foi utilizada a classificação trimestral para cada ano, demonstrando o tipo de comportamento a cada trimestre do ano, para o contextos anuais de 2013 a 2018, com o padrão de distância determinada para ambas as variações temporais, fazendo uma análise retrospectiva do fenômeno. Estes serviram para revelar a sazonalidade da endemia na região. Assim, foi possível identificar o padrão espacial apresentado por esta doença em Teresina, em relação a evidência populacional de cada bairro. (WHITTEMORE et al., 1987; KULLDORFF et al., 1998; PINTO; SANTOS e OLIVEIRA, 2014).

5 RESULTADOS E DISCURSÃO

Com os dados selecionados foi possível estabelecer valores de notificação por período de cada ano de estudo, distribuídas nos 123 bairros da área urbana da Cidade de Teresina.

Nessa primeira etapa podemos observar que para o período de 2013 a 2018, foram apresentadas 24.114 notificações de casos de Dengue no sistema SINAN. Após seleção onde foram excluídas 6.470 ocorrências, isto é, 26,83% dos casos não correspondiam aos parâmetros para integrarem ao estudo, totalizando no final 17.644 notificações válidas para anos analisados.

Foram também verificadas as notificações que não continham informações de endereço sendo o total de 414, representando 1,72% de todas as notificações do sistema. As notificações descartadas pela classificação final corresponderam a 22,78% do total, isto implica em casos que de forma inicial foram tratados como dengue mais não confirmados como tal. Sendo então, que a média inicial apresentou um valor de 4.019 notificações, após a filtragem dos dados a ocorrência média passou a ser 2.941 para os seis anos.

A Tabela 1, mostra os valores anuais de notificação, valores que permaneceram após o processo de seleção e o percentual de perdas em notificação que não puderam fazer parte da pesquisa.

Tabela 1 - Quantitativo Final para Notificações Válidas.

Quantitativo Final para Notificações Válidas			
ANO	Not SINAN	Not Válidas	Pec Exclusão (%)
2013	2866	1972	31,19
2014	4651	3636	21,82
2015	6387	4862	23,88
2016	4385	3221	26,55
2017	4334	2932	32,35
2018	1491	1021	31,52
NOT_SINAN - Número Inicial de Notificações; NOT_VÁLIDAS - Número de Notificações Após Processo de Seleção; PEC_EXCLUSÃO - Percentual Total De Notificações Excluídas Anuais.			

Fonte: Elaboração Própria.

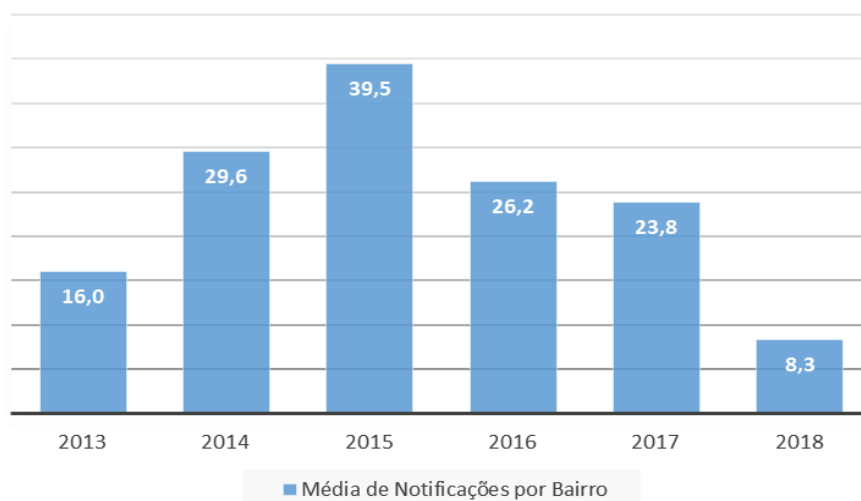
Para esse cenário podemos perceber que de 2013 a 2015 o número de casos vinha aumentando, e isso pode ser resultado da melhoria no processo de notificação dos casos. As notificações, até 2013 classificavam apenas 3 tipos de dengue e em 2014 passaram a classificar 4 tipos, além de registrar a informação dos casos descartados, outro ponto, é o aumento populacional da cidade no período, sabendo que vários bairros passaram a existir a partir de 2011 e a estruturação desses bairros passaram a ser maior nos anos iniciais da pesquisa. Em relação as perdas no processo de seleção os três primeiros anos apresentam uma queda do primeiro ao terceiro ano, a própria padronização dos dados inseridos puderam minimizar

essas perdas, apesar do comportamento inverso no número de notificação.

Já de 2015 a 2018, verificamos uma redução gradual dos casos o que pode ser resultado de uma maior interferência da gestão pública em relação as demandas da endemia e melhor conscientização populacional, porém o percentual de perdas para esses números menores de notificação passaram a ter uma maior significância, podendo ser oriundos do relaxamento do preenchimento dos dados no sistema, mostrando um comportamento crescente diferente dos primeiros três anos.

A média geral das ocorrências, passou a ser 2.941 após todos o processo de seleção, com isso é possível entender o comportamento dessa média para cada ano em relação aos bairros, como mostrado no Gráfico 1.

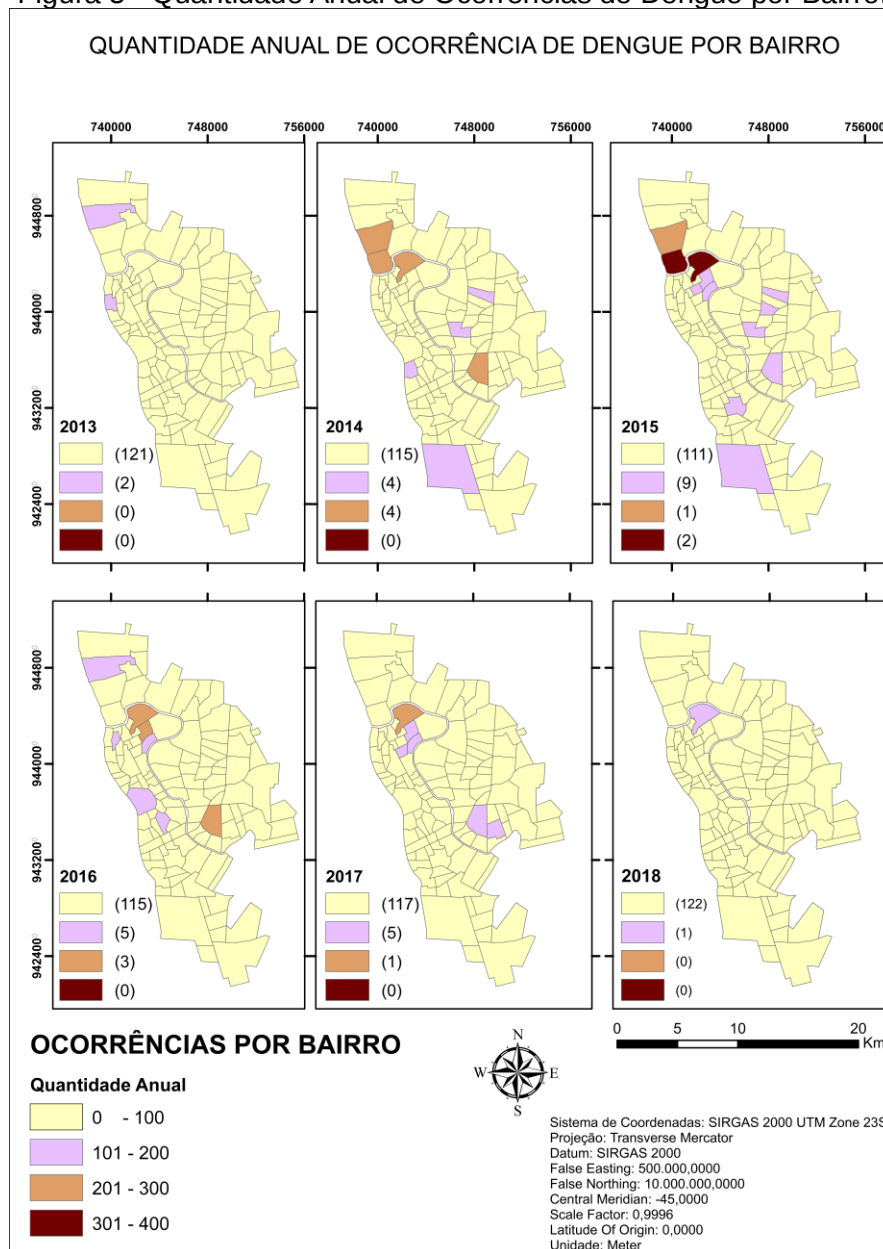
Gráfico 1 - Média Anual de Notificações Válidas por Bairro.



Fonte: Elaboração Própria.

De 2013 a 2015, há um crescimento de notificações, sendo o ano de 2015 com a maior média, já 2016 deu início ao comportamento da queda nas notificações e 2018 se destacou com menor média entre todos os anos, mantendo o padrão igual ao número de notificações da Tabela 1. Não necessariamente todos os bairros tenham tido a mesma média, pois para todos os anos foi apresentado pelo menos um bairro com valor zero em notificação, nesse aspecto, se entende que os que registram valores altos de notificação influenciam a visão geral do comportamento da dengue para toda a cidade. Para mostrar os bairros que tiveram maior peso em notificação a cada ano a Figura 5, traz o mapa com a quantidade anual de ocorrências por bairro.

Figura 5 - Quantidade Anual de Ocorrências de Dengue por Bairro.



Fonte: Elaboração Própria.

A partir da Figura 5, podemos ver que espacialmente a ocorrência de dengue foi crescente de 2013 a 2015, sendo que esse ultimo ano apresentou dois bairros com valores acima de 301 ocorrências, o que elevou a média geral da cidade, no geral a maior predominância de valores altos estão na zona Norte com alguns destaques para as zonas Sul e Sudeste.

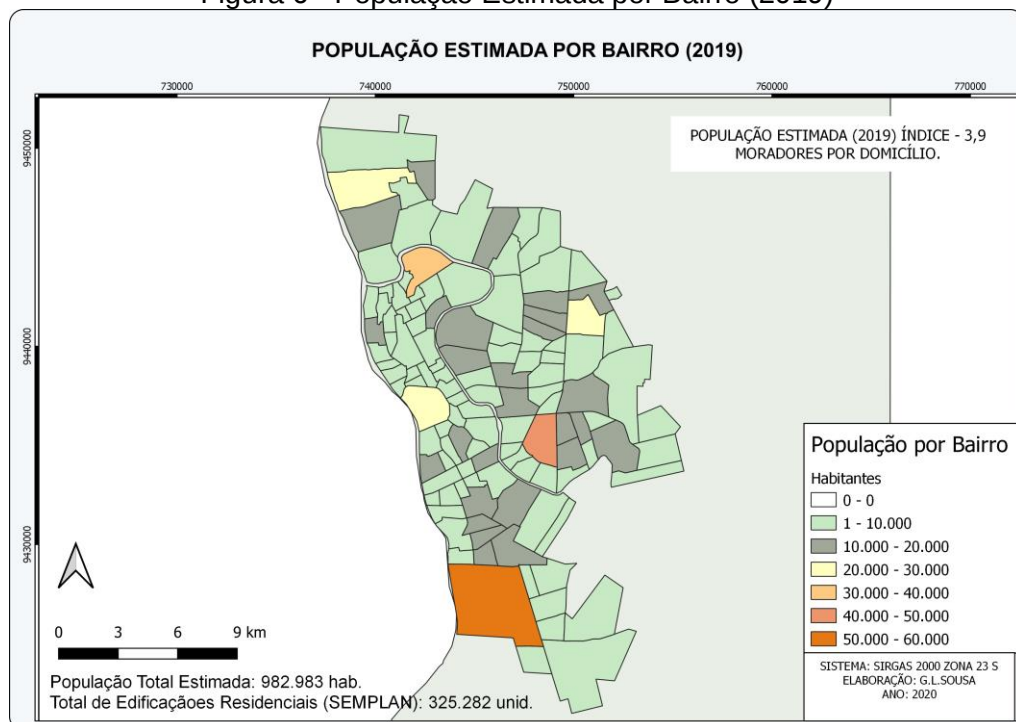
Já a partir de 2016, assim como na Tabela 1 e Gráfico 1, foi visto um comportamento decrescente no número de notificação, o bairro de maior atenção foi o Mocabinho, que exceto 2013, para todos os anos se apresenta como o destaque de maior ocorrência, e na região sudeste o Bairro de Itararé, que ficou com

um comportamento de valor até 100 notificações apenas nos anos de 2013 e 2018. É possível ver uma mudança na dinâmica da cidade ao longo dos anos, com uma maior intervenção da gestão pública de saúde a partir de 2016, porém não o suficiente para entender as relação e peso das ocorrências em cada bairro e sua real relação espacial.

5.2 Estimativa da População

Para entender o peso das notificações geral em cada bairro, é necessário estabelecer um parâmetro comparativo, nesse caso, a estimativa populacional de cada bairro através do índice aplicado de 3,9 moradores por domicílio, sendo o resultado apontado na Figura 6, mostrando a quantidade de moradores por bairro.

Figura 6 - População Estimada por Bairro (2019)



Fonte: Elaboração Própria.

A população estimada na presente pesquisa, apresentou um valor acima do estimado pelo IBGE para o ano de 2019 que foi de 864.845 habitantes (BRASIL, 2019), o que pode ser justificado pela diferença entre os Índices, no qual, o Índice aplicado foi o mesmo para todos os bairros, já o IBGE aplica para cada bairro um Índice específico, o que não foi possível realizar pois no censo 2010, os 14 bairros que constavam com valor nulo de domicílios não possuíam um índice próprio. Outra

possibilidade se deve ao fato da dificuldade encontrada na pesquisa para contabilizar a estimativa de população para lotes que representam apartamentos, no qual foi minimizado pela ponderação do Índice em relação aos pavimentos de lote, considerando a existência apenas de uma residência por pavimento.

Podem serem apontados os bairros como: o Mocambinho como o de maior densidade demográfica na região Norte, o Bairro Itararé na zona Sudeste e o Bairro Angelim na zona Sul sendo esse o maior em valor populacional estimado entre todos os bairros registrando 55.543 habitantes.

5.3 Visualização de Incidência de Casos por Habitantes.

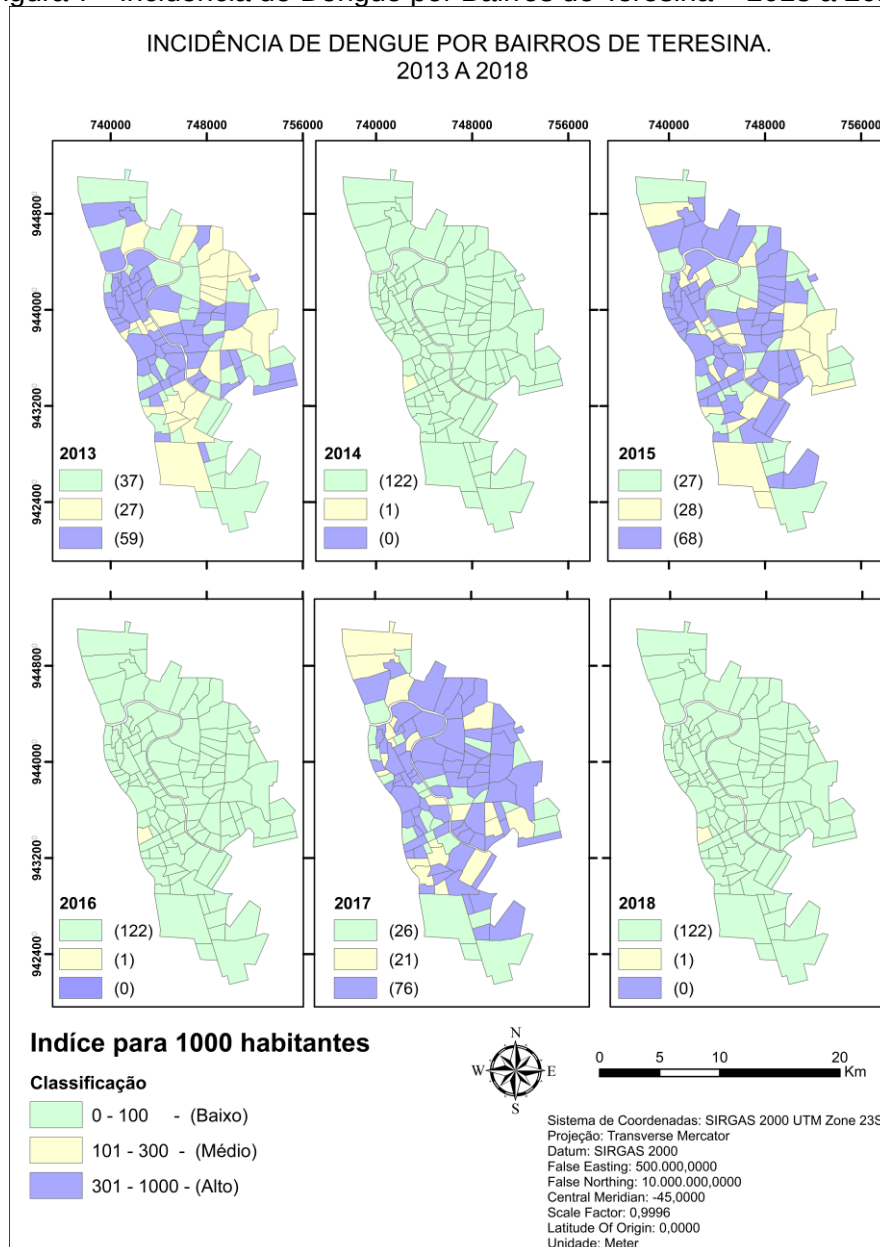
A classificação da incidência pode trazer uma visão geral do comportamento distributivo das ocorrências, não apenas das notificações por área como visto na Figura 4, mas o peso que esse quantitativo tem relação a sua população residente. A partir da classificação da PNDC, foram determinados os bairros com incidência baixa (0 a 100 casos), média (101 a 300 casos) e alta (301 a 1000 casos) por cada 1000 habitantes.

Os resultados estão apresentados na Figura 7, para os anos de 2013 a 2018. Podemos observar que os anos de 2013 e 2015 tiveram ocorrências mais significativas, ou seja, muitos bairros tiveram entre médio e alto nível de incidência de dengue. Já o ano de 2014 só teve um bairro São Pedro com incidência média, sendo todos os outros com incidência baixa.

Mesmo que o ano de 2014 tenha mais notificações do que ano de 2013, percebemos que as ocorrências de 2013 foram mais concentradas, com destaque para as regiões da zona Norte e Centro da cidade. O ano de 2015 também apresentou concentrações das incidências, mantendo valores significativos para a zona norte e com aumento de concentração dos bairros mais afastados do Centro.

Em relação a 2016 e 2018 com a mesma distribuição de incidência do ano de 2014, repetindo até o mesmo bairro que se mantém com incidência média. Já o ano de 2017 apresenta característica similares aos anos 2013 e 2015, sendo o ano de 2017 com maior casos com incidência alta.

Figura 7 - Incidência de Dengue por Bairros de Teresina – 2013 a 2018.



Fonte: Elaboração Própria.

A partir do mapa de Incidência, podemos observar um padrão de distribuição alternada entre os anos, com variação a cada 2 anos. Comparando o mapa de Incidência com as médias de notificações apresentadas no Gráfico 1, percebemos que os anos de 2014, 2016 e 2018 apresentaram uma distribuição mais homogeneia, mesmo que os anos de 2014 e 2016 sejam o segundo e terceiro, respectivamente, com maior média de casos por bairro. Já os anos de 2013, 2015 e 2017, apresentaram concentrações de casos, com destaque para as regiões Centro, Norte e Leste.

Nos anos que apresentaram a classificação alta, os bairros mais populosos

também apresentam algum tipo de padrão, podemos destacar então alguns bairros como: Centro, Mocanbinho e Itararé que são sempre classificados como incidência Alta; o bairro Angelin que em 2013 e 2015 mostrou uma classificação média e para os demais anos classificação baixa, mesmo sendo ele o bairro com a maior população estimada no estudo; outro bairro foi o Santa Maria com alta incidência em 2013 e para os anos de 2015 e 2017 média incidência, e o bairro Vale Quem Tem com classificação alta em 2015 e 2017. Apesar de serem os bairros mais densos em quantidade populacional, o padrão não é igual entre eles, o padrão das zonas onde estão podem influenciar o seu comportamento a cada ano.

5.4 Análise de Associação Espacial

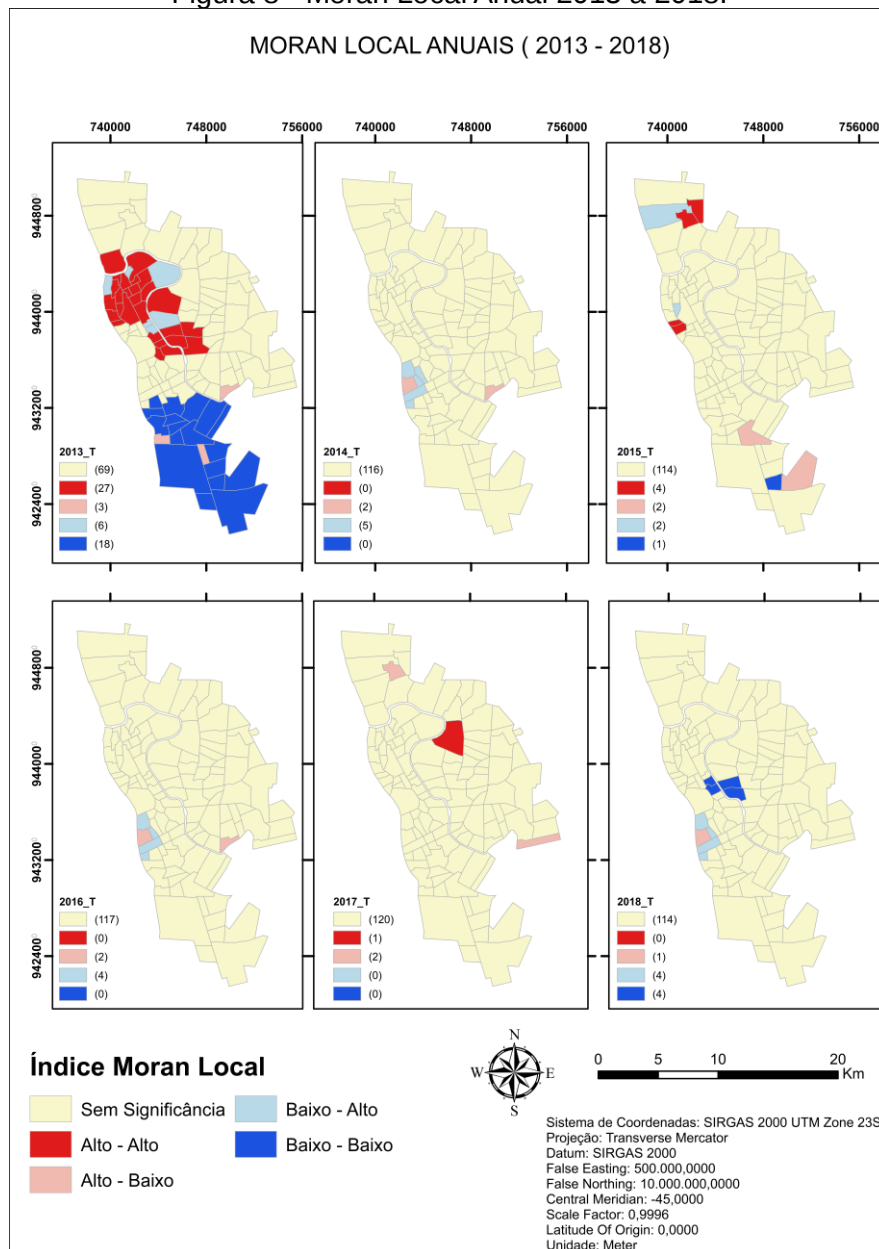
6.3.1 Índice de Moran Local

O comportamento de ocorrência de Dengue não pode ser analisado apenas pelo seu quantitativo por área ou importância por quantidade populacional, é necessário, ainda, a aplicação de análises que mostrem as influências que aquela região possui em relação às regiões vizinhas, para isso é aplicado a análise da associação espacial, onde primeiramente é importante determinar a melhor configuração de vizinhança, estabelecida pela distância fixa de 3.955 metros com aplicação de distância euclidiana inversa.

A partir disso, com base nas ferramentas exploratórias de análise espacial no SIG, foi possível verificar a dependência espacial entre os bairros com a análise de autocorrelação espacial aplicada pelo Índice de Moran Local, onde busca identificar um padrão da distribuição dos *clusters* e *outliers* para os anos de análise.

A análise do Índice de Moran Local foi gerada para os anos de 2013 a 2018 mostrado na Figura 8, onde podemos observar uma semelhança dos padrões em relação ao Mapa de Incidência das Figuras 6. Os anos de 2014, 2016 e 2018 apresentaram as mesmas associações espaciais, no qual confirmou o destaque para o bairro São Pedro, que possui valor alto e vizinhos (Vermelha, Tabuleta e Pio XII) com valores baixos, sendo então caracterizado como um *outlier*, por se destacar dos vizinhos os quais têm uma população menor e poderiam tenderem a valores altos, onde o bairro São Pedro pode ser um influenciador significativo para a região Centro-Sul.

Figura 8 - Moran Local Anual 2013 a 2018.



Fonte: Elaboração Própria.

Os 2015 e 2017 apresentaram poucas associações espaciais significativas, ambos os anos apresentam *clusters* e *outliers* isolados, onde o bairro está entre uma vizinhança alta ou baixa mais que não geram significância de autocorrelação entres os vizinhos. A presença de *outliers* pode facilitar na identificação de bairros que elevam ou diminuem a média de sua região, no caso podemos falar do bairro Renascença na zona Sudeste, que para os anos de 2013, 2014 e 2016 foi apontado como Valor Alto em relação aos seus vizinhos de valor baixo, tal vizinhança também não apresenta para os mesmos anos uma autocorrelação entre si, o que implica que esse bairro é uma demanda constante de atenção pois o seu valor populacional em

relação a esses vizinhos é menor, logo o quantitativo de ocorrências tem uma significância maior para sua população.

Com tudo o ano de 2013 foi o que realmente apresentou uma forte associação espacial, com destaque para *clusters* positivos no Centro-Norte se estendendo para a região Leste e Norte e *clusters* negativos na região Sul, em um ano que segundo PiauÍ (2013) a capital Teresina foi sozinha responsável por mais de 37% de todos os casos no estado do PiauÍ, mesmo sendo um ano que o quantitativo de notificação foi muito menor que os demais anos analisado (PIAUÍ, 2013a).

Os períodos anuais mostram em sua maioria uma falta de significância de associação espacial, isso se deve ao fato de que essas áreas possuem valores de Índices próximos ao valor médio de toda a amostra, ou seja, apresentam um padrão que não se destaca e que não se configura como forte autocorrelação espacial. É importante também fazer uma verificação em intervalo de tempo mais curto, com intuito de aproximar a análise local no que se refere ao recorte temporal, para isso as análises seguintes são apresentadas por períodos trimestrais classificados pelo número de semanas epidemiológicas de registro.

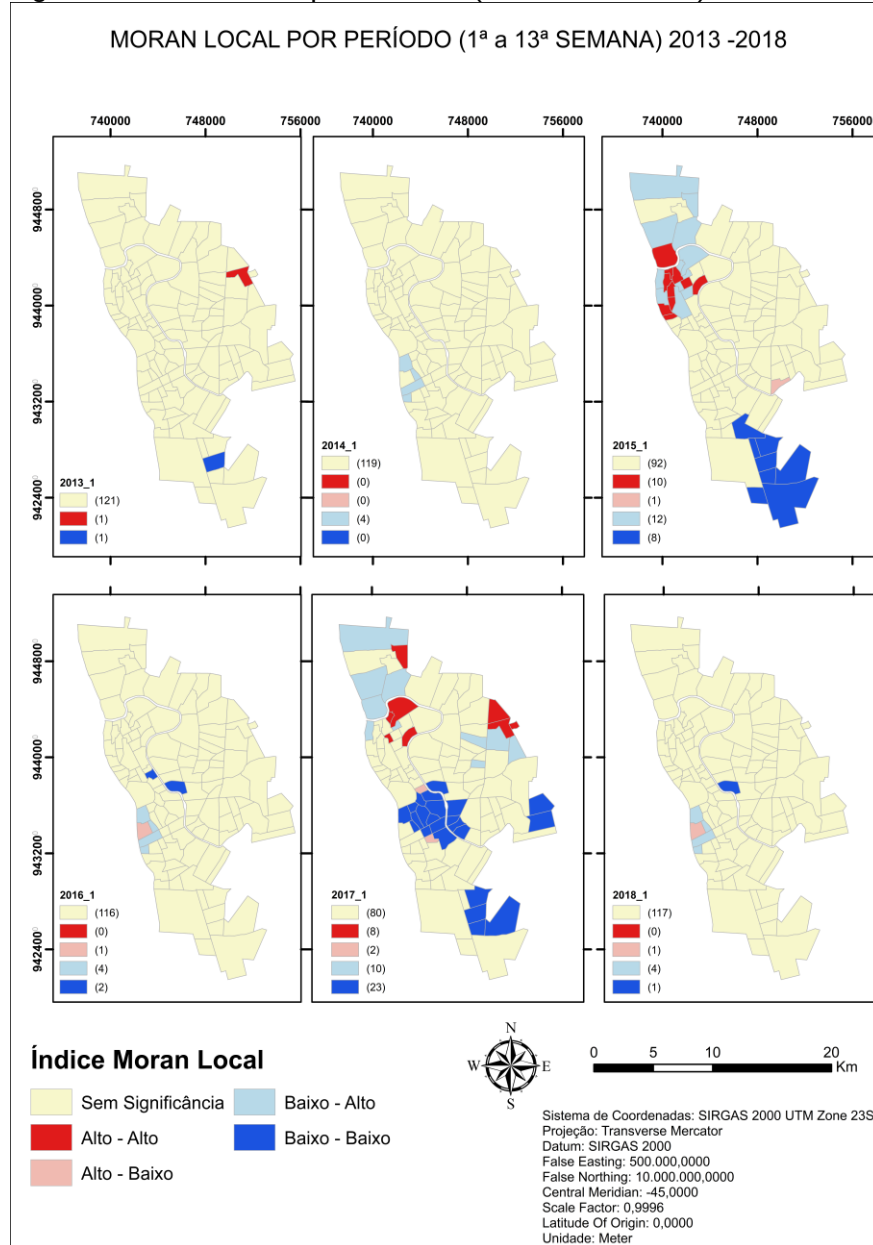
a. Primeiro período – 1ª a 13ª semana:

A autocorrelação espacial para o primeiro período de análise está representado pela Figura 9, onde anos de 2015 e 2017, apresentaram o maior número de associações espaciais significativas, com predominância de *clusters* negativos, ou seja, existe forte relação de valores baixos para média baixas. A zona Norte foi a que apresentou relações de valores altos e que se manteve nos dois anos, em particular o bairro do Mocanbinho que em 2015 apresentou-se como valor baixo em relação ao seus vizinhos e em 2017 ele passa a ser o bairro de maior fator de risco, elevando a taxa da zona Norte. O ano de 2017 praticamente repetiu o padrão do ano de 2015 e ampliou as relações espaciais para o Centro e Leste da região.

Para os demais anos, podemos observar que novamente os anos de 2014, 2016 e 2018 apresentaram semelhança de distribuição e mantém a relação de valor alto para o bairro São Pedro e valor baixo para os seus vizinhos. O ano de 2013 apresentou poucas associações espaciais significativas, mas destacou dois bairros em *clusters*, o bairro Verde Lar, na zona Norte, como Alto – Alto, e o bairro Brasil

na Zona Sul, como Baixo – Baixo, ambos os bairros se apresentam com essa mesma classificação no ano de 2017, os quais diferente de 2013 passaram a ter vizinhos com significância de autocorrelação.

Figura 9 - Moran Local por Período (1ª a 13ª semana) 2013 a 2018.



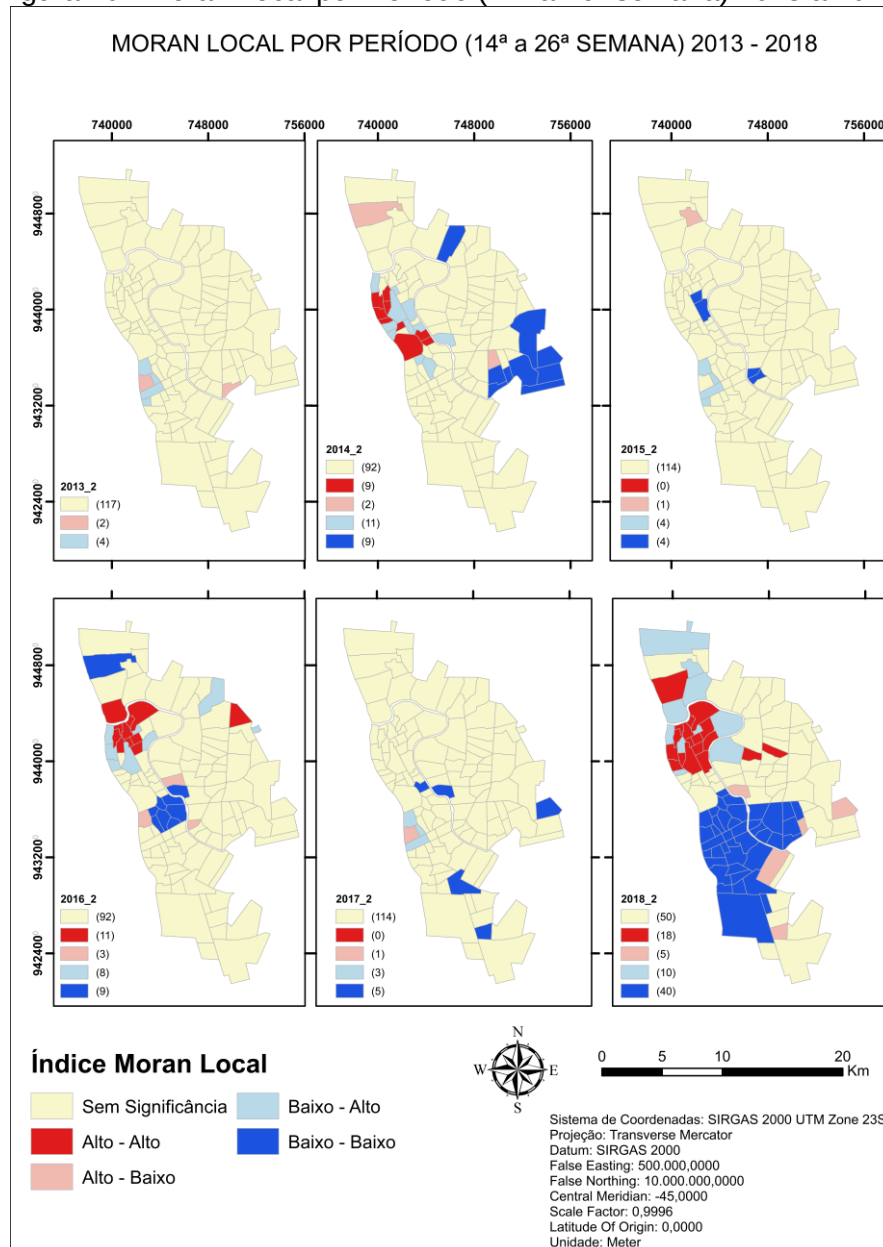
Fonte: Elaboração Própria.

b. Segundo período – 14ª a 26ª semana:

Para o segundo período de análise, temos a Figura 10, onde percebemos uma distribuição inversa dos mapas anteriores. Agora os anos 2013, 2015 e 2017

estão apresentando uma distribuição semelhante com o destaque para o bairro São Pedro e os anos 2014, 2016 e 2018 apresentaram maiores associações significativas.

Figura 10 - Moran Local por Período (14ª a 26ª semana) 2013 a 2018.



Fonte: Elaboração Própria.

No caso de 2015, até julho foi registrado segundo Cidade verde (2015) um aumento de 9% das notificações confirmadas, o que demonstra que o 1º período foi o que elevou essa taxa de forma significativa, tanto que para o 2º período apresenta apenas um outlier Alto-Baixo na zona Norte e as outras relações apontadas são para relação de baixa significância de autocorrelação.

Neste período ainda pode ser percebido uma predominância de associações negativas. As associações positivas são apresentadas mais nas regiões Centro e Norte. Podemos citar como destaque o bairro Centro que apresentava valores altos em 2014 e deixou de ter uma associação espacial significativa nos anos 2016 e 2018, consequentemente apresentando uma alteração nos seus vizinhos e a tendência de espalhamento das associações positivas na Zona Norte.

Tanto o primeiro como o segundo período abordados, tem características climáticas muito parecidas com temperaturas que variam de 23°C a 37°C, uma época onde a ocorrência de fortes chuvas e trovoadas (WEATHER SPARK, 2020) com uma umidade extrema e sensação térmica opressiva, isto é, muito calor. Pois segundo Gomes; Nobre e Cruz (2011) as variações climáticas interferem diretamente no comportamento do vetor, e que épocas com muita chuva e calor associado, configuram um sistema propício a uma maior disseminação da dengue, devido ao aumento de criadouros, o que podemos observar no segundo período um maior peso de bairros de alta significância, tanto como clusters ou como outliers.

c. Terceiro período – 27ª a 39ª semana:

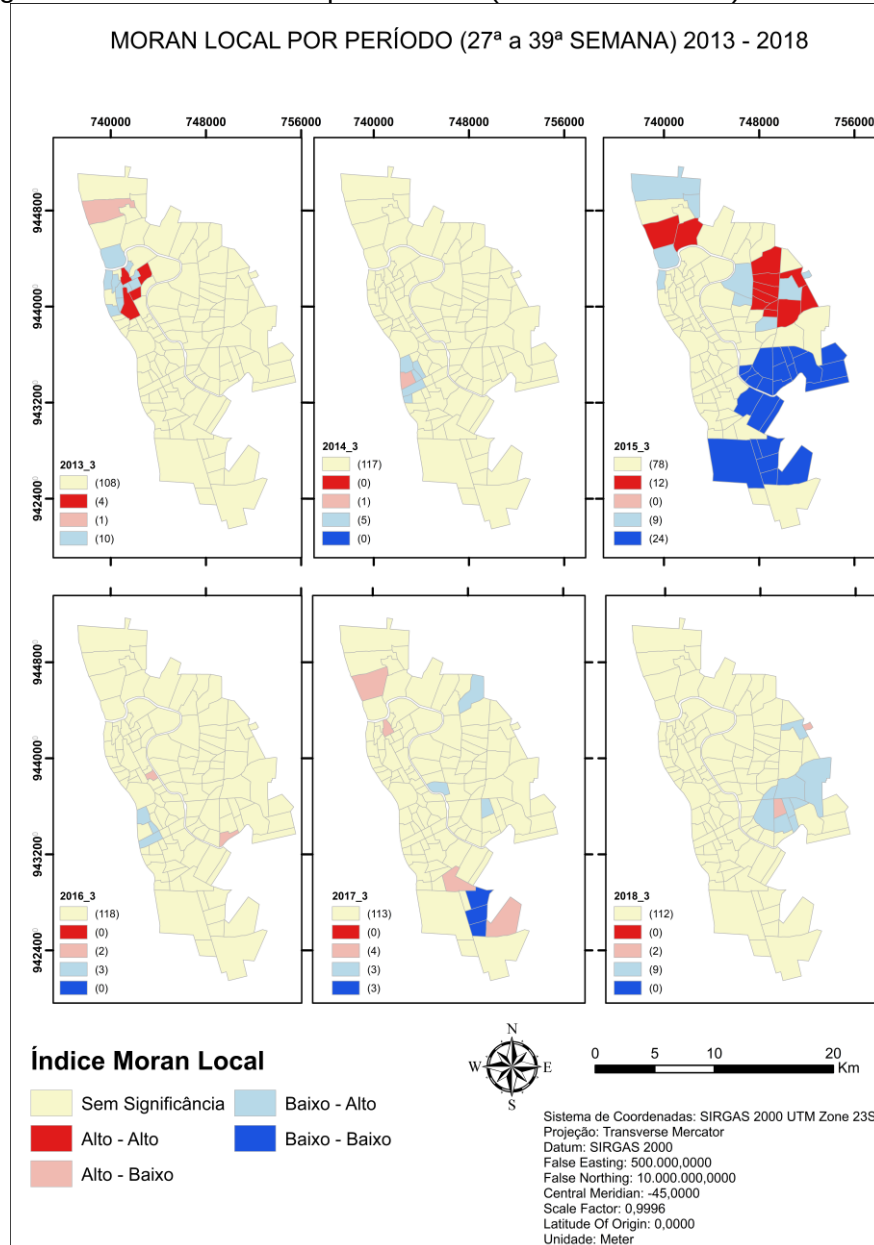
O terceiro período apresentou distribuições que se diferenciou dos padrões apresentados nos mapas anteriores, como podemos perceber na Figura 11. Novamente existe uma inversão, em que os anos com maiores associações espaciais passam a ser os anos 2013, 2015 e 2017.

Para os anos de 2014, 2016 e 2018 temos uma alteração no ano de 2018 que passou a ter como destaque o bairro Parque Ideal na zona Sudeste. Ele é o que aparece com valor alto entre muitos vizinhos baixos.

Para os outros anos, podemos falar primeiramente de 2017, que não apresenta associações positivas, apenas destacando alguns bairros *outliers* com valores altos em relação aos seus vizinhos. Contudo, em 2013 na região Centro – Norte e Norte *clusters* positivos o que não se repete nos outros anos e no caso de 2015 bairros da região Norte e zona Leste fica em destaque com um agrupamento Alto – Alto significativo, no segundo agrupamento a atenção é para bairros que o seu quantitativo populacional são de valores intermediários, o que pode ser resultado de políticas de controle emergencial oriundo da grande demanda gerada nos dois primeiros períodos para bairros mais populosos, os que notificaram mais

casos, e que nessa fase sejam o reflexo dos bairros que foram classificados de baixo risco, porém em relação ao o quantitativo populacional residentes, demonstram altas incidências.

Figura 11 - Moran Local 3º por Período (27ª a 39ª semana) 2013 a 2018.



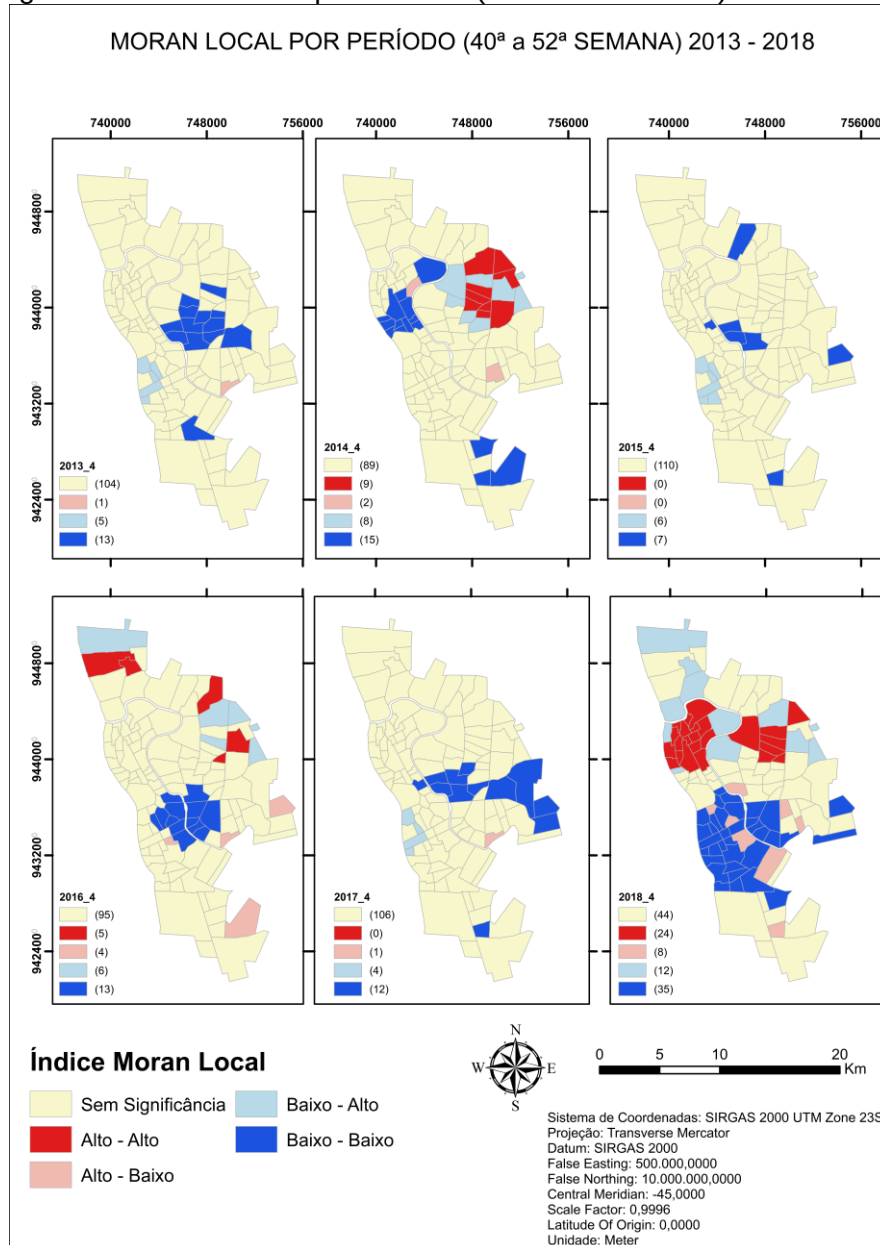
Fonte: Elaboração Própria.

No geral esse período teve as menores médias de notificação, em relação as características de autocorrelação e formação de *clusters*, e foi o período que teve uma tendência baixa de agrupamento, sendo 2015 o ano que apresentou uma significância de autocorrelação mais evidente.

d. Quarto período – 40ª a 52ª semana:

O quarto período representa as últimas semanas do ano e seus resultados estão apresentados na Figura 12.

Figura 12 - Moran Local por Período (40ª a 52ª semana) 2013 a 2018.



Fonte: Elaboração Própria.

Assim como foi falado no terceiro período, o quarto também apresentou alteração quanto ao padrão mostrado nos dois primeiros períodos. A diferença deste período é que percebemos uma maior concentração de *clusters* para todos os anos.

Os anos de 2013, 2015 e 2017 não apresentaram associações espaciais positivas, e o bairro São Pedro não aparece classificado com valor significativo, porém seus vizinhos mantém a classificação de valor baixo próximo a valor alto. Isso

permite dá continuidade a alternância nos padrões, com a diferença do aparecimento de novos agrupamentos para esses anos.

Nos anos de 2014, 2016 e 2018, podemos observar uma predominância de associações espaciais positivas na Zona Leste, com alguns casos nas regiões Norte e Centro-Norte. O ano de 2018 foi o que apresentou maior número de associações espaciais dentre todas as outras análises apresentadas, o que permite mostrar melhor as relações de influência entre os bairro é importante lembrar que foi o ano que teve o menor número de notificação registradas no período de estudo, de acordo com Meio Norte (2019) não foi registrado nenhum óbito nesse ano, porém é visto que o quarto período e o segundo período mostraram a maior tendência de associação por bairro nesse ano em especial.

Em especial esse período tem uma característica que é a durabilidade do dia, o qual é a maior em todo ano, com maior incidência solar, tornando o clima mais seco e menos úmido e com temperaturas que podem chegar a 38°C com o início das chuvas em Dezembro (WEATHER SPARK, 2020a), caracterizando a época do verão na cidade, onde para (SANTOS et al., 2017) é o período que a dengue se manifesta de forma mais acentuada.

5.5 Análise Espaço-Temporal.

Após analisar os dados de autocorrelação espacial, podemos perceber um padrão forte entre as ocorrências. Esse padrão é apresentado de forma alternada, tanto no ano quanto no período, no qual, um período os valores estão mais fortemente associados em relação aos seus vizinhos e no outro os valores ficam mais fracos e com menos significância.

Considerando o ano de 2015, que apresentou o maior número de notificações e maior concentração de incidência de casos por habitante, podemos perceber que no geral o ano teve poucas associações espaciais, com destaque para quatro bairros com valores altos. Já na análise por período, observamos que o segundo e quarto período apresentaram pouca associação espacial e com um padrão semelhante. O primeiro e terceiro período apresentaram forte associação espacial com *clusters* positivos na região norte e se estendendo ao Leste e *clusters* negativos para a região Sul se estendendo para o Centro.

Assim como no ano de 2015 esse padrão alternado foi percebido entre todos

os anos. Essa alternância, pode ter, entre outras, relação com as realizações de campanhas públicas de controle da doença que representava uma queda para o ano seguinte, porém com relaxamento dos incentivos e das campanhas públicas de controle onde havia um retorno das distribuições mais espacializadas e generalizada dos casos de dengue.

Outro ponto observado é quanto a região de aglomerados espaciais, no qual, em todos os anos os dois primeiros períodos existe uma predominância de associações positivas para as regiões Centro e Norte, com alguns casos na região Leste e para os dois últimos períodos essas associações predominam na região leste, com alguns casos nas regiões Norte e Centro. Quanto as associações negativas, elas predominaram em todos os períodos na região Sul.

Observamos que os períodos 2 e 4, são os que demonstram uma importância de associação espacial para todos os anos, onde para o segundo período, demonstra ser a fase de maior impacto na demanda com os cuidados em relação a controle de larvários, demanda de ocorrências notificadas, e clima propício para a disseminação, já o quarto período é a fase de transição da época de menor incidência para a maior, este período corresponde aos meses de Outubro, Novembro e Dezembro, onde nos dois primeiros meses existe uma predominância de maior estiagem e maiores temperaturas, já para o mês de Dezembro há o início das chuvas e calor extremo ainda presente, o que pode ser o grande auxiliador no comportamento dos altos índices na região Norte, porém ainda assim mantém uma alta associação negativa em todos os anos sendo então o período de o maior número de aglomerados significativos. (WEATHER SPARK, 2020).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um grande desafio para a saúde pública das cidades é definir ações de combate a doenças que estão constantemente afetando sua população. A dengue é uma preocupação recorrente em todo o Mundo. Por ser uma doença que tem uma forte relação com o conceito de dependência espacial, pois a existência de um caso aumenta a probabilidade de existirem novos casos próximos, uma das principais ações que vem sendo aplicadas é a identificação de áreas críticas, ou seja, que possuem valores significativos de ocorrências.

Nesta perspectiva, esta pesquisa desenvolveu um estudo prático para

identificar a dinâmica espaço-temporal dos casos de dengue ocorridos nos anos de 2013 a 2018 na Cidade de Teresina-PI.

A metodologia aplicada fez uso das ferramentas de Sistema de Informação Geográfica, que permitiu combinar dados e gerar mapas de exploração espacial tanto para a visualização quanto para a associação espacial dos casos. Os modelos utilizados permitiram não só apontar os anos e áreas com maior ocorrência de casos como também a significância dos dados relacionados a quantidade de habitantes de cada área analisada.

Com isso, ao realizar uma análise espaço-temporal no período de 2013 a 2018 da distribuição das ocorrências de dengue na área urbana da cidade de Teresina, demandou a aplicação de uma metodologia cuidadosa na seleção dos dados de notificação, os quais teve uma proporção de exclusão considerável por não ter em grande parte como classificar tal notificação como válida. Isso nos remete a deficiência na coleta e armazenamento de dados para a doença, no qual seria necessária uma melhoria desse mecanismo.

Outro processo que demandou atenção foi quanto a estimativa populacional para classificar os dados conforme o PNCD, pois os dados populacionais encontram-se, até o momento desta pesquisa, desatualizados. Nesse processo foi necessário realizar análises para melhor estimar a população da área de estudo.

As dificuldades da metodologia podem ser apontadas na seleção de dados validos, os quais estiveram em desconformidade com os padrões de preenchimento do Ministério da Saúde, não puderam ser incluídos no estudo. Outra dificuldade foi a estimativa populacional por ser aplicado um índice único para todos os bairros e não se ter em muitas edificações usadas no cálculo uma definição de quantas residências por pavimento, o que faz o estudo ter uma margem de erro a ser corrigida e para isso a própria aplicação de um novo censo, é algo que para cidades como Teresina é de caráter urgente. Por critério de segurança e por não haver também informações suficientes, o estudo teve que ser aplicado com metodologia por análise de área, o que encobre o comportamento real da doença em cada bairro.

Através de métodos de análise exploratória visual e exploratória de associação espacial foi possível entender o comportamento temporal e espacial da dengue e demonstrar isso nos resultados onde: a Classificação exploratória visual, mostrou um comportamento de distribuição que se repete a cada 2 anos. Já com os Índices de Moran por períodos foi apresentado um comportamento espacial para

cada trimestre de cada ano.

Sobre as áreas que apresentaram mais demanda de atenção foram bairros como São Pedro que sempre foi relacionado ou como média incidência ou como um caso de valor mais alto que a média de seus vizinhos e bairros da zona Norte, Centro-Norte e Leste, que apresentaram em períodos distintos *clusters* de valores (Altos – Altos).

De forma geral, foi possível verificar com o levantamento das notificações ao decorrer do tratamento o período o 2º trimestre apresentou as maiores médias por bairro em relação a todos os períodos anuais abordados, correspondentes aos meses de abril, maio e Junho, meses que estão entre os mais chuvosos e que ainda apresentam uma faixa de temperatura média de 33 °C (WEATHER SPARK, 2020).

Ao se aplicar o estudo foi possível identificar uma deficiência quanto a disponibilidade e atualização constante dos dados. O SINAN apresentou dados inconsistentes, com informações incompletas ou duplicadas, Sabendo que as informações na base nacional de agravo não são espacializadas, o presente trabalho veio sugerir como uma melhoria no sistema de armazenamento e registro dos casos, a inclusão de sistemas de espacialização nas bases de notificação, onde a sua gestão de demandas seriam mais eficientes no processo de distribuição de servidores para solução corretiva e preventivas não somente da dengue mais como de outras doenças, tais informações também podem ser trabalhadas nos SIGs livres, reduzindo possíveis custos de licença.

Esta pesquisa pode contribuir para melhorar a forma de identificação de áreas que merecem maior atenção e subsidiar as estratégias dos setores de saúde, por saber que o controle da dengue é mais que políticas públicas, é entender a dinâmica dentro de uma determinada região e assim não somente estabelecer um foco e corrigir, mais é entender se a área é de fato a principal demanda de atenção, se suas adjacências não estão influenciando o comportamento da endemia.

Existem análises que podem ser feita como, a tendência da interferência do clima no comportamento do mosquito, como são as condições de saneamento básico e controle de resíduos da cidade, a existência real de terrenos baldios, bairros com deficiência na rede de distribuição de água, onde a população tem que reservar por tempos água, e possivelmente os recipientes não estão sendo controlados de forma efetiva; uma possibilidade de análise secundária é sobre as diminuição dos casos de dengue em alguns períodos, porém com aumento de

notificação de Zica e chikungunya, por se tratar do mesmo agente transmissor, e que pode esta mascarado o real impacto das endemias transmitidas por ele, um dado que demanda atenção para isso, que no de 2016, que segundo Piauí (2016) diminuiu 35% dos casos de dengue e de chikungunya cresceram mais de 668% em relação a 2015; ou seja, o controle da doença vai além do entendimento de sua distribuição, mais entendê-la e conseguir encontrar áreas que demandam mais cuidados e podem facilitar no controle da gestão pública, redução da demanda hospitalar, redução do custo público no setor.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. S.; DE A. MEDRONHO, R.; O. VALENCIA, L. I. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n. 4, p. 666–673, 2009.

ALVES JUNIOR, A. C. Consolidando a Rede de Atenção às Condições Crônicas: Experiência da Rede Hiperdia de Minas Gerais. Brasília: **Organização Pan-Americana de Saúde**, 2011. p. 21

ANSELIN, Lu. Spatial data analysis with GIS: an introduction to application in the social sciences. 1992.

ASSUNÇÃO, R. M. Estatística espacial com aplicações em epidemiologia, economia, sociologia. São Carlos, SP: **Associação Brasileira de Estatística**, 2001. 131p.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão Territorial Brasileira 2016. Planilha de Dados Nacional. 2016. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/estrutura_territorial/divisao_territorial/2016/DTB_2016_v2.zip>. Acessado em: 07 fev. 2020

BRASIL. Ascom. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Anvisa publica carta de aprovação da vacina contra a dengue: dengvaxia**. 2016. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_state_rcv=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_urlTitle=anvisa-publica-carta-de-aprovacao-da-vacina-contr-a-dengue&_101_groupId=219201&_101_type=content&_101_assetEntryId=2647382. Acesso em: 28 mar. 2020

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

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sidra (Org.). **Tabela 319: Média de Moradores por Domicílio Permanente (Pessoas)**. 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/319#resultado>>. Acesso em: 22 out. 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Teresina. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama>>. Acesso em: 07 fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde, Sistema De Informação Geográficas e Análises Espacial da Saúde Pública (2. ed; Ministério da Saúde, org.). 2007. Disponível em: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/bitstream/handle/ARES/1198/livro_2.pdf?sequence=1>. Acessado em: 11 Ago. 2019

BRASIL. Ministério Da Saúde. (Org.). **Ministério da Saúde alerta para aumento de 149% dos casos de dengue no país.** 2019. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45257-ministerio-da-saude-alerta-para-aumento-de-149-dos-casos-de-dengue-no-pais>>. Acesso em: 2 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde. **Combate ao Aedes Aegypti: prevenção e controle da Dengue, Chikungunya e Zika.** 2020. Combate ao Aedes. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/combate-ao-aedes>. Acesso em: 01 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis Dengue: **Diagnóstico e Manejo Clínico: Adultos e Criança** [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 5. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 58 p. : il. ISBN 978-85-334-2344-2 1.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN: normas e rotinas / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 2. ed. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2007. 68 p. : il.– (Série A. Normas e Manuais Técnicos) ISBN 978-85-334-1331-3

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. **O SINAN.** 2017. Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br>. Acesso em: 01 abr. 2020.

BRASIL; Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância em Saúde; Fundação Oswaldo Cruz. **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública.** Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; Simone M. Santos, Wayner V. Souza, organizadores – Brasília, Ministério da Saúde, 2007. 120p (Série B Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 3).

CÂMARA, G. et al. Análise espacial e geoprocessamento. Análise espacial de dados geográficos, v. 2, 2002.

CÂMARA, G. et al. **Análise Espacial de Dados Geográficos:** análise espacial e geoprocessamento. Brasília: Embrapa, 2004. (Livraria virtual da Embrapa). ISBN: 85-7383-260-6. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2020.

CARVALHO, M. S; SOUZA, R.S. Análise de dados espaciais em saúde pública: Métodos, Problemas, Perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 21, n. 2, p. 361-378, abr. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2005000200003>. Disponível em: <http://www6.ensp.fiocruz.br/repositorio/resource/357223>. Acesso em: 10 abr. 2020.

CASSAB, Alexander; MORALES, Víctor; MATTAR, Salim. Factores climáticos y casos de Dengue en Montería, Colombia. 2003-2008: climatic factors and cases of dengue in montería, colombia. 2003- 2008. **Revista de Salud Pública**, Colômbia, v. 13, n. 1, p. 115-128, 01 fev. 2011. Mesal. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0037-86822009000200008&script=sci_arttext. Acesso em: 15 ago. 2020

CIDADE VERDE (Piauí). Piauí Registra 3 mil Casos de Dengue com Duas Mortes em Teresina. 2015. **Jornal Eletrônico**. Disponível em: <https://cidadeverde.com/noticias/194084/piaui-registra-3-mil-casos-de-dengue-com-duas-mortes-em-teresina>. Acesso em: 13 ago. 2020.

COSTA, F. S., Da SILVA, J. J., SOUZA, C. M., & MENDES, J. (2008). Dinâmica populacional de *Aedes aegypti* (L) em área urbana de alta incidência de dengue. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 41(3), 309–312. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822008000300018>

ESRI (Estados Unidos) (Org.). **Tutoriais de ArcGIS**: Introducción a ArcGIS for Desktop. 2018. Disponível em: <<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/main/get-started/arcgis-tutorials.htm>>. Acesso em: 04 jul. 2019.

FERREIRA, H. H. et al. Avaliação Espacial da Dengue na Área Urbana de Itu - São Paulo. **Geography Department University of Sao Paulo**, v. 33, p. 106, 2017.

FERREIRA, H. H. et al. Avaliação Espacial da Dengue na Área Urbana de Itu - São Paulo. **Geography Department University of Sao Paulo**, v. 33, p. 106, 2017

FERREIRA, J. S. (2015). **Rastreamento Endêmico da Dengue Utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG)** (Universidade de Brasília Faculdade). Recuperado de: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwik9sCCta7mAhU4ILkGHcySBioQFjAAegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Fbdm.unb.br%2Fbitstream%2F10483%2F14978%2F1%2F2015_JessicaSoutoFerreira.pdf&usg=AOvVaw281JS9gHyeXqL1l-pWEaT7>. Acessado em: 4 Jul. 2019

FUCKS, S. D. et al. Análise Espacial e Geoprocessamento. In: CÂMARA, Gilberto et al. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: Embrapa, 2004. Cap. 1. p. 1-26. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>. Acesso em: 12 out. 2019

GALLI, B.; NETO, F. C.; Modelo de Risco Tempo-Espacial Para Identificação de Áreas de Risco Para a Ocorrência de Dengue. **Revista Saúde Pública (2008)**; Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto. São José do Rio Preto. Superintendência de Controle de Endemias. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. São José do Rio Preto, SP, Brasil vol. 42(4). p. 656-663.

GENEBRA. Organização Mundial da Saúde. (Org.). **Dengue y dengue grave**. 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>>. Acesso em: 20 maio 2019.

GIOPPO NUNES, F. Análise Exploratória Espacial De Indicadores De Desenvolvimento Socioambiental Das Regiões De Planejamento Do Norte E Nordeste Goiano. **Ateliê Geográfico**, v. 7, n. 1, p. 237–259, 2013.

GÓIS, F. R. et al. Dengue nas Américas de 2000 a 2015: correlação e projeção. **Perspectivas Médicas**, vol. 27, nº 2, mayo-agosto, 2016.

GOMES, A. F.; NOBRE, A. A.; CRUZ, O. G. Análise temporal da relação entre dengue e variáveis meteorológicas na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2001 a 2009. **Cadernos de Saude Publica**, v. 28, n. 11, p. 2189–2197, 2011.

GREGÓRIO, L. DA S. et al. Análise espacial das ondas epidêmicas de dengue por SIG no Distrito Federal entre 2007 e 2014. **IX Simpósio Nacional de Geografia da Saúde**, p. 1–10, 2019.

GT- SINAN. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica, Centro de Informações Estratégicas em Vigilância em

Saúde. **Sistema de informação de agravos de notificação 1:** Dicionário de Dados – SINAN Online. 3 ed. Brasil: Ministério da Saúde, 2018. 25 p.

GUIMARÃES, J. (Brasil) (Ed.). **Significado de Dengue.** 2019. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/dengue/>>. Acesso em: 12 jul. 2019.

KNOX, E. G.; BARTLETT, M. S. The detection of space-time interactions. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)**, v. 13, n. 1, p.25–30, 1964.

KREMPI, A. P. Explorando recursos de estatística espacial para análise da acessibilidade na cidade de Bauru. 2004. 82p. **Dissertação** (Mestrado em engenharia civil - Área: Transportes) - Universidade de São Paulo - USP, SP.

KULLDORFF, M., A spatial scan statistic. *Communications in Statistics – Theory and Methods*, v. 26, n. 6, 1997. p. 1481 – 1496.

KULLDORFF, M., ATHAS, W. F., FEURER, E. J., MILLER, B. A., e KEY, C. R. Evaluating cluster Alarms: a Space-time Scan Statistic and Brain Cancer in los Alamos, New México. **American Journal of Public Health**, v. 88, n.9:1377, 1998.

KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease cluster: detection and inference. *Statistics in Medicine*. v. 14, p. 799-810, 1995.

LEITE, M. S. **Autocorrelação Espacial e Correlogramas no R:** autocorrelação espacial. Autocorrelação Espacial. 2017. Disponível em:< http://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/268058_dd37b98f25a4496b9f0a7eb2fcf892cd.html >. Acesso em: 12 abr. 2020.

MEDRONHO, A. R.; PEREZ, M.A.; WERNECK, G. L. Distribuição das doenças no espaço e no tempo. In: MEDRONHO, R. A.; CARVALHO, D. M.; BLOCH, K. V.; LUIZ, R.R.; WERNECK, G.L. **Epidemiologia**. SÃO PAULO: Atheneu, 2002.p.83-102.

MEIO NORTE (Piauí). Teresina apresenta redução nos casos de dengue em 2018: foram 1.412 casos notificados no ano passado, uma queda de mais de metade em comparação ao número de 2017, que foi de 4.248 casos. 2019. **Jornal Eletrônico**. Disponível em: <https://www.meionorte.com/noticias/teresina-apresenta-reducao-nos-casos-de-dengue-em-2018-352776>. Acesso em: 13 ago. 2020.

MELO, A. de A.; MENEZES, P. M. L. de; SAMPAIO, A. C. F. O uso de SIG na pesquisa geográfica voltada para o ensino e a aprendizagem. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 10, n. 17, p. 97-116 fev. 2006. Disponível em: Acessado em: 25 Out. 2019

MENDES, J. S., MELIANI, P. F., & SPANGHERO, P. E. S. F. (2017). Dengue na Bahia: Mapeamento E Análise Da Dinâmica Espacial De Sua Manifestação Espaço-Temporal. **Caminhos de Geografia**, 18(62), 73–86. Disponível em:< <https://doi.org/10.14393/rcg186207>>. Acessado em: 20 Set. 2019

NUNES, F. Análise Exploratória Espacial De Indicadores De Desenvolvimento Socioambiental Das Regiões De Planejamento Do Norte E Nordeste Goiano. **Ateliê Geográfico**, v. 7, n. 1, p. 237–259, 2013.

O’SULLIVAN, D.; UNWIN, D. J. **Geographic Information**. In: JOHN WILEY & SONS, I. (Ed.). . *Linked Data*. 2. ed. New Jersey: CRC Press, 2014. p. 25–50. ISBN 978-0-470-28857-3

OLIVEIRA, F. L. P.; DUCZMAL, L. H.; CANÇADO, A. L.; e TAVARES, R., Nonparametric intensity bounds for the delineation of spatial clusters. **International Journal of Health Geographics**, v. 10, n.1:1, 2011.

PIAUÍ, G1. Teresina concentra mais de 37% dos casos de dengue registrados no Piauí: capital teve 2.145 das 5.692 notificações registradas no estado em 2013. Dados apontam uma redução de 62% dos casos em relação a 2012. Capital teve 2.145 das 5.692 notificações registradas no estado em 2013. **Jornal Eletrônico**. Disponível em: <http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2013/08/teresina-concentra-mais-de-37-dos-casos-de-dengue-registrados-no-piaui.html>. Acesso em: 13 ago. 2020.

PIAUÍ. Assessoria de Comunicação SESAPI. SESAPI. **Casos de dengue reduzem 35,8% em relação a 2015:** e os casos de chikungunya crescem mais de 668%. 20 de Julho de 2016. Atualizado em 12 de Setembro de 2020. Disponível em: <http://saude.pi.gov.br/noticias/2016-07-20/7379/casos-de-dengue-reduzem-35-8-em-relacao-a-2015.html>. Acesso em: 13 ago. 2020.

PIAUÍ. Assessoria de Comunicação SESAPI. SESAPI. **SESAPI alerta municípios para investimentos contra a Dengue em 2013.** O Estado do Piauí irá receber R\$ 2,5 milhões para a qualificação das ações de combate ao mosquito. 2013. Atualizado em 12 de Setembro de 2020. Disponível em: <http://www.saude.pi.gov.br/noticias/2013-01-10/4901/sesapi-alertamunicipios-para-investimentos-contr-a-dengue-em-2013.html>. Acesso em: 13 ago. 2020.

PIAUÍ. Antônio Alberto Jorge Farias Castro. Secretaria do Planejamento do Estado do Piauí (SEPLAN). (org.). **Unidades de Planejamento: Uma Proposta para o Estado do Piauí com Base na Dimensão Diversidade de Ecossistemas:** universidade federal do Piauí CCN biologia Teresina PI. 18. ed. Teresina: BIOTEN, 2007. 29 p. (Publ. Avulsas Conserv. Ecossistemas). Programa de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (Programa BIOTEN). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276126663_Unidades_de_Planejamento_Uma_Proposta_para_o_Estado_do_Piaui_com_Base_na_Dimensao_Diversidade_de_Ecossistemas. ISSN 1809-0109. Acesso em: 12 jul. 2020

PINTO, E.; SANTOS, G.; OLIVEIRA, F. Análise espaço-temporal aplicada às ocorrências de hipertensão e diabetes nos municípios do estado de Minas Gerais. p. 238–266, 2014.

PINTO, F.K.A. Análise Espacial da Distribuição de Casos de Dengue no Município Osasco de 2007 a 2013. 2016.83p.:il. Dissertação(Mestrado)- **Universidade de São Paulo**. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootécnica. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, São Paulo.20016. Disponível em: < colocar http. >Acessado em: 12 Nov. 2019

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO (Teresina). Portal Saneamento Básico. Desenvolvido Por Agência Fresh Media. **Meio Ambiente em Teresina/PI, 69% do esgoto é jogado nos rios sem tratamentos.** 2019. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/teresina-esgoto-jogado-rios-tratamentos/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

SANTOS, L. dos; RAIA JUNIOR, A. A. Análise Espacial de Dados Geográficos: A Utilização da Exploratory Spatial Data Analysis – ESDA para Identificação de Áreas Críticas de Acidentes de Trânsito no Município de São Carlos (SP). Sociedade & AMP; Natureza, Uberlândia, v.18 (35), p. 97-107, dez. 2006.

SANTOS, S. M.; PINA, M.F.; CARVALHO, M. S. Os Sistemas de Informação Geográfica. In: PINTO, F. K. A. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde**. Brasília. DF: Ministério da Saúde, 2000.p.13-39

SANTOS.R.P.L., MANCIO. S. S., CRUZ.R .A., BARBOSA. A. A., PEREIRA. M.D. Casos de Dengue no Estado De São Paulo. **Revista Saúde em Foco** -, v. 9, p. 135–142, 2017.

SAÚDE, M. da. (2007). Sistema de Informação Geográficas e Análises Espacial da Saúde Pública. In Ministério da Saúde (Org.), serie B (2o ed, Vol. 2). Recuperado de: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/bitstream/handle/ARES/1198/livro_2.pdf?sequence=1> Acessado em: 12 Set. 2019

SAÚDE, M. DA. **Sistema de Informação Geográficas e Análises Espacial da Saúde Pública**. 2. ed. Brasília: [s.n.]. v. 2

SILVA, J. C. B.; MACHADO, C. J. S (2018). Associações entre dengue e variáveis socioambientais nas capitais do nordeste brasileiro por Análise de Agrupamentos. *Ambiente & Sociedade*, 21, 1332. Recuperado de: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2018000100411&lng=en&nrm=iso&tlng=pt> Acessado em: 22 Ago.2019

SMITH, Michael J de; GOODCHILD, Michael F; ASSOCIATES, Paul A Longley &. **Geospatial Analysis: classification and clustering**. Classification and clustering. 2018. 6th Edition, 2020 update Item 4.2.12. Disponível em: https://spatialanalysisonline.com/HTML/?software_tools_and_companion_m.htm. Acessado em: 02 mar. 2020.

TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol.17, suplemento I, p.99-102, 2001.

TEIXEIRA, M. G. Controle da Dengue: Importância da Articulação de Conhecimentos Transdisciplinares. *Interface. Comunicação, Saúde e Educação*, v. 12, p. 442-444, 2008.

TEIXEIRA, M.G.; BARRETO, M.L. & GUERRA, Z. 1990. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe Epidemiológico do SUS**. 8(4): 5-33.

TERESINA. Fundação Municipal de Saúde de Teresina - FMS. Prefeitura de Teresina. **Teresina apresenta médio risco de infestação pelo Aedes aegypti**. 2019. Disponível em: <<http://fms.teresina.pi.gov.br/noticia/2477/teresina-apresenta-medio-risco-de-infestacao-pelo-aedes-aegypti>> Acesso em: 07 Jul. 2019a.

TERESINA. Fundação Municipal de Saúde de Teresina - FMS. Prefeitura de Teresina. **Militares recebem certificado pelo trabalho de combate ao Aedes aegypti**. 2016. Disponível em: < <http://www.fms.teresina.pi.gov.br/noticia/236/militares-recebem-certificado-pelo-trabalho-de-combate-ao-aedes-aegypti>> Acesso em: 01 Abr. 2020.

TERESINA. Fundação Municipal de Saúde de Teresina. Prefeitura de Teresina **Banco de Dados** para análise, Sistema Sinan.2018.

TERESINA. Fundação Municipal de Saúde de Teresina. **Prefeitura reforça a prevenção contra a dengue com o uso de “carros fumacê”**: O veículo circula durante o começo da manhã ou fim da tarde. 2015. Disponível em: <http://www.fms.teresina.pi.gov.br/noticia/1123/prefeitura-reforca-a-prevencao-contr-a-dengue-com-o-uso-de-carros-fumace>. Acesso em: 01 abr. 2020.

TERESINA. Prefeitura de Teresina. (Org.). Teresina. 2019b. Disponível em: <<https://pmt.pi.gov.br/teresina/>>. Acesso em: 07 fev. 2020.

TERESINA. Prefeitura. Fundação Municipal da Saúde - FMS. **Prefeitura instala armadilhas para levantamento de infestação do mosquito da dengue**. 2013. Disponível em: <http://www.fms.teresina.pi.gov.br/noticia/659/prefeitura-instala-armadilhas-para-levantamento-de-infestacao-do-mosquito-da-dengue>. Acesso em: 20 abr. 2020.

TERESINA. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Prefeitura de Teresina. **Coleta de Resíduos**. 2020. Disponível em: <https://semduh.teresina.pi.gov.br/coleta-residuo/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

TRINDADE, F. S. **O uso dos softwares livres de SIG como ferramenta de apoio ao ensino de Geografia no nível fundamental: Um estudo de caso a partir da elaboração de um mapa temático sobre Áreas de Risco através do software “TerraView”**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2012.

TURBIANI, R. Bbc News Brazil (Ed.). **Quais doenças podem voltar ou avançar em 2019 no Brasil?** 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46675670>. Acesso em: 12 set. 2019.

UNRIC - Centro Regional De Informações das Nações Unidas. 2014. **World Urbanization Prospects**. Disponível em: <http://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu>. Acesso em: 10 Abr. 2020.

WEATHER SPARK (Brasil). **Condições meteorológicas características de Teresina em dezembro**. 2020. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/m/30735/12/Condi%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-caracter%C3%ADsticas-de-Teresina-Brasil-em-dezembro>. Acesso em: 13 ago. 2020

WEATHER SPARK (Brasil). **Condições meteorológicas médias de Teresina**. 2020. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30735/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Teresina-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 13 ago. 2020

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas médias de Teresina**. 2019. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30735/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Teresina-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 12 jul. 2020

WHITTEMORE, A. S.; et al. Test to Detect clusters of Disease. *Biometrika*, v.74, n.3, p.631–635, 1987.

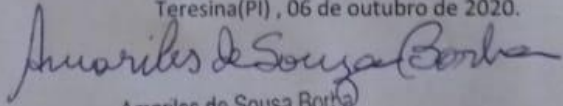
ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DE ACESSO AO SINAN.

FMS  **Prefeitura de Teresina**
Fundação Municipal de Saúde

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que, de acordo com projeto de pesquisa ANÁLISE ESPACIAL DA OCORRÊNCIA DOS CASOS DE DENGUE NA CIDADE DE TERESINA – PIAUÍ, foi autorizado que Gabriela Lessa de Sousa, Emmanuel Felipe Rodrigues Lima e Amanda Bezerra Matias Graduandos do curso superior de Tecnologia em Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, tiveram acesso aos dados do SINAN no ano de 2017.

Teresina(PI) , 06 de outubro de 2020.


Amaries de Sousa Borba
Diretora de Vigilância em Saúde
DVS / FMS