



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

MARCELO OLIMPIO DOS SANTOS

**VARIAÇÃO DOS PADRÕES SOCIOESPACIAIS DA DENGUE NA CIDADE DO  
RECIFE**

RECIFE

2021

MARCELO OLIMPIO DOS SANTOS

**VARIAÇÃO DOS PADRÕES SOCIOESPACIAIS DA DENGUE NA CIDADE DO  
RECIFE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

**Área de concentração:** Gestão e Políticas Ambientais.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Solange Laurentino dos Santos

RECIFE

2021

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

S237v Santos, Marcelo Olimpio dos.  
Variação dos padrões socioespaciais da Dengue na Cidade do Recife / Marcelo Olimpio dos Santos. – 2021.  
78 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profª. Drª. Solange Laurentino dos Santos.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.  
Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2021.  
Inclui referências e apêndices.

1. Meio ambiente. 2. Dengue. 3. Análise espacial (Estatística). 4. Urbanização.  
I. Santos, Solange Laurentino dos (Orientadora). II. Título

363.7 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2022-031)

**MARCELO OLIMPIO DOS SANTOS**

**VARIAÇÃO DOS PADRÕES SOCIOESPACIAIS DA DENGUE NA CIDADE DO  
RECIFE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 26/08/2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Solange Laurentino dos Santos** (Orientadora)  
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – UFPE

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria do Carmo Sobral** (Examinador Titular Interno)  
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – UFPE

---

**Dr. Gabriel Jaime Parra-Henao** (Examinador Titular Externo)  
Universidad Cooperativa de Colombia – UCC

---

**Dr. Henrique dos Santos Ferreira** (Examinador Interno)  
Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPE

*Dedico esse trabalho às minhas filhas, Naiara Raissa e Jade Rosas, ao filho João Marcelo e ao neto Caio Rosas. É incomensurável o compartilhamento do amor com essas criaturas. Aos meus pais, Julia Josefa e João Olimpio (in memória) e aos meus irmãos, Maria da Soledade e Maviael Olimpio, minha base, meu porto seguro.*

## **AGRADECIMENTOS**

A todos os amigos e familiares por toda a paciência e àqueles que mesmo distantes torceram por mim.

É impossível colocar a lista de nomes e traduzir em palavras o sentimento de gratidão que tenho por todos os amigos e colaboradores, que incondicionalmente tem compartilhado experiências e conhecimentos nas suas múltiplas dimensões. O incentivo, o apoio, a solidariedade e a vibração a cada conquista me elevam e colocam numa condição privilegiada. Muito, muito, muito grato minhas e meus queridos amigos.

Gostaria de agradecer à Professora e orientadora Solange Laurentino pelo apoio, confiança, paciência e estímulo.

Finalmente, a todos que fizeram parte desta longa e salutar jornada, os meus mais sinceros agradecimentos. Bênçãos, como raios de luz sobre todos. Muito obrigado.

## RESUMO

O processo de urbanização nas cidades brasileiras, sem o adequado planejamento urbano, implicou no agravamento das desigualdades socioespaciais, provocando, com isso, uma série de consequências insustentáveis à vida urbana. Nota-se que os grandes aglomerados urbanos permanecem com inadequadas condições de habitação e acesso precário a serviços públicos de saúde, acarretando, por sua vez, a ocorrência de doenças consideradas negligenciadas, tal como a dengue. Este estudo objetiva analisar a variação espacial da dengue durante o período de 2009 a 2018 e sua associação com os padrões socioespaciais da cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco. Os casos de dengue foram georreferenciados e agrupados por setor censitário, unidade geográfica considerada para as análises. Os padrões socioespaciais foram definidos por meio do Indicador de Habitabilidade, que é composto por variáveis do Censo Demográfico 2010. A análise foi constituída inicialmente pela média móvel do número de casos de dengue e indicou que existiram quatro anos com os maiores picos de ocorrências, sendo os anos de 2015 e 2016 os que apresentaram mais de 1.000 casos por 100 mil habitantes. Foi utilizado o estimador de densidade *Kernel* para o cálculo que estima a intensidade espacial da dengue para cada ano proposto da série no estudo. Observamos áreas recorrentes com alta densidade de casos de dengue ao longo dos anos no município. A aplicação do índice Local de *Moran* univariado e bivariado evidenciaram um forte padrão de clusterização das áreas com melhores condições de habitabilidade e aquelas com condições mais precárias, bem como a distribuição espacial da dengue em relação a essas condições. A análise de correlação espacial da incidência de dengue com o Indicador de Habitabilidade, por meio de Regressão Geograficamente Ponderada, apresentou resultado moderado ( $R^2 = 0,38$ ). A dengue se distribuiu de forma desigual ao longo da cidade, tanto espacial como temporalmente. Tal desigualdade resulta da própria lógica da reprodução do espaço urbano no Recife, indicando que, por essa perspectiva, a heterogeneidade das condições socioespaciais é o principal fator da variação espacial interurbana das taxas de incidência de dengue.

**Palavras-chave:** Análise Espacial; Dengue; Urbanização; Modelagem espacial; Estatística Espacial.

## ABSTRACT

The urbanization process in Brazilian cities, without adequate urban planning, resulted in the aggravation of socio-spatial inequalities, thus causing a series of unsustainable consequences for urban life. It is noted that large urban agglomerations remain with inadequate housing conditions and precarious access to public health services, resulting, in turn, in the occurrence of diseases considered neglected, such as dengue. This study aims to analyze the spatial variation of dengue from 2009 to 2018 and its association with socio-spatial patterns in the city of Recife, the capital of the state of Pernambuco. Dengue cases were georeferenced and grouped by census sector, geographic unit considered for the analyses. The socio-spatial patterns were defined through the Habitability Indicator, which is composed of variables from the 2010 Demographic Census. The analysis was constituted by the moving average of the number of dengue cases and indicated that there were four years with the highest peaks of occurrences, being the years 2015 and 2016 showed more than 1,000 cases per 100,000 inhabitants. The Kernel density estimator was used for the calculation that estimates the spatial intensity of dengue for each proposed year of the series in the study. We observed recurrent areas with a high density of dengue cases over the years in the city. Applying the univariate and bivariate Moran's Local Index showed a strong pattern of clustering of areas with better living conditions and those with more precarious conditions and the spatial distribution of dengue concerning these conditions. The spatial correlation analysis of dengue incidence with the Habitability Indicator, through Geographically Weighted Regression, showed a moderate result ( $R^2 = 0.38$ ). Dengue was unevenly distributed throughout the city, both spatially and temporally. Such inequality results from the very logic of the reproduction of urban space in Recife, indicating that, from this perspective, the heterogeneity of socio-spatial conditions is the main factor of interurban spatial variation in dengue incidence rates.

**Keywords:** Spatial Analysis; Dengue; Urbanization; Spatial Modeling; Spatial Statistics.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 –	Processo de urbanização do Brasil.	16
Figura 2	Fluxo das principais técnicas de análise utilizadas na execução da pesquisa.	34
Figura 3 –	Mapa de localização do município do Recife, Pernambuco, Brasil.	35
Figura 4 –	ZEIS e CIS.	36
Figura 5 –	Zoneamento do Recife.	37
Figura 6 –	Renda domiciliar per capita.	38
Figura 7 –	Diagrama de Espelhamento de Moran.	46
Figura 8 –	<i>Boxplot</i> dos indicadores.	49
Figura 9 –	Cartograma com a identificação de <i>clusters</i> do Indicador de Habitabilidade – IH e seus indicadores.	51
Figura 10 –	Distribuição <i>Boxplot</i> da dengue na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil.	54
Figura 11 –	Média Móvel de ocorrência de dengue, por RPA, na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil (2009-2018).	55
Figura 12 –	Densidade de ocorrências da dengue na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil (2009-2018).	57
Figura 13 –	Cartogramas com a identificação de clusters da dengue (LISA).	61
Figura 14 –	Clusters de Dengue e Indicadores de Habitabilidade.	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>Ae. Aegypti</i>	<i>Aedes aegypt</i>
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
SIG	Sistema de Informações Geográficas
RMR	Região Metropolitana do Recife
PIB	Produto Interno Bruto
ZAN	Zona de Ambiente Natural
UCNs	Unidades de Conservação da Natureza
RPA	Região Política Administrativa
CIS	Comunidade de Interesse Social
PREZEIS	Plano de Regularização das Zonas Especiais de Interesse Social
MDT	Modelo Digital de Terreno
DPP	Domicílio Particular Permanente
ISS	Imposto Sobre Serviço
LISA	Local Indicators of Spatial Association
IH	Indicador de Habitabilidade
ID	Indicador Domiciliar
IP	Indicador Populacional
GWR	Geographically Weighted Regression

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1	Objetivos.....	14
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1	O processo de urbanização no Brasil .....	15
2.2	O processo de urbanização no Recife.....	17
2.3	A dengue e o espaço urbano .....	25
2.4	Análise espacial.....	29
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
3.1	Desenho da pesquisa .....	33
3.2	Etapas da pesquisa.....	34
3.3	Localização e caracterização da área de estudo .....	34
3.4	Conjunto de dados.....	39
<b>3.4.1</b>	<b>Casos de dengue e período de referência</b> .....	<b>39</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Dados cartográficos</b> .....	<b>39</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Dados socioeconômicos</b> .....	<b>40</b>
3.5	Indicador de habitabilidade associado às condições dos assentamentos humanos ....	41
3.6	Análises estatísticas .....	42
<b>3.6.1</b>	<b>Estatísticas exploratórias</b> .....	<b>42</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Estatísticas espaciais</b> .....	<b>43</b>
3.6.2.1	<i>Distribuição espacial da intensidade de incidência de dengue</i> .....	44
3.6.2.2	<i>Análise dos clusters de incidência de dengue e condições de habitabilidade</i> .....	44
3.6.2.3	<i>Índice de Moran bivariado</i> .....	46
3.6.2.4	<i>Regressão Ponderada Geograficamente (RPG)</i> .....	47
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
4.1	Padrões socioespaciais das condições de habitabilidade.....	48
<b>4.1.1</b>	<b>Análise exploratória do IH e seus indicadores</b> .....	<b>48</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Análise de autocorrelação local do IH e seus indicadores</b> .....	<b>49</b>
4.2	Análise exploratória e clusters espaciais da incidência de dengue .....	52
<b>4.2.1</b>	<b>Análise exploratória dos casos de dengue</b> .....	<b>52</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Distribuição espacial da intensidade de dengue</b> .....	<b>55</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Análise de autocorrelação espacial da incidência de dengue</b> .....	<b>58</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Indicadores de autocorrelação local da incidência de dengue</b> .....	<b>59</b>
4.3	Relações entre padrões socioespaciais de habitabilidade e incidência de dengue .....	62
<b>4.3.1</b>	<b>Autocorrelação espacial bivariada entre IH e incidência de dengue</b> .....	<b>62</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Regressão espacial entre IH e incidência de dengue</b> .....	<b>64</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>68</b>
	<b>APÊNDICE A – Mapa da RPA e dos Bairros do Recife</b> .....	<b>77</b>
	<b>APÊNDICE B – Mapa – Unidades de Paisagem</b> .....	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno mundial que foi impulsionado pelo processo de industrialização posto que, durante o século XX, acelerou-se e intensificou-se significativamente (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2001). No Brasil, o referido processo se intensificou, notadamente, a partir da segunda metade do século XX, influenciado pela etapa de industrialização baseada na substituição de importações. Esta última possibilitou a ampliação e diversificação da fabricação de bens duráveis e bens de produção, contribuindo significativamente na alteração do modo de vida dos consumidores e, conseqüentemente, no uso do solo e na produção da moradia, especialmente nos grandes centros urbanos (SANTOS, 2005; SINGER, 1987; TAVARES; BELLUZZO, 1979).

Neste sentido, as cidades sofreram profundas transformações, o que pode ser colocado pela constatação de expressiva elevação da taxa de crescimento da população brasileira residente em áreas urbanas, tendo crescido de 36% em 1950 para aproximadamente 84,9% em 2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1950; 2010). Sob as condições perversas inerentes ao modo de produção capitalista brasileiro, o referido crescimento ocorreu de maneira insustentável à vida urbana, agravando as desigualdades socioespaciais, expressas pelas sofríveis condições de uso e ocupação do solo, de habitabilidade dos grupos populacionais e do meio ambiente urbano (BAGGIO, 2016; VILLAÇA, 2001).

De acordo com Maricato (2008, p. 132), uma questão central para a maioria dos países latino-americanos refere-se ao modo como se têm dado o acesso à terra urbanizada pela população mais pobre, pois, conforme a autora, devido o acesso restrito ao mercado privado e às políticas sociais irrelevantes, resta, à maioria da população urbana, alternativas ilegais ou informais. Desde a Lei de Terras promulgada em 1850, tais alternativas se encontram caracterizadas por formas precárias em termos da provisão da habitação e do acesso a serviços básicos de saúde e infraestrutura urbana.

A política pública atual que trata da ordenação do território em um município brasileiro, conforme definido no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), visa à produção de um ambiente urbano de qualidade, com a melhor distribuição dos espaços entre os diversos usos, de modo que se cumpra com as funções sociais da cidade e da propriedade urbana. No entanto, é possível notar que os grandes aglomerados urbanos permanecem em situação de inadequadas condições de habitação e sem acesso aos serviços sociais básicos de saúde, acarretando a ocorrência de doenças consideradas negligenciadas, tais como, dengue, doença de Chagas, esquistossomose, hanseníase, leishmaniose, malária, tuberculose, entre outras.

Destaca-se que, os modelos atuais de controle de doenças adotados nas cidades brasileiras não têm sido suficientemente efetivos para preveni-las e reduzir a sua ocorrência, como se verificam dados relativos à situação de saúde apresentados pela vigilância epidemiológica do Ministério da Saúde do Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019). Dentre as enfermidades que representam de maneira patente a baixa efetividade das medidas adotadas citamos a dengue, uma doença infecciosa viral de transmissão vetorial por um mosquito urbano, o *Aedes aegypti*, cuja reprodução e criadouros estão diretamente relacionados às precárias condições de infraestrutura urbana das cidades e aos modos de vida das suas populações (COSTA, 2016).

Na década de 1980 houve a primeira epidemia de dengue registrada no Brasil, especificadamente em Boa Vista, no estado de Roraima e, posteriormente, em outros estados federados do Brasil. A transmissão da doença se apresenta de forma endêmica e epidêmica. Em um período de 16 anos, de 2003 a maio de 2019, observou-se o registro de 11.137.664 casos prováveis da doença no Brasil, sendo cinco anos epidêmicos, demonstrando uma característica cíclica da doença. Nesses anos foram registrados novos sorotipos circulantes, bem como a introdução de novas arboviroses, como Chikungunya e Zika vírus, respectivamente, e que foram responsáveis por epidemias nos anos de 2015 e 2016 (OMS, 2019).

Neste sentido, é de suma importância compreender como se organizam os territórios e suas relações transversais com questões ambientais, sociais, culturais, econômicas e políticas, tratando-se, assim, de um importante desafio para entender as principais determinações que podem influenciar as ocorrências de dengue.

De acordo com Oliveira (2015, p. 95), os centros urbanos se configuram, essencialmente, como favorecedores da dispersão e do aumento da densidade do mosquito, visto que as condições de precariedade sanitária, o comportamento humano, a organização e estrutura do ambiente e os graus de desenvolvimento e industrialização influenciam a interação entre vetor, vírus e pessoas. Ou seja, o vetor tem sua distribuição e frequência amplamente associada a ambientes antrópicos. E isso acontece, sobretudo, pelas próprias características ambientais do sítio urbano associadas à natureza do processo de produção do espaço no Brasil.

As diferentes configurações socioespaciais da cidade, portanto, podem expressar a forma de organização do espaço e revelar as condições de vida da população. Em concordância com Teixeira *et. al.* (2015, p. 338), o espaço geográfico-social é o condicionante fundamental da distribuição e localização de ocorrência de problemas de saúde em grupos populacionais, sobretudo na gênese de algumas doenças infecciosas.

A cidade é um espaço que tem produzido lugares com alta e baixa qualidade de vida urbana, resultado de uma multiplicidade de processos, práticas e disputas socioespaciais que expressam as prioridades dos investimentos e as condições sociais, econômicas e ambientais. As formas de produção e uso do espaço, também definidas pela sua dinâmica de ocupação físico-territorial e sociopolítica, podem implicar em padrões intraurbanos distintos, que influem tanto na equidade, quanto na iniquidade dos lugares e, conseqüentemente, derivam em problemas relacionados à saúde.

O processo de urbanização sem o adequado planejamento urbano acarretou em um conjunto de problemas, considerado por Castilho (2017, p. 351) “*como próprios de uma racionalidade técnico-instrumental capitalista*”, que proporcionou, entre outras conseqüências, na degradação do meio ambiente, inadequadas condições de habitação e acesso precário a serviços públicos de saúde, acarretando também a ocorrência de doenças consideradas negligenciadas, como a dengue.

Isso tem implicado na afetação desproporcional das populações que vivem em áreas com maior situação de pobreza, logo, assumimos o desafio de identificar os recortes espaciais, cujas condições podem estar influenciando a ocorrência de um maior número de casos.

Nesse sentido, é fundamental compreender como ocorre a distribuição espacial desses problemas e o que pode estar mais associado a lugares com maior ou menor propensão de ocorrência na proliferação do *Aedes aegypti*, possibilitando a identificação de deficiências para a formulação de respostas no curto, médio e longo prazo.

Portanto, a análise da ocorrência e dos padrões socioespaciais de dengue em uma capital do Nordeste do Brasil e sua reflexão sobre as perspectivas concretas de equilíbrio das relações sociedade-natureza, destacando a dimensão territorial do problema, podem subsidiar decisões políticas e favorecer o aprofundamento de novas investigações sobre a questão.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os padrões socioespaciais relacionados às condições de habitabilidade e sua influência sobre a distribuição espacial interurbana da dengue no município do Recife.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- 1 Identificar os padrões socioespaciais das condições de habitabilidade com base em variáveis socioeconômicas que evidenciem as condições dos assentamentos humanos;
- 2 Caracterizar a distribuição espaço temporal dos casos de dengue por meio de estatísticas exploratórias;
- 3 Analisar a distribuição espacial e potencial clusterização interurbana dos casos de dengue, das condições de habitabilidade e seus indicadores;
- 4 Analisar as associações entre os padrões socioespaciais das condições de habitabilidade e a disseminação dos agravos de dengue.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O processo de urbanização no Brasil

A urbanização ocorreu de maneira diferente entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento, cada qual com características específicas do seu processo e de sua época. Nos países desenvolvidos, a urbanização aconteceu passo a passo com a Primeira e a Segunda Revolução Industrial, de modo mais lento e em um longo período, com uma rede urbana mais densa e interligada, favorecendo espaços urbanos com melhor estrutura.

De acordo com Hobsbawm (1979), a revolução Industrial pode ser compreendida como um conjunto de mudanças com intenso impacto no processo produtivo de âmbito econômico e social. O seu início ocorreu na Inglaterra em meados do século XVIII, expandindo-se para o mundo a partir do século XIX e acarretando um intenso deslocamento da população rural para as cidades, proporcionando, assim, um conjunto de problemáticas urbanas e sociais.

As transformações dos meios de produção e transportes e as novas funções urbanas contribuíram para a constituição de uma nova ordem, o que exigiu a abertura de grandes artérias, especificações territoriais, como quarteirões de negócios, bairros residenciais etc., e um conjunto de novas instituições políticas, que alteram drasticamente o relacionamento com a natureza e com a configuração dos espaços.

Conforme Santos (1998), nos países em desenvolvimento, a urbanização emergiu de forma mais recente, acontecendo só após a Segunda Guerra Mundial. Esse processo foi mais acelerado e concentrado em um número reduzido de cidades, o que gerou diferenciações no grau de urbanização e conseqüentemente, níveis extremos de urbanidade.

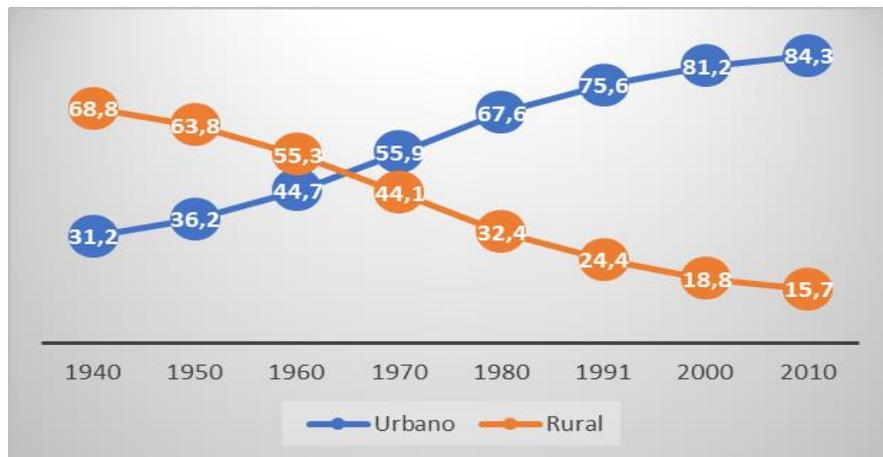
Santos (1994) afirma que, no processo de urbanização, a dinâmica socioeconômica ocasiona o crescimento da concentração populacional, originando paisagens diversificadas, resultado de uma explosão urbana sem precedentes, especialmente nos países do Hemisfério Sul. Nessa perspectiva, foram criados sítios sociais, uma vez que o funcionamento da sociedade urbana transforma seletivamente os lugares, aperfeiçoando-os às suas exigências funcionais, transformando certos pontos mais acessíveis, certas artérias mais atrativas e, também, uns e outros locais mais valorizados.

No Brasil, esse processo elevou a taxa da população brasileira residente em área urbana de aproximadamente 31% da população em 1940, para 84,9% em 2010, conduzindo atualmente na formação de 74 regiões metropolitanas brasileiras e um extenso conglomerado que envolve em torno de 1.290 municípios pertencentes às regiões (IBGE, 2021). Este crescimento implicou

em consequências para a vida nas cidades brasileiras, como o agravamento das desigualdades socioespaciais, provocando uma série de resultados insustentáveis à vida urbana.

A figura 1 apresentada abaixo mostra-nos o quanto a taxa de urbanização foi intensificada nas décadas de 1960 e 1970, período em que a população de residentes das áreas urbanas ultrapassou os da área rural. Em 2010, a população urbana chegou a aproximadamente 85%, cerca de 161 milhões de pessoas, o que representou um aumento de 142 milhões de habitantes nas cidades brasileiras nos últimos 60 anos (IBGE, 2010). Em 2020, a população estimada do Brasil correspondeu a cerca de 211,7 milhões de pessoas.

Figura 1 - Processo de urbanização do Brasil, segundo dados do IBGE



Fonte: O autor (2021).

Jurgenfeld e Rodrigues (2017, p. 70), ao analisarem os aspectos históricos-estruturais para a interpretação da crise contemporânea no Brasil, compreenderam que, embora o crescimento garantisse inserção no mercado de trabalho a uma parcela da população excluída, situação que amenizava as mazelas sociais, não havia mudanças estruturais. Ou seja, a desigualdade evoluiu paralelamente ao crescimento econômico e as promessas de diminuição da pobreza e da miséria material não encontravam respostas frente à crescente vulnerabilidade social.

Para Cano (2011), a grande explosão das cidades brasileiras ocorreu a partir da década de 70, trazendo consigo o “caos urbano”. Isto é, apesar do período registrar um bom crescimento econômico, com um relativo fortalecimento do mercado interno e desenvolvimento das forças produtivas, assalariamento crescente e modernização da sociedade, também trouxe muitos problemas relacionados ao transporte, habitação, água, esgoto, saúde, educação, emprego, violência, atingindo um contingente significativo de pessoas.

Porto (2005) afirma que o desenvolvimento econômico e tecnológico não tem se constituído em progresso humano. Segundo a autora, o significado de riqueza para uns, pode contraditoriamente, significar a doença e a morte para outros. Quer dizer, o significado de progresso hoje, pode representar um retrocesso para o futuro, a exemplo da expansão urbana e industrial, as quais têm também implicado na degradação de ecossistemas, extinção de espécies, escassez e contaminação dos recursos naturais. Conforme Sposito (2012, p. 124), as diferenças socioespaciais são características inerentes à urbanização, em que qualquer cidade tem como marca a divisão social do trabalho, que determina a divisão territorial do trabalho de diferentes formas ao longo do processo de urbanização.

De acordo com Corrêa (2005), os processos de organização espacial são caracterizados pelos diferentes usos da terra, intercedidos pela ação de diferentes agentes sociais, dirigidos pelos proprietários dos meios de produção, proprietários de terras, promotores imobiliários, com mediação do Estado. As diferenças entre as áreas são decorrentes da situação de cada grupo social, porque tanto a habitação como a terra dependem do valor agregado a elas pelos mecanismos de mercado, os quais, por sua vez, costumam ser altos e acabam excluindo uma parcela considerável da população, que vai em busca de localidades para moradia em áreas irregulares e, quando possível, nas proximidades da área central.

Portanto, as desigualdades socioespaciais se estruturam ao longo do tempo e não estão restritas a um fator específico. São socialmente produzidas com dimensões inseparáveis, sejam elas sociais, ambientais, econômicas e políticas, as quais podem apresentar diferentes combinações, intensidades e níveis.

## 2.2 O processo de urbanização no Recife

A formação do espaço urbano nas cidades é, segundo Villaça (2001, p. 133), resultante de um processo dialético que ocorre com a *“estruturação territorial de movimento, e o movimento das estruturas urbanas é sempre fruto da atuação de várias forças que atuam em sentidos diferentes com intensidades diferentes”*.

Villaça (2001) também afirma que, apesar das principais cidades serem instituintes das metrópoles brasileiras e terem passado pelo mesmo percurso histórico, elas se encontram em estágios diferentes. O autor enfatiza que as forças atuantes determinam a direção do espaço para constituição de *“áreas de segregação da burguesia”*.

O estudo sobre a cidade do Recife nos intima para um exercício de investigação que possibilita a compreensão da configuração físico-territorial do seu espaço, a partir das

diferenças que foram se consolidando ao longo de sua história. Uma primeira consideração sobre o início do Recife é a sua ocupação inicial em função das condições favoráveis à existência de um porto, a qual Bernardes (1996, p. 13-14) considera como condição essencial às atividades de exportação de bens primários e importação de manufaturados em uma economia colonial.

A constituição inicial do povoamento da cidade é destacada por Mello (1992, p. 265-266), que ressalta a existência de um relevante movimento econômico, que origina-se no interior e se desenvolve na direção do porto, cuja base está ancorada nos engenhos de açúcar estabelecidos no século XVI às margens do Capibaribe. No século XVII, a intervenção holandesa (1630 - 1654) foi decisiva para a formação do núcleo urbano do Recife. De acordo com Reynaldo *et. al.* (2013, p. 888), sua expansão foi apoiada *“no escasso traçado da organização urbana colonial do século XVI, iniciando-se a ocupação holandesa, que marca o começo do processo de urbanização da cidade.”*

Os holandeses, durante o seu curto período de ocupação, transformaram o Recife em um destacado centro, quando em 1637, Segundo Gomes (2007, p.76), *“é instalada a sede do governo holandês, passando os holandeses a povoar a Ilha dos Navios, também chamada Antônio Vaz, iniciando o crescimento do Recife na direção Porto-Ilha dos Navios”*.

O domínio de técnicas de construção de aterros, canais e pontes, além da construção de fortes para impedir os ataques ao Recife foi desenvolvido pelos holandeses, *“baseados no plano urbanístico do arquiteto Peter Post”*, determinante para a formação da parte central da cidade (REYNALDO *et. al.*, 2013, p. 889).

O primeiro eixo da expansão da cidade seguiu em direção ao norte do bairro, no caminho para Olinda, onde hoje encontra-se o Forte do Brum e a antiga fábrica de biscoitos Pilar, localizados no bairro do Recife. O segundo eixo foi em direção ao rio Capibaribe e ocupou a Ilha de Antônio Vaz, atualmente constituída pelos bairros de Santo Antônio e São José. Ainda durante o século XVII, seguindo a direção sul da cidade, foi construído o Forte das Cinco Pontas e uma ligação por dique deste forte ao "Aterro dos Afogados", atual rua Imperial (bairro de São José).

O terceiro eixo aconteceu em meados do século XVIII, com a implantação do aterro da Boa Vista, que fazia o contorno da margem esquerda do Capibaribe à atual Rua da Imperatriz (bairro da Boa Vista), expandindo a cidade para a parte mais firme do seu território.

O Recife vai se expandindo, modificando sua paisagem e em 1814, com a introdução de novas tecnologias nos engenhos de produção açucareira do estado, provoca repercussões na sua economia e na sua modificação. Nesta época, também começam a melhorar os

caminhos e a se desenvolver o transporte terrestre com ônibus e estrada de ferro. Na metade do século XIX, o Recife já apresenta uma configuração radial, sendo o porto da cidade o núcleo de referência para o desenvolvimento das principais linhas de transporte. Além disso, pequenas povoações se estabeleciam ao longo das margens dos rios (BARROS FILHO, 2009, p. 201).

Ao final do século XIX, a cidade é marcada com um novo fato histórico e socioeconômico, que foi o fim do tráfico de pessoas escravizadas. Os escravizados passaram a ser “livres”, porém, sem-terra e sem trabalho.

A desagregação do regime escravocrata e senhorial se operou, no Brasil, sem que se cercasse a destituição dos antigos agentes de trabalho escravo de assistência e garantias que os protegessem na transição para o sistema de trabalho livre. Os senhores foram eximidos da responsabilidade pela manutenção e segurança dos libertos, sem que o Estado, a Igreja ou qualquer outra instituição assumisse encargos especiais, que tivessem por objeto prepará-los para o novo regime de organização da vida e do trabalho. (...) Essas facetas da situação (...) imprimiram à Abolição o caráter de uma espoliação extrema e cruel. (FERNANDES, 1978, p. 1).

A tecnificação dos engenhos os aumentou da sazonalidade do trabalho na monocultura da cana, provocando uma migração do rural para o urbano que, conseqüentemente, proporcionou a formação de novos segmentos sociais como biscateiros, trabalhadores livres, operários, comerciantes que passaram a contribuir com uma nova feição territorial em decorrência do aumento de mocambos e vilas operárias.

Porém,

Desde 1831, muitos alagados são incorporados ao Patrimônio da União e são apropriados pelas classes mais abastardas mediante o pagamento de foro à União. Esses foreiros passam a cobrar dos mocambeiros o aluguel do chão ou começam a expulsá-los. O rendimento proveniente do foro torna-se um ótimo negócio para as classes mais abastardas. Além disso, os alagados aterrados pelos mocambeiros, ao se tornarem áreas firmes, adquirem maior valor de troca, tornando-se uma mercadoria altamente disputada (BARROS FILHO, 2009, p. 203-204).

Como consequência desses fatos, as desigualdades são alargadas ainda mais, visto que os alagados passaram a ser área de disputa pelos setores que possuíam terras e melhores condições econômicas.

Em 1890, as indústrias têxteis começam a ser instaladas no Recife, nos bairros da Macaxeira e da Várzea. O transporte de canoa, muito comum até metade do século XIX, principalmente no Capibaribe, começa a declinar e são substituídos por botes, a partir do

momento em que casarões são construídos com vista para o rio, acompanhados de escadarias e se conformando em cais.

Singer (1968, p. 307-308 apud BERNARDES, 1996, p. 58) associa o surgimento das indústrias no Recife à modernização do parque de usinas que contribuiu para, a) criar um mercado para certos bens de produção com cal, sacaria, veículos etc.; b) ampliar o mercado de bens de consumo ao provocar mudanças profundas nas relações de produção na zona rural com a consequente expansão de economia de mercado em detrimento do setor de subsistência e; c) ao expulsar do campo levas de trabalhadores que iam constituir no Recife verdadeiro exército industrial de reserva.

No início do século XX, a expansão urbana vai sendo acelerada, novos projetos urbanos foram acontecendo além do núcleo central, fazendo surgir novos bairros. De acordo com Freitas (2005, p.193), no ano de 1907, vários eixos de transporte e de povoação se integram seguindo um desenho radiocêntrico, porém, se distanciando do porto e dos antigos engenhos. O porto foi sendo modernizado e ampliado entre 1909 e 1924 e reformas urbanas foram executadas, com instalação de companhias de transportes urbanos, de abastecimento de água, gás e iluminação. Várias áreas são afetadas demográfica e socialmente por fatores como clima e epidemias, que vão se modificando conforme os distintos contextos da história da capital e das classes sociais, caracterizando a paisagem urbana de formas variadas e cada vez mais complexas (BERNARDES 1996, p. 59).

Vale ressaltar que, apesar do crescimento do município, o poder político permaneceu sendo predominantemente dos usineiros e dos fornecedores, inclusive, na ocupação de cargos públicos no executivo e legislativo, reproduzindo, conforme Bitoun (2006, p. 257), *“uma apropriação do solo em cada época, configurada por um círculo vicioso cuja apropriação jurídica vem desde as sesmarias, passando pelo Código Civil até o funcionamento do mercado de terras.”*

Por conseguinte, de acordo com Cezar e Costa (1992), os censos ocorridos no município do Recife em 1913 e em 1940 explicitavam a situação de moradia, demonstrando que os mocambos da cidade representavam 43% e 67% respectivamente, situação agravada pelo crescimento da população que foi na ordem de 46% entre os anos 20 e 40 sem oferta de bens e serviços coletivos. Destarte, as intervenções urbanísticas defendiam uma concepção de estabelecer um centro moderno, mas também era pautado que se mantivesse a população mais pobre longe do centro da cidade, cuja ordem defendida pela burguesia, na época, era baseada nos ideais higienistas (SANTO; GOMES, 2016, p. 385).

A datar de 1924, o sistema viário foi cada vez mais se ampliando, a partir de grandes obras como a construção das avenidas Cabanga, Avenida Beira Mar e a ponte do Pina, ligando o Recife à praia de Boa Viagem, consolidando o acesso a um conjunto de bairros/localidades. Esses investimentos começam a dividir os interesses dos segmentos mais abastados, não só para a várzea do Capibaribe, mas agora também seguindo para o Bairro de Boa Viagem.

A partir dos anos 1930, os mocambos deixam de estar associados a aspectos urbanísticos e estéticos, passando a ser um problema político com proporções maiores que o período anterior. Considerados como responsáveis pela degradação do padrão de vida da população, tornam-se foco de intervenções oficiais (BARROS FILHO, 2009, p. 205). Em 1939, é criada a Liga Social Contra o Mocambo pelo governador nomeado de Pernambuco, Agamenon Magalhães. Diz respeito a uma entidade privada cuja tarefa era realizar uma grande limpeza e higienização no centro da cidade, ou seja, remover e extinguir os mocambos. No mesmo ano, foi concluído um recenseamento que constatou a existência de 164.837 habitantes, quase metade da população da cidade, que ocupavam 45.581 mocambos, dos quais, aproximadamente 4 mil eram considerando próprios (BARROS FILHO, 2009, p. 205).

Albuquerque (2006) afirma que em 1931 surgiu o movimento de bairro do Recife como forma de reagir ao tratamento dado pelos governos. Este movimento se intensificou nas décadas de 40 e 50, fundando diversas associações que visavam a posse da terra e reivindicavam equipamentos coletivos e melhorias da qualidade das comunidades por diferentes meios, contando no final da década com um certo apoio de governos populares do estado e município.

Entretanto, Santos e Gomes (2016) afirmam que a constante busca pela modernização da cidade está atrelada à valorização capitalista, porque

Nem mesmo os planos regionais mais humanistas das décadas de 1950/60, formulados quando da introdução das ideias do Movimento Economia e Humanismo, ou mesmo os estudos e planos de larga escala das décadas de 1970/80, construídos pelas instituições municipais e estaduais de planejamento, fugiram da supracitada tendência. Em que pese as especificidades de cada época, tem sido essa, em geral, a principal regra para o planejamento da cidade: a valorização do espaço nos marcos do desenvolvimento capitalista (SANTOS; GOMES, 2016, p. 386).

No final da década de 1970, é possível perceber dois movimentos opostos de valorização socioespacial. O primeiro valoriza dois setores da cidade considerados próprios de significados sociais, tais como status, poder e prestígio, localizados na Zona Oeste, especificamente os bairros do Espinheiro, Graças e Aflitos e o segundo setor situa-se na Zona

Sul, no bairro de Boa Viagem. Esses bairros passaram por um processo de verticalização e adensamento construtivo se expandindo sistematicamente para os bairros vizinhos.

Por outro lado, nesta mesma década, acontece nos morros de Casa Amarela um dos mais expressivos movimentos de luta pela posse da terra da história do Recife. O sucesso obtido nesse movimento pelas lutas populares multiplicou o número de ocupações em outras regiões da cidade e, entre 1978 e 1983, ocorreram 80 novos assentamentos, envolvendo aproximadamente 150 mil pessoas. (BARROS FILHO, 2009, p. 212)

A partir de 1974, iniciou-se a primeira política oficial de desenvolvimento urbano feita no país, que foi consubstanciada no II Plano Nacional de Desenvolvimento – II PND (1975).

Segundo Lacerda et. al. (2000), A primeira fase do processo de metropolização, correspondente sobretudo às décadas de 60 e 70, foi caracterizada por um modelo de crescimento urbano extensivo, isto é, de deslocamento contínuo das margens da área urbana (a fronteira cidade/ campo), gerando um desenho do território semelhante a uma mancha de óleo com um centro e uma periferia de forma tentacular em contínua expansão. (LACERDA et. al., 2000, p. 78).

Nos anos de 1980, com a implantação do Shopping Center Recife, localizado no bairro de Boa Viagem, a expansão ganha outros sentidos, afastando-se da orla, procurando espaços vazios. Esse investimento consolida o bairro como o principal atrativo do mercado imobiliário e estende seu crescimento para o bairro do Pina e para o bairro de Piedade (Jaboatão dos Guararapes).

Em 1983 é aprovada a Lei de Uso e Ocupação do Solo (LUOS) da Cidade do Recife, que divide a cidade em duas grandes áreas, a urbana e a de expansão urbana. Essas áreas são divididas por zonas residenciais, de atividades múltiplas, industrial, especial, verde e institucional. Cada uma dessas zonas é classificada em diversas categorias, como tentativa de regular a complexa diversidade espacial do Recife e ainda procuram controlar o uso do solo criando taxas de ocupação, coeficiente de utilização e afastamento.

Segundo Bitoun (2006), essa legislação enfatiza as redes viárias com o intuito de compor uma malha que possibilite uma distribuição mais regular de bens e prestação de serviços, e são definidos Eixos de Atividades Múltiplas, considerando-se o crescente papel do automóvel nas localizações comerciais.

Nesse mesmo período, algumas áreas pobres da cidade passam a ser protegidas contra a especulação imobiliária, com a instituição das Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS, porém, só em 1987 passam a ser beneficiadas com ações de regularização urbanística e fundiária, com o Plano de Regularização das ZEIS – PREZEIS. Apesar de seu pioneirismo e

caráter inovador, e ser reconhecido nacionalmente como modelo de gestão das áreas pobres, o Plano não conseguiu sua efetividade tanto no eixo da urbanização, quanto nos títulos de posse da terra.

Em 1986, acontece o programa Prefeitura nos Bairros em que a população decidia as prioridades das ações municipais para suas comunidades. Nos anos de 1993 a 1996 a cidade passou por uma grande mobilização para discussão do seu Plano Diretor. Assim, ficou definido que o objetivo do plano era preparar e induzir a cidade para uma nova economia urbana, revalorizar os ambientes naturais e construídos e elevar a qualidade de vida da população. Este Plano procurou fundamentar suas ações a partir da constituição de um sistema de planejamento da cidade, partilhado entre sociedade civil e governo, tendo as parcerias com os setores públicos e privados como uma das principais estratégias de seu funcionamento.

Na década de 90, um conjunto de serviços públicos básicos começou a ser intensificado na cidade, porém, as principais obras viárias estavam concentradas para o eixo sul da cidade.

Em 2000, é ampliada a participação popular com o programa do Orçamento Participativo, que entre outras ações, investe em um conjunto de obras dirigidas para pavimentação de ruas dos bairros pobres da cidade. São realizadas importantes intervenções de contenção de encostas nos morros da cidade. Na zona norte da cidade, as margens rio Beberibe recebem um conjunto de obras de requalificação do leito do rio e do seu entorno com o Programa de Infraestrutura de Baixa Renda da Região Metropolitana – PROMETROPOLE, em parceria entre os Governos Federal, Estadual e Municipal.

Na zona oeste, cria-se a Lei 16.719/2001, referente à Área de Reestruturação Urbana (ARU) da Cidade do Recife. Esta lei é conhecida como a lei dos doze bairros, que limita a altura dos prédios nos bairros das Graças, Espinheiro, Casa Forte, Parnamirim, Tamarineira, Aflitos, Monteiro, Santana, Jaqueira, Poço da Panela, Derby e Apipucos.

Na zona sul, ocorre a retirada das palafitas no Bairro de Brasília Teimosa, a reforma do calçadão de Boa Viagem, a primeira etapa da Via Mangue e a inauguração do Parque Dona Lindu. No corredor leste é construída uma avenida paralela à Avenida Caxangá e inaugurado um novo trecho da Avenida Beira Rio, na margem esquerda do rio Capibaribe.

Neste sentido, os autores consideram que,

A Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife (Lei nº 14.511/83) com suas Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), o Programa de Regularização das Zonas Especiais e Interesse Social (PREZEIS), o Orçamento Participativo e todo o conjunto de instrumentos jurídico-políticos para o zoneamento e gestão

participativa instituídos pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal Nº 10.257/01) tem caminhado lado a lado com processos fragmentadores de valorização capitalista do espaço, muitos dos quais conduzidos pelo capital imobiliário”(SANTOS e GOMES, 2016, p. 386 ).

Os dados dos assentamentos populares do município do Recife das últimas quatro décadas, conforme quadro 1, mostra uma realidade da cidade em que os moradores e as habitações em áreas pobres têm sofrido uma crescente elevação nos seus números a cada novo mapeamento. O mapeamento das Comunidades de Interesse Social – CIS, realizado em 2014, indicou a existência de um total de 545 assentamentos, ocupando cerca de 32,3% da área construída, com um número de moradia correspondente a 286.756 (60,9% da cidade), deixando evidente uma crescente elevação dos números em todas as variáveis ao longo do período.

Quadro 1 - Assentamentos populares no município do Recife, Pernambuco Brasil.

ITENS	Cadastro dos Assentamentos de Baixa Renda	Cadastro dos Assentamentos Populares	Cadastro das Áreas Pobres	Mapeamento das Comunidades de Interesse Social
	1978 - 1980	1988 - 1991	1998 - 2000	2014
% sobre o Recife	8,1	15,1	15,6	20,4
% sobre o Recife construído	13,0	25,0	26,0	32,3
Moradias	103.700	166.170	191.450	286.756
% sobre o Recife	42,0	54,3	50,9	60,9
População estimada	518.600	630.850	727.510	817.538
% s/ Recife total	43,1	48,6	51,1	53,2

Fonte: Prefeitura do Recife/Atlas das Infraestruturas Públicas em CIS do Recife, 2015.

Outros indicadores também se destacam contraditoriamente na cidade, como o salário médio mensal dos trabalhadores formais em 2010, que era de aproximadamente 3,3 salários-mínimos, enquanto o percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até ½ salário-mínimo era correspondente a 38,1% em 2010 (IBGE, 2021).

O índice de Gini também revela uma outra face do Recife. O município apresentou em 2020 índice GINI = 0,605, que corresponde ao segundo pior número entre as cidades brasileiras (PCS, 2020), quando contraditoriamente o mercado imobiliário é um dos mais dinâmicos do país, tendo o sexto metro quadrado mais caro do Brasil (FIPZAP, 2020).

Assim, o processo de urbanização no Recife tem implicado em um inadequado planejamento urbano, o que fomentou o agravamento das desigualdades socioespaciais, provocando uma série de consequências insustentáveis à vida urbana, tendo, como resultado,

grandes aglomerados urbanos em inadequadas condições de habitação e acesso precário aos serviços públicos.

### 2.3 A dengue e o espaço urbano

A dengue tem obtido desde o seu surgimento várias designações e categorizações. Pimenta (2015, p. 28) assinala que desde o seu surgimento foram muitas denominações, tais como “*doença tropical, doença infecciosa, doença endêmica, doença reemergente, doença negligenciada, doença da pobreza, doença negligenciada da pobreza, doença transmitida por vetor*”, entre outras, que carregam consigo as marcas do seu tempo, do contexto histórico, social, cultural e político, “*que tem implicações nos seus arcaouços teóricos*” (PIMENTA, 2015, p. 30).

Assim sendo, a nomeação de uma enfermidade e as suas mudanças não ocorrem ao acaso. Ela ocorre a partir de um contexto, conjugado por um conjunto de fatores sociais, culturais e políticos, em que pode predominar verdades políticas, econômicas, ideológicas e científicas, como foi o caso da definição em que o agente etiológico era focado em bactérias, passando posteriormente pelos protozoários (PIMENTA, 2015). Tal experimento também sugeria que os mosquitos eram os possíveis vetores.

Entretanto, a descoberta laboratorial do agente causador da dengue só ocorreu em 1906, definindo-o como um “*agente não filtrável transmitido no sangue; e que não havia envolvimento de protozoários ou bactérias*” (CATÃO, 2012, p. 48 apud GUBLER, 2004, p. 1.744). Sobre o local da origem do vírus da dengue, é controversa a identificação do seu surgimento. Há registros de doenças clinicamente compatíveis com a dengue na China, no século III, mas o que tem predominado é que o mosquito é originário do Egito, na África, no século XVI. Todavia, a primeira descrição cientificamente como *Culex aegypti* ocorreu em 1762, que se proliferou a partir das grandes navegações no mundo, mas o nome *Aedes aegypti* foi estabelecido em 1818 (FIOCRUZ, 2016; PIMENTA, 2015).

No Brasil as referências na literatura sobre dengue relatam o seu aparecimento em meados do século XIX, nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Salvador. Contudo, nessa época, surgiu uma propagação do *Aedes aegypti* pelo império, que levou à ocorrência de epidemias de febre amarela urbana em quase todas as províncias brasileiras (Brasil, 2001, p.23).

É importante ressaltar que, de acordo com Catão (2012), existe a possibilidade de ter ocorrido dengue no Brasil colonial. Porém, os registros mostram que aconteceu uma forte epidemia de febre amarela em 1685, com muitos mortos na cidade do Recife, estado de

Pernambuco e, posteriormente, na cidade de Salvador, na Bahia (FRANCO, 1969 apud CATÃO, 2012, p. 61).

No início do século XX, foi assinalada uma intensificação da propagação da febre amarela, acompanhada de epidemias em todo o país, levando milhares de pessoas à morte, o que levou à realização de várias campanhas visando à eliminação do *Aedes aegypti*. O resultado dessas campanhas fez com que o Brasil não tivesse registro de ocorrência do agravo em 1923 e obtivesse a certificação internacional em 1958 de erradicação do vírus durante a XV Conferência Sanitária Pan-americana, passando a ser reintroduzida no final da década de 1960. (Braga e Martin, 2015, p. 73).

No Brasil, as condições socioambientais favoráveis à expansão do mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) possibilitaram a dispersão do vetor desde sua reintrodução no país, a partir do final dos anos 1970. O mosquito transmissor da dengue mostrou altíssima capacidade de adaptação ao ambiente criado pela urbanização acelerada e desorganizada e pelos novos hábitos da população (BRASIL, 2012).

A partir de 1981, ocorreu um ressurgimento de epidemias de dengue e os primeiros registros de casos confirmados clínica e laboratorialmente no Brasil foram na Região Norte, no município de Boa Vista, estado de Roraima. Posteriormente, também foi comprovada a existência de casos nos estados da Região Sudoeste, como Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, propagando-se posteriormente para a Região Nordeste, nos estados de Pernambuco, Alagoas, Ceará e Bahia (CATÃO, 2012, p.76).

O Ministério da Saúde do Brasil elaborou em 1996 o Plano de Erradicação do *Aedes Aegypti*. *“Esse plano, que tinha como premissa a ação integrada com vários outros ministérios, foi dividido em nove áreas de atuação, que contemplavam desde a vigilância entomológica até a legislação de suporte às ações de eliminação do vetor”* (BRAGA; MARTIN, 2015, p. 73).

Os esforços de erradicação do vetor eram justificados por consistir na implementação de um conjunto de ações em longo prazo e envolver as três esferas de governo (federal, estadual e municipal), que atingiu em 1999 a participação de 3.701 do total de 5.507 municípios. Entretanto, Braga e Valle (2007) avaliam que a descontinuidade na execução das ações e da implementação de ações relevantes, especialmente as relacionadas ao saneamento, educação e comunicação social, entre outras, comprometeu o sucesso do plano, ocasionando um aumento no avanço da infestação vetorial e de casos de dengue.

Contudo, de acordo com Catão (2011), o contexto de reemergência da dengue a partir da década de 1980 é mais complexo em relação à época de erradicação vetorial entre as décadas de 1930 a 1960. O espaço tornou-se mais complexo, com cidades milionárias emergindo e

aglomerações não metropolitanas se multiplicando, fortemente interligadas internamente e com o exterior, urbanizado e com extrema fluidez, dificultando o controle da disseminação do vetor e praticamente inviabilizando sua erradicação. Nessa perspectiva, Aguiar; Valle (2015) destacam que devido às condições socioespaciais e à ampla difusão nacional do *Aedes Aegypti*, a ideia de erradicação do vetor foi retirada dos documentos oficiais em 2001, sendo substituída pelo conceito de controle vetorial.

A circulação de novas variantes/mutações do vírus é um fator relevante na disseminação da dengue. Desde o final de 2011 os quatro sorotipos virais da dengue circulam no Brasil: DENV-1 em 1986, DENV-2 em 1991, DENV-3 em 2001 e DENV-4 em 2011. Conforme Oliveira (2015, p. 146), a infecção por dengue resulta de uma complexa interação que envolve os níveis molecular e celular e ambientais, pois a cada novo sorotipo, novas ondas de epidemias têm se evidenciado e novas ações de controle têm se tornado mais complexas, ultrapassando os limites do setor de saúde.

No Recife, foram confirmados os primeiros casos autóctones de dengue, com confirmação laboratorial e o isolamento do DENV-1 em 1987, o que ocasionou a primeira epidemia no município. Em 1995 foi identificado o sorotipo associado ao DENV-2, dando origem à segunda epidemia. No ano de 2002, identificou-se na cidade a introdução do vírus DENV-3, que causou a maior e mais grave epidemia registrada dos últimos anos, com 35.597 casos notificados, que correspondem a uma taxa de incidência de 2.502 casos para 100.000 habitantes. O DENV-4 foi introduzido no ano de 2012, que registrou 12.383 casos notificados e uma taxa de incidência de 796 casos por 100.000 habitantes (NUNES, 2013, p. 20).

A dispersão do vetor não ocorre de forma homogênea no território e sofre alterações conforme a escala de análise. Ela se altera conforme uma combinação de fatores macrodeterminantes e microdeterminantes.

Entre os fatores macrodeterminantes, predominam nas áreas geográficas a temperatura, a umidade relativa do ar, a altitude, a densidade populacional, os padrões de assentamento, a habitação, o transporte, o saneamento ambiental, o abastecimento de água, a coleta de resíduos sólidos, os criadouros domiciliares e peridomiciliares, os logradouros públicos, as condições socioeconômicas, as crenças, os hábitos, os modos de vida e o conhecimento sobre a dengue (Opas, 1997; Teixeira *et. al.*, 1999).

Sobre os micros determinantes é possível destacar três fatores principais: o primeiro está relacionado com o hospedeiro e os aspectos individuais, como sexo, idade, situação imunológica e condições específicas de saúde. O segundo é o agente etiológico, considerado como aspecto relevante do processo de viremia. O terceiro está associado ao vetor e

consequentemente à densidade de fêmeas adultas, disposição, tipos de locais dos criadouros e a suscetibilidade à infecção.

Segundo Gomes (2015), a epidemiologia tem como princípio básico o entendimento de que os eventos relacionados à saúde, como doenças, seus determinantes e o uso de serviços de saúde, não se distribuem ao acaso entre as pessoas, e a ação estatal é geralmente seletiva, devido à distribuição desigual dos investimentos urbanos. De acordo com Sampaio (2015, p. 83), a Organização Mundial da Saúde (OMS) afirma que: em uma escala temporal de 10 anos, para cada real investido em saneamento básico, quatro reais seriam economizados com a saúde pública, o que denota que melhorar as condições de acesso à água, coleta de lixo, entre outros aspectos relacionados à infraestrutura de saneamento básico, seria mais eficiente e mais barato para evitar adoecimentos e consequentes óbitos por doenças.

De acordo com Briceño-León (2005, apud PIMENTA, 2015, p. 40), os *“governos e outras autoridades são eficientes em aplicar larvicidas, mas não conseguem (ou não querem) prover melhores condições de vida para as populações afetadas.”* Ou seja, para o autor, predomina a preocupação de engendrar intervenções técnicas relacionadas com as consequências e não com as causas, porque as medidas adotadas para o controle não alteram a realidade da população, considerando a pobreza uma realidade imutável.

Não obstante, há um discurso predominante de governantes e agentes do mercado que procuram fazer uma relação direta entre problemas sociais e crescimento econômico. Porém, conforme Pimenta (2015, p. 455), *“o crescimento adicional não se traduz em melhorias significativas das condições de saúde”*, porque o que está em questão são as desigualdades sociais estruturais, resultantes das iniquidades, que por consequência, exigem uma melhor maneira de como a riqueza se distribui, e é aí que consiste a raiz do problema.

A dengue é considerada uma doença negligenciada pelo Ministério da Saúde (2012) porque considera que *“são diversos os fatores e jogos de poder que se inter-relacionam, implicando ações concretas e visões compartilhadas de mundo que legitimam ou não diferentes doenças como prioritárias”*. A heterogeneidade da incidência de dengue observada no tempo e no espaço reflete a complexidade dos fatores de risco envolvidos na transmissão da doença. Conforme Teixeira *et. al.* (2015), as infecções por dengue estão mais estreitamente relacionadas à adaptação do *Aedes aegypti* ao ambiente urbano, especialmente nas metrópoles, onde há considerável dispersão do vetor e elevada densidade demográfica.

Neste sentido, o espaço, o território, o lugar, a qualidade ambiental e a geração de situações de risco e exposição das populações às nocividades são decorrentes de um modelo de desenvolvimento que apresenta forças determinantes na configuração das desigualdades

socioespaciais excludentes e incoerentes com as perspectivas de sustentabilidade. Até porque, o crescimento desordenado das cidades, o aumento das migrações, os efeitos das mudanças climáticas e a falta de infraestrutura tem ocorrido simultaneamente com o aumento da incidência de doenças infecciosas como a dengue.

A análise de padrões espaciais de doenças tem sido um dos objetivos da Epidemiologia. A visualização espacial dos problemas de saúde, da forma como eles evoluem e suas associações com as medidas de intervenção colocadas em prática são instrumentos poderosos que podem ser utilizados pelas instâncias decisórias (CARVALHO *et. al.*, 2007).

#### 2.4 Análise espacial

A análise espacial é um método que permite sintetizar e agrupar tópicos de muitos campos do conhecimento. Para isso, muitas técnicas estão atualmente disponíveis e são frequentemente aplicadas em estudos cujo propósito é obter informações sobre a dinâmica espacial dos processos e suas interdependências em diferentes escalas. A análise espacial pode ser realizada com base em duas abordagens distintas: análises inferenciais (compreender processos) e preditivas (prever o comportamento futuro de processos). As técnicas de análise espacial se baseiam em duas concepções fundamentais sobre o comportamento dos dados: a primeira consiste na hipótese de que os dados espaciais são não estacionários (as propriedades estatísticas são invariáveis em uma região); a segunda e mais provável, pressupõe a heterogeneidade espacial dos dados (ex: médias e variâncias mudam de acordo com o contexto espacial) (OSHAN *et. al.*, 2019).

Apoiadas no conceito de autocorrelação espacial, as técnicas de análise espacial permitem evidenciar a existência de interdependência espacial, identificando os padrões localizados de valores semelhantes que possam indicar tendências de agrupamentos associados a fatores adjacentes. Os métodos estatísticos são ferramentas relevantes para os estudos de Epidemiologia, porque “*visam identificar padrões espaciais de morbidade ou mortalidade e fatores associados, descrever processos de difusão de doenças e gerar conhecimento sobre etiologia de doenças, visando a sua predição e controle*” (MEDRONHO; WERNECK, 2008, p. 493). Além disso, são ferramentas úteis ao mapeamento de doenças e permitem formulações de hipóteses etiológicas em estudos ecológicos (QUEIROZ, 2010).

No campo epidemiológico, tem crescido o número de estudos que tratam a dinâmica das doenças com base em técnicas de análise espacial (VINCENTI-GONZALEZ *et al*, 2017; WEN;

HSU; HU, 2018; ANJOS *et al.*, 2020). Dentre essas técnicas, há a regressão espacial, que consiste em um modelo tradicional de regressão que considera a localização espacial durante o processo de análise. Esses modelos são usados tanto em análises inferenciais quanto preditivas e são categorizados em modelos de regressão espacial global ou local. Modelos globais estimam parâmetros únicos para representar a variação dos processos em toda região, enquanto os modelos locais estimam parâmetros particulares a cada contexto espacial, assim lidam com mais precisão com a heterogeneidade espacial dos dados (FOTHERINGHAM, 2020).

Dentre os modelos de regressão espacial empregados na análise de doenças, o *Ordinary Least Square* (OLS) e o *Geographically Weighted Regression* (GWR) – em tradução para português – Regressão Ponderada Geograficamente – RPG – são os mais comuns. O OLS tem as características de um modelo global, enquanto o GWR de um modelo local. Ambos podem ser úteis às análises inferenciais e preditivas, mas o GWR, ao incorporar a dependência espacial, é mais eficiente para lidar com processos que variam espacialmente de acordo com o contexto. Lin; Wen (2011) investigaram, através de modelagem de regressão espacial, como as relações espaciais de mosquitos imaturos e densidade humana influenciaram a incidência de dengue através do OLS e GWR. Os autores demonstraram que o GWR obteve melhor desempenho e foi capaz de demonstrar que em algumas áreas, altas incidências estavam ligadas à alta densidade vetor/humano enquanto em outras à densidades menores.

Também com base em aplicações de modelos GWR, Atique *et al.*, (2018) demonstraram que a distribuição da dengue, em Swat, Paquistão, tendia a ser agrupada no espaço e no tempo, com marcada heterogeneidade espacial e significativamente relacionada com a densidade populacional. Da mesma forma, ao empregar o GWR, Acharya *et al.*, (2018) demonstraram o potencial papel da variação dos padrões espaciais de fatores ambientais sobre o risco de dengue no distrito de Jhapa, Nepal. O estudo demonstrou que os fatores locais mais relacionados com o risco de dengue foram a proporção urbana, a proximidade com rodovias e a densidade populacional.

Através do GWR, Delmelle *et al.*, (2016) investigaram a influência de determinantes socioeconômicos e ambientais sobre a dengue em Cali, Colômbia. Os resultados da pesquisa apontaram que os principais fatores socioeconômicos que influenciaram a dengue incluem densidade populacional e o estrato socioeconômico, enquanto a proximidade de lojas de pneus, viveiros de plantas e a presença de sistemas de esgoto foram os determinantes ambientais mais influentes. Em um estudo recente, ao empregar modelagem GWR, Anjos *et al.*, (2020) demonstraram que a renda do chefe de família, a declividade e a densidade populacional foram as variáveis mais relevantes para explicar a variação local das taxas de incidência do vírus Zika

e Chikungunya no Recife-PE, Brasil. Barrozo et al., (2020) aplicaram o modelo GWR para validar a construção de índices socioeconômicos para saúde. O GWR foi empregado para tal validação porque os dados apresentaram um padrão consistente de heterogeneidade espacial.

Além dos modelos de regressão espacial como o GWR, outras técnicas de análise espacial estão disponíveis para análises inferenciais. Entre elas, o I Moran Global, que tem como finalidade mensurar a autocorrelação espacial com base nas localizações e valores de atributos, revelando se os dados expressam padrões agrupados, dispersos ou aleatórios (GETIS; ORD, 1992). Além desse, o LISA - *Local Indicators of Spatial Association*, que se trata de um indicador do grau de autocorrelação local pode ser útil para identificar *clusters* espacialmente localizados em contextos específicos (ANSELIN, 1995). Nesta mesma linha, segue o I Moran Local Bivariado, que consiste em uma métrica de associação espacial local capaz de mensurar o grau de associação entre duas variáveis. Essa técnica de análise estatística espacial permite capturar como uma variável espacial pode influenciar outra na vizinhança (ALMEIDA, 2012).

Nunes *et al.*, (2020) utilizaram o I Moran Global para avaliar a dinâmica espacial da dengue no município de Tomé-Açu, Pará. Os autores identificaram tendência de formação de *clusters* da doença relacionados ao tipo de uso e ocupação do solo. Da mesma forma, Almeida; Medronho; Valencia (2009) utilizaram o I Moran Global e Local para analisar a dinâmica da dengue em relação ao contexto socioeconômico no Rio de Janeiro. Os resultados encontrados apontaram o percentual de domicílios ligados à rede sanitária geral como a única variável significativamente associada à variação espacial da taxa de incidência da doença.

Para avaliar a vulnerabilidade socioeconômica à dengue em Cali, Colômbia, Hagenlocher *et al.* (2013) empregaram o I Moran Local para identificar agrupamentos de características com valores semelhantes em magnitude. Os resultados revelaram que altos valores de vulnerabilidade à dengue tendem a se agrupar em regiões específicas da cidade onde há bairros pobres com altas porcentagens de residentes jovens (menor que 15 anos), analfabetos e alta proporção de indivíduos desempregados ou fazendo trabalhos domésticos. Mondini; Chiaravallotit-Neto (2008) utilizaram o I Moran para correlacionar os casos de dengue autóctones registrados entre 1994 e 2002 em São José do Rio Preto, São Paulo, com fatores socioeconômicos, demográficos e ambientais. Os autores observaram a existência de dependência espacial da incidência de dengue e que fatores socioeconômicos foram críticos para a ocorrência localizada da doença ao longo do período analisado.

Combinando modelos GWR e I Moran, Ren *et al.*, (2019) investigaram como o número de paradas de ônibus e estações de metrô, a densidade de estradas e o PIB estavam relacionados com a incidência de dengue e se havia tendências de agrupamentos espaciais de valores

semelhantes. Os resultados demonstraram, através do I Moran, que as epidemias de dengue eram espacialmente agrupadas durante os 4 anos analisados (2012, 2013, 2014 e 2017). No intuito de investigar os padrões espaciais e os pontos críticos de transmissão da dengue na cidade de Nouméa, Capital da Nova Caledônia, Zellweger *et al.*, (2017) empregaram os índices de Moran Global e Local. Os resultados mostraram que a epidemia de 2008-2009 foi espacialmente estruturada, apresentando *clusters* de bairros de alta e baixa incidência de dengue. Resultados semelhantes, com taxas de incidência de valores semelhantes agrupadas, também foram observados por Castro *et al.* (2021) em várias mesorregiões do Brasil.

Apoiados no I Moran local bivariado, Vissoci *et al.* (2018) investigaram a associação espacial entre a incidência do Zika vírus e a microcefalia no Brasil. Os autores identificaram mudanças nas incidências da doença, com municípios em aglomerados de incidência de microcefalia se deslocando da região Nordeste para o Centro-Oeste e Norte no início de 2016. Nessa mesma linha, Azevedo; Lorenz; Chiaravalloti-Neto (2020) utilizaram o I Moran local bivariado para correlacionar os surtos de dengue, temperatura, precipitação e dados populacionais no Brasil. Os autores demonstraram que a distribuição dos surtos não é aleatória e pode ser influenciada por questões socioeconômicas e climáticas. O I Moran bivariado também foi utilizado por Ribeiro *et al.* (2021) para investigar *clusters* de risco espaço-temporal de leishmaniose visceral em uma região endêmica brasileira. Os autores mostraram *clusters* espaço-temporais sobrepondo-se a áreas de alta vulnerabilidade social.

As técnicas de análise espacial permitem a análise estatística de forma simultânea de variáveis sociais, ambientais, territoriais, econômicas e políticas, que atuam sobre determinada população. Elas podem contribuir com a identificação de áreas vulneráveis onde problemas de saúde podem ocorrer com maior frequência, assim como a influência de cada variável na determinação da ocorrência do evento. Por isso, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) abriram novos caminhos para as investigações epidemiológicas que utilizam técnicas de mapeamento e análise de distribuição de eventos relacionados à saúde (Gesler, 1986; Marshall, 1991).

Os resultados produzidos pelas pesquisas apresentadas nesta seção demonstram um papel proeminente das técnicas de análise espacial para compreender a dinâmica de doenças, especialmente da dengue e seus principais fatores associados. A modelagem espacial apoia a compreensão da distribuição, podendo apontar os locais de maior risco de transmissão e quais fatores podem ser mais importantes para o processo saúde-doença. Além disso, podem fornecer importantes informações para ações preventivas direcionadas, demonstrando onde as autoridades sanitárias podem atuar de forma mais eficiente, otimizando tempo e recursos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Desenho da pesquisa

Esta pesquisa aborda a problemática da dengue, no Recife-PE, com base em uma perspectiva ecológica, através da associação entre a ocorrência de dengue e grupos populacionais expostos a diferentes condições de habitabilidade identificadas pelas condições dos assentamentos humanos. Para isso, um conjunto de técnicas estatísticas de análise exploratória e espacial foram utilizadas. A figura 2 mostra a técnica utilizada para analisar cada variável de interesse e as relações existentes entre as condições de habitabilidade (mapeadas pela composição do Indicador de Habitabilidade – IH) e a variação das taxas de incidência de dengue.

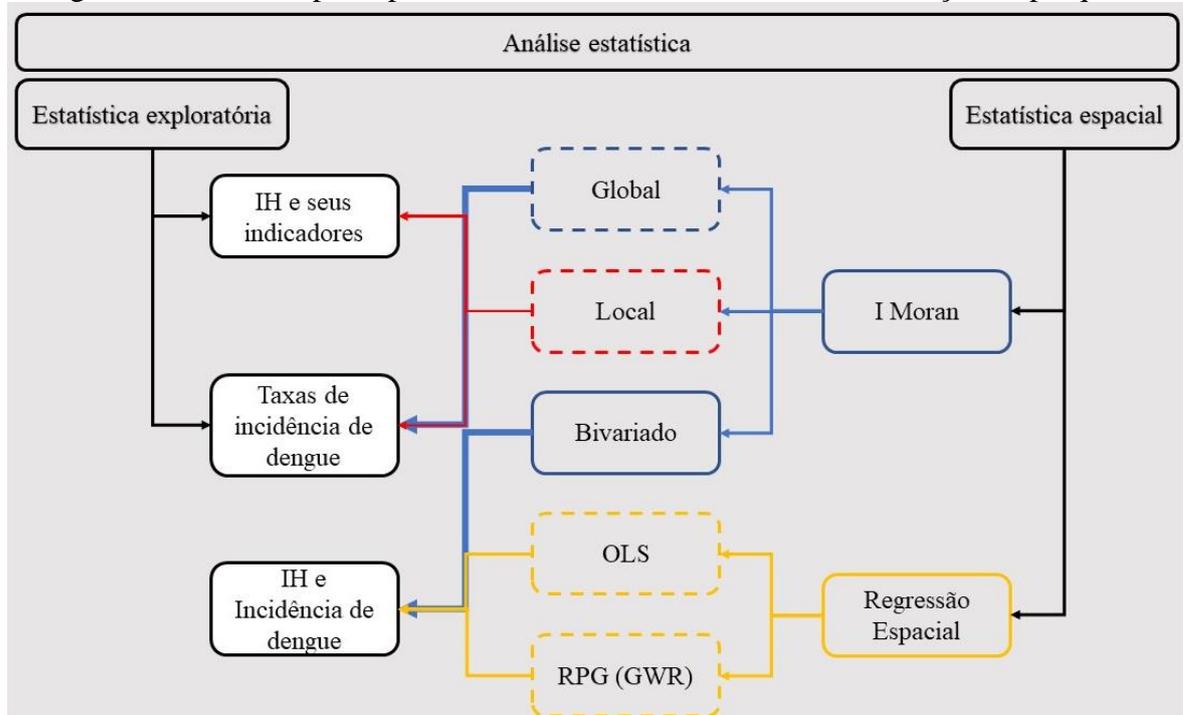
A análise exploratória dos dados foi realizada através de estatística descritiva para obter informações gerais (médias, desvio padrão, mediana, coeficiente de variação, entre outras) sobre as incidências de dengue ao longo do período analisado (2009-2018), sobre os indicadores do IH e do próprio IH. Em seguida foram aplicadas técnicas de análise espacial: (i) I Moran global, (ii) I Moran local, (iii) I Moran bivariado e (iv) Regressão Espacial – *Ordinary Least Squares* (OLS) e *Geographically Weighted Regression* (GWR).

O I Moran global foi aplicado sobre os dados de incidência de dengue para analisar a existência de estruturas de autocorrelação espacial dos dados (se agrupados) ou não autocorrelacionados (se aleatórios ou dispersos). O I Moran local foi empregado para mapear as estruturas locais de autocorrelação (*clusters*) das condições de habitabilidade e das taxas de incidência de dengue. O I Moran bivariado foi usado para determinar onde havia estruturas de autocorrelação espacial local concordantes entre o IH e a incidência de dengue e o grau de associação entre elas. Por fim, os modelos de regressão espacial OLS e GWR foram úteis para testar as hipóteses de estacionariedade ou não estacionariedade dos dados e para demonstrar o grau de relacionamento entre as duas variáveis.

Para as análises, todas as variáveis foram associadas ao *shapefile* de setores censitários do Recife, que conta com cerca de 1.854 setores censitários. O setor censitário corresponde a menor área que agrega um conjunto de dados físicos e características da população e dos domicílios. Para agregar os casos de dengue correspondentes a cada setor censitário, todos os casos notificados entre 2009 e 2018 foram geocodificados pelo endereço de residência de cada paciente e posteriormente somados de acordo com o setor e com o ano de notificação. Durante

o período de análise, 101.970 casos, entre suspeitos e confirmados, foram notificados. Desse total, 91.751 apresentaram endereços válidos para o processo de geocodificação.

Figura 2 - Fluxo das principais técnicas de análise utilizadas na execução da pesquisa.



Fonte: O autor (2021).

### 3.2 Etapas da pesquisa

As etapas que foram desenvolvidas para alcançar os objetivos desta dissertação foram as seguintes:

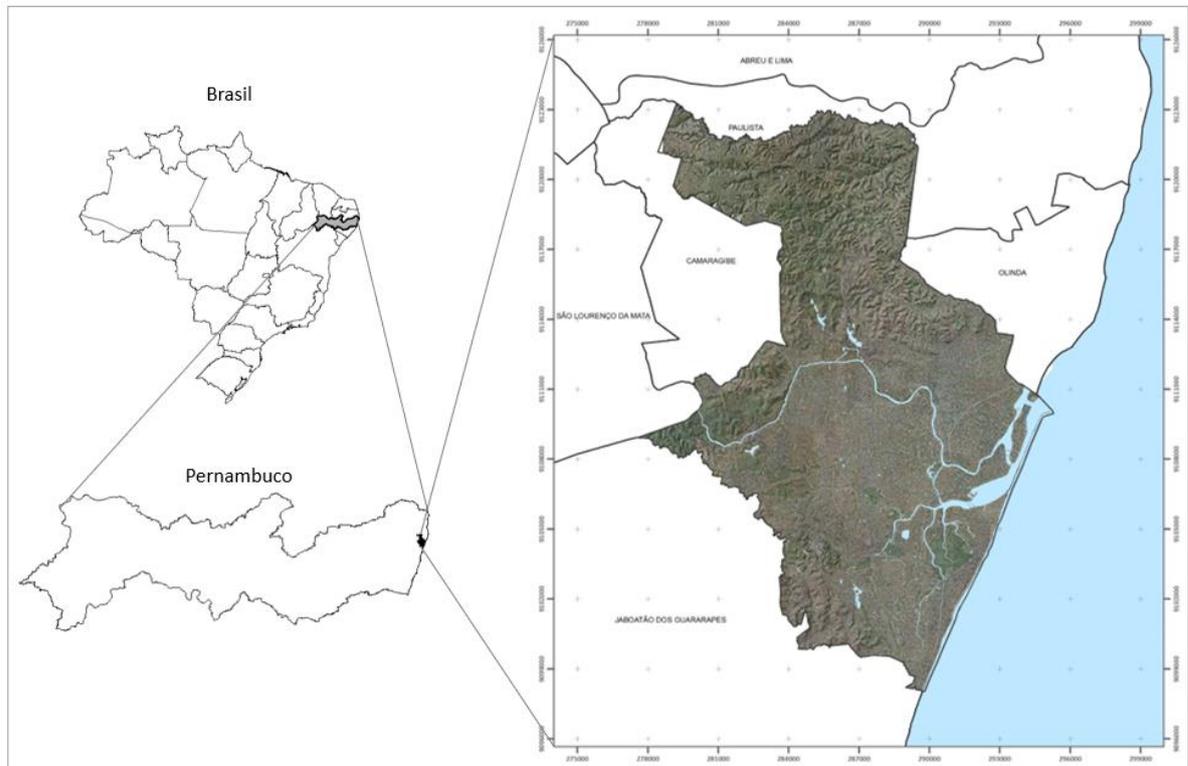
- I) levantamento e coleta dos dados epidemiológicos, socioespaciais e cartográficos;
- II) análise exploratória dos dados por meio da estatística descritiva, com sumário das medidas de tendência central ou de posição e emprego de recursos gráficos;
- III) análise estatística espacial do comportamento da distribuição espacial e geração de mapas temáticos para o período definido;
- IV) Análise e discussão da associação entre a dengue e o Indicador de Habitabilidade, considerando as determinações do espaço geográfico.

### 3.3 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo em questão foi realizado na cidade do Recife (figura 3), Pernambuco, território que possui população estimada em 1.653.461 habitantes para o ano de 2020 (IBGE, 2021) e

que ocupa uma área de 218,50 km<sup>2</sup>; deste modo, a área demográfica em Recife é de 7.555,47 hab./km<sup>2</sup>, concentrando 17,19% da população do estado (IBGE, 2021).

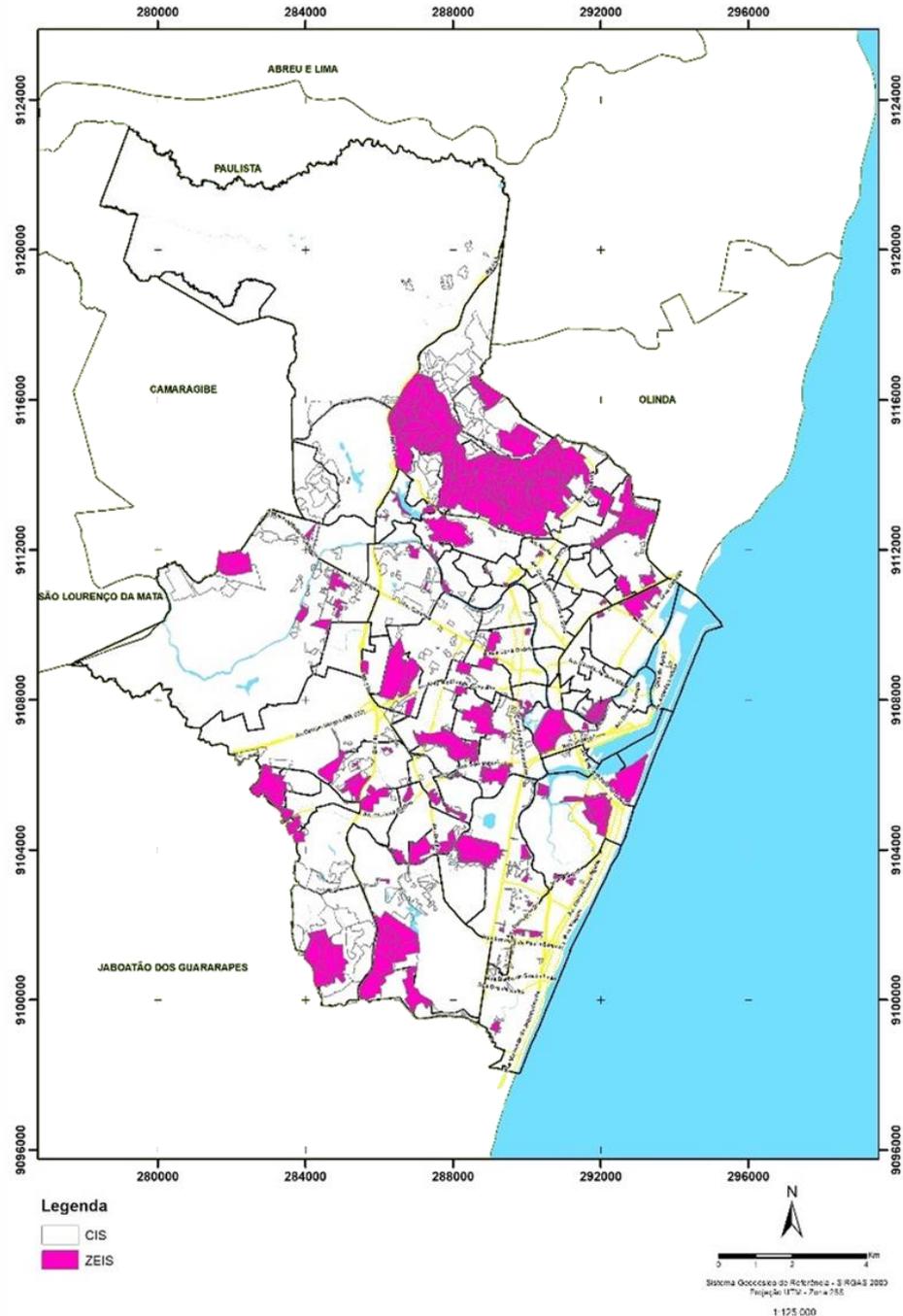
Figura 3 - Mapa de localização do município do Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Elaboração própria baseada nos dados do IBGE (2020).

Na figura 4 são apresentadas as ZEIS e CIS existentes no Recife. O município é formado por 94 bairros e 6 (seis) Regiões Político-Administrativas (RPA), em anexo. Entre 1940 e 1970 ocorreu no Recife o mais intenso crescimento demográfico, com uma taxa na ordem de 4,45% ao ano para a última década do período. A cidade também conta com 545 Comunidades de Interesse social (CIS), que são assentamentos urbanos informais que ocupam 32% do território, abrigando 61% das moradias. Estas comunidades estão predominantemente localizadas nas Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS.

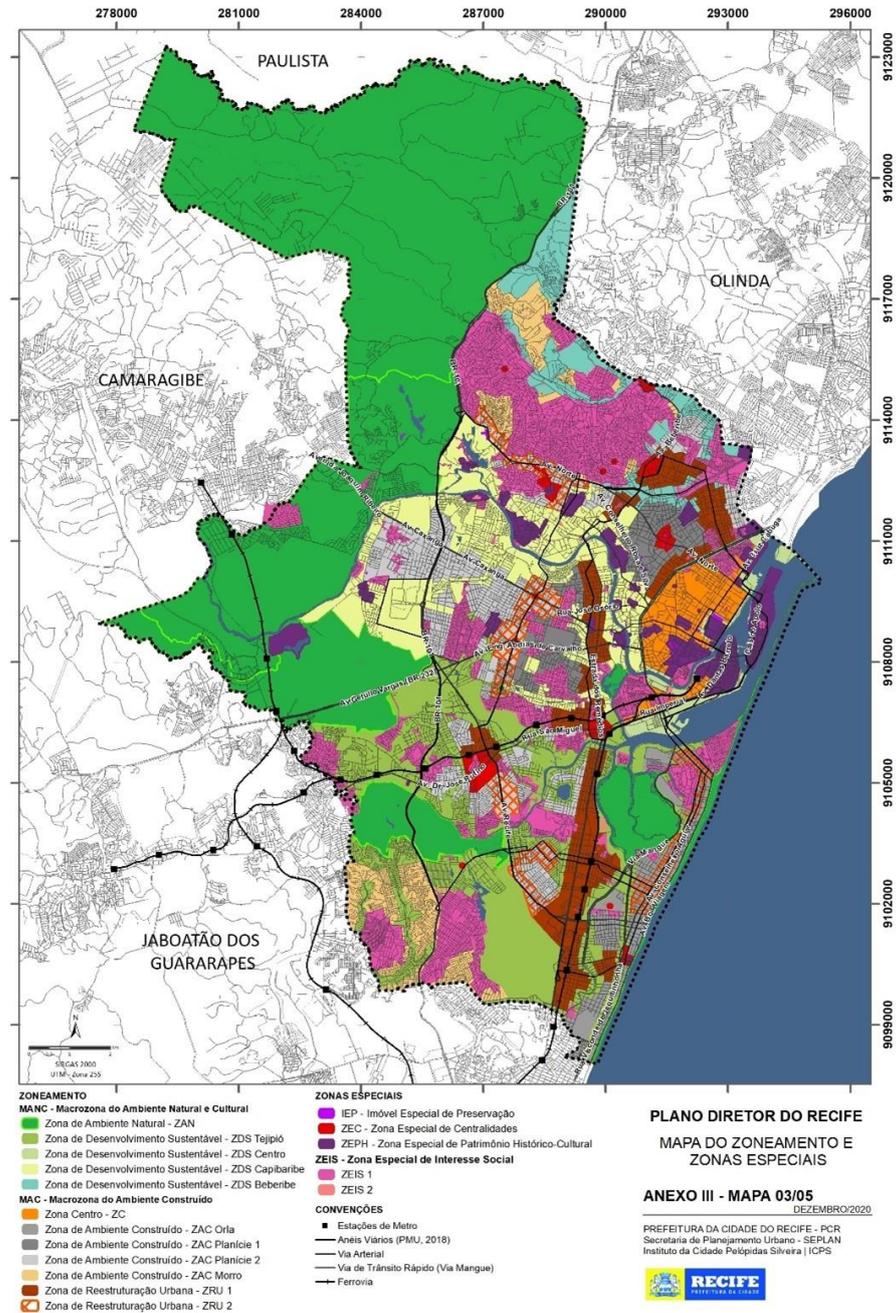
Figura 4 - ZEIS e CIS



Fonte: Elaboração própria embasada em dados da Prefeitura do Recife (2020).

O município apresenta um clima tropical úmido, está situado sobre uma planície fluvio-marinha constituída por ilhas, alagados e manguezais e abrange três bacias hidrográficas: Capibaribe, Beberibe e Tejipió, cujos principais rios recebem os próprios nomes das respectivas bacias hidrográficas, conforme o Plano Diretor de 2021 (figura 5) e a Zona de Ambiente Natural (ZAN).

Figura 5 - Zoneamento do Recife.

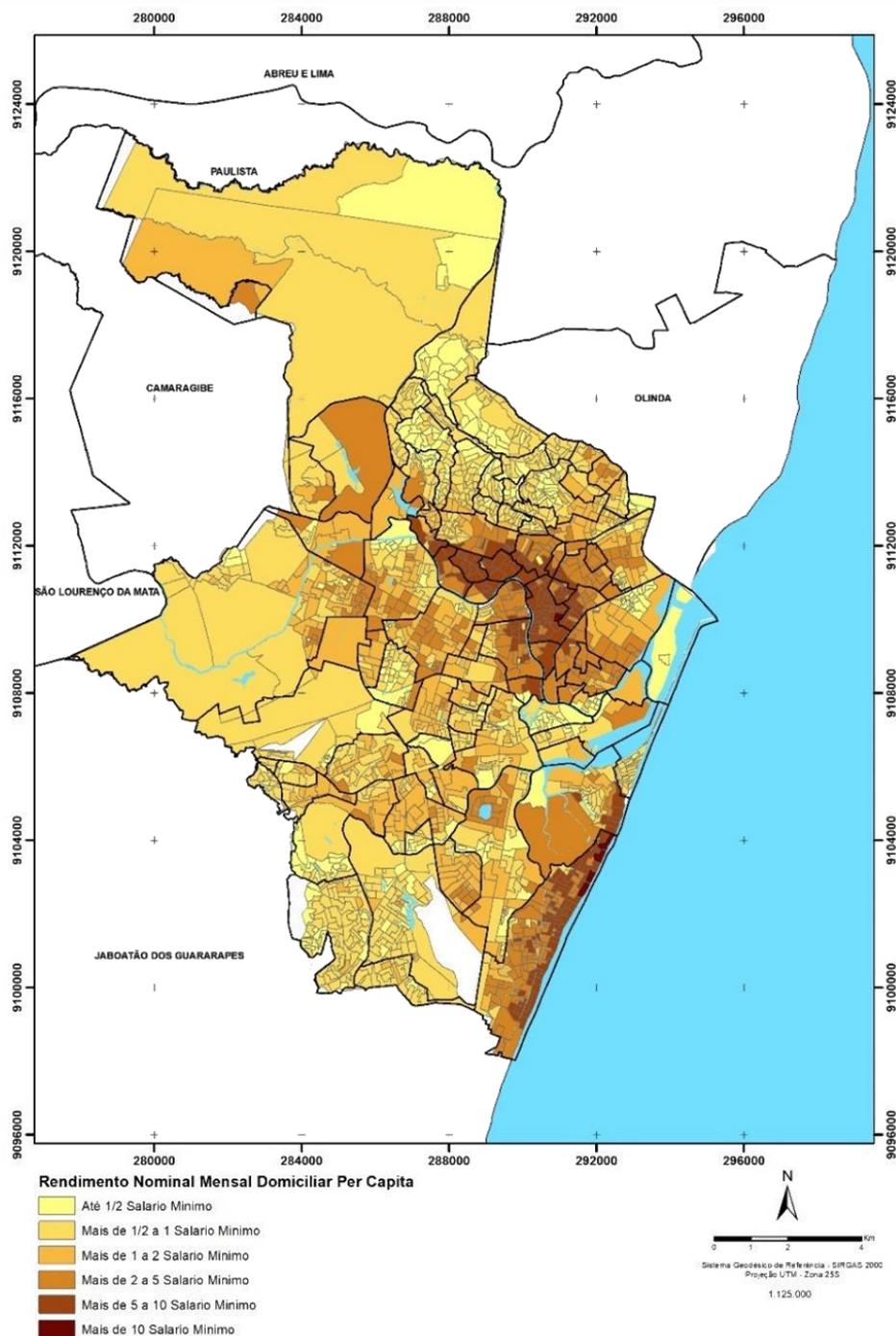


Fonte: Prefeitura do Recife/Plano Diretor (2008).

As Unidades de Conservação da Natureza (UCN'S) se encontram com maior expressividade nas áreas de tabuleiros pouco dissecados e de colinas (zona norte e oeste), tais quais, as UCN'S Beberibe, Dois Irmãos e Mata das Nascentes, que somadas às demais ocupam aproximadamente 38,67% da extensão territorial do município. Na porção intraurbana destaca-se o parque dos manguezais (zona sul), unidade criada com objetivo de preservar as restritas áreas de mangue.

Em 2018, o salário médio mensal era de 3,3 salários-mínimos (figura 6), o que colocava o Recife na posição 109 dentre os 5.570 municípios brasileiros. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 43.1%. Já os domicílios com rendimentos mensais de até meio salário-mínimo por pessoa abrangiam 38.1% da população nessas condições, o que o colocava o município na posição 2.991 do total dos municípios de todo Brasil.

Figura 6 - Renda domiciliar per capita



Fonte: Elaboração própria baseada em informações do IBGE/Censo 2010.

### 3.4 Conjunto de dados

#### 3.4.1 Casos de dengue e período de referência

Foram obtidos os casos de dengue ocorridos no município do Recife durante o período de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2018, tendo como fonte a Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde, com informações disponíveis no portal de dados abertos da Prefeitura do Recife. Os dados informam as ocorrências de moradores acometidos pela dengue. Cada caso de dengue reportado foi georreferenciado e posteriormente agrupado por setores censitários do Censo 2010 (IBGE, 2010). A tabela 1 apresenta a quantidade de casos de dengue notificados por ano no Recife entre 2009 e 2018 e as respectivas quantidades de casos geocodificados com sucesso, de acordo com o endereço de residência do paciente. Do total de 101.970 casos notificados no período, 91.751 (89,97%) foram geocodificados. Os percentuais de geocodificação de cada ano são detalhados na tabela 1.

Tabela 1 - Casos de dengue notificados entre 2009 e 2018 por ano de notificação e as respectivas quantidades e percentuais de casos com endereços válidos para geocodificação.

<b>Casos</b>			
<b>Ano</b>	<b>Notificados</b>	<b>Geocodificados</b>	<b>%</b>
2009	1569	1412	89.99
2010	15020	13558	90.26
2011	7885	7300	92.58
2012	12546	11437	91.16
2013	3257	3035	93.18
2014	2567	2096	81.65
2015	34687	31464	90.70
2016	19559	16947	86.64
2017	2335	2100	89.93
2018	2545	2402	94.38
<b>Total</b>	<b>101970</b>	<b>91751</b>	<b>89.97</b>

Fonte: O autor (2021).

#### 3.4.2 Dados cartográficos

A base de dados da Cartografia Digital do Recife é composta por perfilamento à laser e cobertura Aerofotogramétrica na escala 1:6.000 (220 Km<sup>2</sup>), Modelo Digital do Terreno (MDT) de 220 Km<sup>2</sup> e restituição estereofotogramétrica planimétrica na escala 1:1.000. Esta base foi

disponibilizada pela Diretoria de Informação da Secretaria de Mobilidade e Controle Urbano da Prefeitura do Recife e é composta pelos seguintes elementos:

- a) Zoneamento do Plano Diretor;
- b) Estrutura do sistema viário e cadastro de logradouros;
- c) Estrutura hidrográfica;
- d) Parques, praças, lotes, edificações formais e informais;
- e) Informações básicas do tipo de uso;
- f) Equipamentos públicos de educação saúde, lazer e cultura;
- g) Localização das Comunidades de Interesse Social.

### 3.4.3 Dados socioeconômicos

Para atender simultaneamente os dados socioespaciais associados às condições dos assentamentos humanos, foi necessário utilizar dados espaciais com ampla disponibilidade e cobertura (quadro 2). Com isso, identificamos que o Censo é o instrumento que melhor subsidiou nosso estudo, porque é uma base nacional que abrange um universo completo e desagregado de dados. Ou seja, é a única pesquisa domiciliar capaz de abranger o universo dos domicílios e da população e, com isso, garantir o critério da comparabilidade intraurbana, além de permitir a replicação para outros municípios.

Quadro 2 - Variáveis associadas às condições dos assentamentos humanos.

<b>Categorias de Análise</b>	<b>Fonte</b>	<b>Origem da variável</b>
<b>Características do Domicílios</b>		
Domicílios Particulares Permanentes - DPP	Censo2009	V002 da planilha Domicilio01_UF
Condições de ocupação	Censo2010	V006 a V011 da planilha Domicilio01_UF
Número de Banheiros	Censo2010	V024 a V034 da planilha Domicilio01_UF
Forma de Abastecimento de Água	Censo2010	V013 a V015 planilha Domicilio01_UF
Destino do Lixo	Censo2010	V035 a V042 planilha Domicilio01_UF
Tipo de Esgotamento Sanitário	Censo2010	V017 a V023 planilha Domicilio01_UF
<b>Características das Pessoas</b>		
Pessoa responsáveis pelo domicílio DPP	Censo2010	V001 da planilha Responsavel02_UF
Pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade	Censo2010	V001 da planilha Pessoa01_UF.xls
Residentes por faixa etária	Censo2010	V022, V035 a V134 - planilha Pessoa13_UF
Responsáveis com rendimento nominal mensal	Censo2010	V001 a V010 - planilha ResponsavelRenda_UF

Fonte: IBGE/Censo 2010.

### 3.5 Indicador de habitabilidade associado às condições dos assentamentos humanos

Os padrões das condições de habitabilidade associados às condições dos assentamentos humanos foram determinados com base no Indicador de Habitabilidade – IH. As variáveis que compuseram esse indicador foram obtidas por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com base em dados oriundos do Censo Demográfico de 2010. Estes dados possibilitam descrever as diversas características intraurbanas que expressam as condições dos domicílios e das pessoas do município.

Utilizamos dados que foram obtidos a partir do questionário básico do Censo Demográfico, que possui 37 quesitos, sendo aplicado em todas as unidades domiciliares. Esses dados compreendem características dos domicílios e das pessoas investigadas no período de 1º de agosto a 30 de outubro de 2010 para a totalidade da população e são denominadas por convenção de resultados do universo.

Buscamos um indicador que permitisse retratar, além das condições dos domicílios e dos seus moradores, aspectos básicos relacionados com a qualidade de vida, a exemplo do acesso universal e integral aos serviços públicos e à infraestrutura. O IH, proposto por Barros Filho (2009) é composto por dois conjuntos de índices, o primeiro caracteriza as condições de saneamento e de ocupação, assim como a tipologia dos domicílios de cada setor censitário. O segundo refere-se às condições de renda, educação e longevidade da população de cada setor.

Cada índice considera a significância gradativa de suas variáveis em relação às condições de habitabilidade intraurbana. Desse modo, cada variável que compõe o índice está associada a um peso específico, pois o seu valor é multiplicado por um número inteiro que varia entre 1 e o número máximo de variáveis utilizadas na composição do índice. As variáveis consideradas representativas de melhor condição de habitabilidade obtêm maiores pesos.

O IH é composto por dois índices, sendo descrito pela média aritmética simples do Indicador Domiciliar (ID) e do Indicador Populacional (IP). O ID é composto pela média simples do Índice de Saneamento (SANEAMENTO), do Índice de Tipologia Domiciliar (TIPOLOGIA) e do Índice de Condições de Ocupação (OCUPACAO). O IP é a média aritmética simples do Índice de Renda (RENDA), do Índice de Educação (EDUCACAO) e do Índice de Longevidade (LONGEVIDADE). Mais detalhes sobre o IH podem ser encontrados em Barros Filho (2009). Os cálculos dos índices são expressos nas fórmulas 1 (IH), 2 (ID) e 3 (IP):

$$IH = (ID + IP) / 2 \quad (1)$$

$$ID = (SANEA + TIPO + OCUPA) / 3 \quad (2)$$

$$IP = (RENDA + EDUCA + LONGE) / 3 \quad (3)$$

Os índices receberam um peso de acordo com significância gradativa de suas variáveis, em conformidade com o que o autor considerou de mais representativo nas condições de habitabilidade intraurbana. Logo, para constituição do Indicador de Habitabilidade, atualizamos os cálculos em conformidade com Censo Demográfico de 2010, visto que o trabalho original teve como base os dados do Censo 2000.

### 3.6 Análises estatísticas

Os procedimentos para analisar a dinâmica da dengue em termos de distribuição espaço-temporal correspondem à (i) análise estatística clássica, utilizada para realizar uma caracterização geral da dinâmica da dengue na cidade em termos de regularidade espaço-temporal; e (ii) estatística espacial, usada para identificar padrões de heterogeneidade espacial da dengue e os fatores relacionados. Na análise espacial, empregamos o estimador de densidade *Kernel*, para quantificar a intensidade da dengue por unidade de área. Com relação ao *I Moran* univariado e bivariado, o primeiro avalia a dependência espacial (autocorrelação) existente entre o próprio conjunto de dados, enquanto o segundo analisa a autocorrelação espacial (dependência espacial) entre duas variáveis, permitindo obter informações de possíveis influências de um processo espacial sobre outro.

#### 3.6.1 Estatísticas exploratórias

Os dados das ocorrências de dengue foram apresentados em conformidade com cada um dos anos de estudo e as características das variáveis descritas segundo a distribuição de frequências, as medidas de posição e variação ou dispersão, tais como a média, a mediana, o valor mínimo, o valor máximo, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação. O propósito foi obter uma visão global da distribuição dos valores e das suas variações, visualizados por meio de tabelas contendo a estatística descritiva.

Os dados também foram apresentados em gráficos do tipo *boxplot*, que apresentam, além das características da estatística básicas dos dados, a variabilidade e simetria, demonstrando descritivamente as diferenças nos comportamentos das variáveis. Com o *boxplot*

é também possível visualizar as distâncias interquartílicas em um conjunto de dados que são separados em quatro partes, utilizando a mediana, o valor mínimo, o máximo, o primeiro e o terceiro quartis, além de expressarem os valores que estejam mais distantes do centro do conjunto dos dados (*outliers*) ou pontos extremos.

A média móvel dos casos de dengue foi utilizada para ajudar na compreensão da tendência sequencial dos 10 anos estudados. Ela é calculada a partir da média de novos casos dos últimos sete dias e permitiu identificar a tendência e/ou sazonalidade das ocorrências, representadas por meio de gráfico de linha. Essa ferramenta estatística possibilita acompanhar a evolução dos novos casos e alerta para possibilidade de chamar a atenção para a busca de explicações das possíveis causas que podem estar influenciando o comportamento da ocorrência de casos ao longo do período de análise. Os primeiros dados coletados permitem uma caracterização do surto no tempo e no lugar, sua descrição e agrupamentos por componentes, como informação clínica e laboratorial, características do local e das pessoas, fundamental para elucidação do evento e da sua magnitude (BRASIL, 2018).

### 3.6.2 Estatísticas espaciais

A estatística espacial foi empregada nesta pesquisa para determinar os padrões espaciais da dengue e das condições de habitabilidade e como ambos estão estatisticamente relacionados. A distribuição espacial intraurbana da intensidade da dengue foi mensurada através do estimador de intensidade *Kernel*, a autocorrelação espacial foi medida com base no Índice Global de Moran, enquanto a formação de *clusters* (dependência espacial) de casos de dengue e de condições socioespaciais semelhantes de habitabilidade foi observada através de um Indicador Local de Autocorrelação Espacial (LISA - *Local Indicators of Spatial Association*).

Além disso, o *I Moran* bivariado, técnica de análise estatística espacial capaz de evidenciar quando duas variáveis estão estatisticamente auto correlacionadas em locais específicos (dependência espacial entre duas variáveis), foi empregado para analisar a distribuição dos *clusters* de dengue em relação aos *clusters* das condições de habitabilidade. Por fim, usamos a Regressão Ponderada Geograficamente – RPG para quantificar o grau de associação entre a distribuição espacial dos casos de dengue e das condições de habitabilidade.

### 3.6.2.1 Distribuição espacial da intensidade de incidência de dengue

O estimador de densidade *Kernel* foi empregado para o cálculo que estima a distribuição da intensidade espacial da dengue para cada ano proposto no estudo. Esta função realiza a contagem dos eventos dentro de uma determinada área ou região de análise e fornece uma superfície contínua das intensidades. Os pesos atribuídos para cada localidade estão sujeitos à função de proximidade e à largura da banda atribuída ao estimador de densidade, centrada em um “ponto qualquer” de uma grade gerada sobre a região de estudo.

De acordo com Bailey & Gatrell (1995) o estimador de densidade *Kernel* tem a seguinte equação (4):

$$\lambda_{\tau}(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} \cdot k\left(\frac{(s-s_i)}{\tau}\right) y_i \quad (4)$$

onde,

$k()$  – referido como “Kernel”, é a função de ponderação;

$\lambda(s)$  – é valor estimado

$\tau$  – é a largura de banda, fator de alisamento;

$n$  – é o número total de pontos;

$s$  – é o centro da área;

$y$  – é o valor do ponto;

$i$  – é o local do ponto.

O alisamento desta função consiste em colorir a região de estudo de acordo com as faixas de intensidade calculadas, também denominada de áreas quentes.

### 3.6.2.2 Análise dos clusters de incidência de dengue e condições de habitabilidade

A detecção de clusters de doenças e seus fatores associados têm sido foco importante dentro do campo da Epidemiologia Geográfica (ROMA *et. al.*, 2020). O Índice Global de Moran subsidiou o entendimento da dinâmica global de incidência de dengue, bem como das condições de habitabilidade. Os indicadores globais apresentam um único valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados.

O Índice Global de *Moran* é uma média global de autocorrelação espacial que, segundo Almeida (2012), testa se as áreas vizinhas apresentam associações espaciais existentes no

conjunto de dados baseados em observações simultâneas. Deste modo, consegue detectar afastamentos de uma distribuição espacial aleatória, permitindo sintetizar inúmeras possibilidades de padrões de associação entre as amostras georreferenciadas e possibilitando detectar as similaridades entre as áreas. A expressão para o cálculo do indicador considerando a matriz de proximidade de ordem 1 é apresentada pela equação (5):

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (5)$$

onde,

$n$ : corresponde ao número de áreas;

$y_i$ : é o valor do atributo considerado na área  $i$ , é o valor médio do atributo na região de estudo;

$w_{ij}$ : são os pesos atribuídos conforme a conexão entre as áreas  $i$  e  $j$ .

Empregamos também um Indicador local de autocorrelação espacial (LISA - *Local Indicators of Spatial Association*) para identificação de clusters, que são agrupamentos com valores de atributo similares, ou seja, a quantificação do grau de associação entre as diferentes localizações de dengue e aglomerados de dependência, que foram submetidos à função de um modelo de vizinhança preestabelecido. Nessa perspectiva, o LISA possibilita a identificação dos padrões significativos estatisticamente de associação espacial, apresentando os locais com altos ou baixos valores associados, que podem ser calculados pela equação (6):

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (6)$$

onde,

$w_{ij}$ : valor na matriz de proximidade para região  $i$  com a região  $j$  em função da distância;

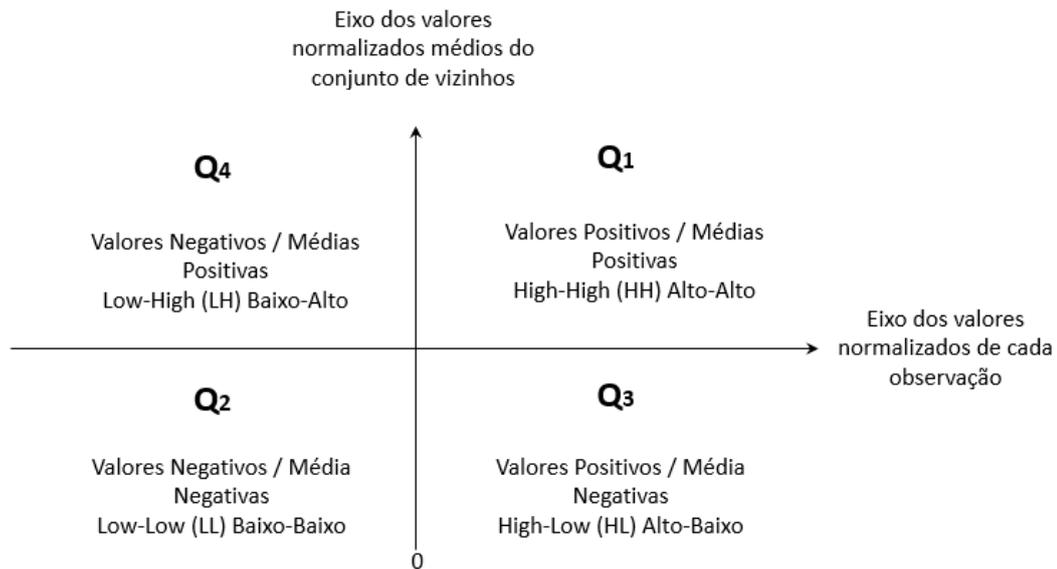
$x_i$  e  $x_j$ : são os valores dos atributos considerados nas áreas  $i$  e  $j$ ;

$d$ : é distância entre pontos;

$n$ : o número de áreas (polígonos).

Para representar os resultados da autocorrelação espacial utilizamos o Mapa de Moran, que permite explorar os padrões de associação espacial. Este, será baseado no Diagrama de Espelhamento de Moran (figura 7), que indica a associação espacial de um ponto em relação aos seus vizinhos, valores semelhantes ou distintos conforme a figura 7.

Figura 7 - Diagrama de Espelhamento de Moran.



Fonte: Adaptado de Nunes (2013).

### 3.6.2.3 Índice de Moran bivariado

O I Moran Bivariado é uma medida global de autocorrelação espacial para medir a influência de um processo sobre a ocorrência de outro nas proximidades. Este índice fornece um grau de associação linear dos valores de uma variável  $x$  e uma variável diferente nas regiões vizinhas, mas não na mesma região (CZAPLEWSKI; REICH, 2019). Aqui, o I Moran Bivariado foi empregado para medir a influência das condições de habitabilidade sobre a ocorrência de dengue. A formulação do I Moran bivariado é apresentada na equação 7:

$$I_t = \frac{R \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^R x_i y_j w_{ij}}{R_b \sum_{i=1}^R x_i^2} \quad (7)$$

onde,

$R$  – é o número de regiões no conjunto de dados;

$R_b$  – é a soma dos pesos que simplifica para  $R$  se a matriz de peso espacial for padronizada por linha;

$x_i$  – é a primeira variável, sendo medida como desvio da média;

$y_i$  – é a segunda variável, também medida como desvio da média;

$w_{ij}$  – é a variável de localização para a proximidade da área.

### 3.6.2.4 Regressão Ponderada Geograficamente (RPG)

A RPG foi empregada para analisar a probabilidade de existir associação entre a incidência de dengue acumulada durante o período de estudo, definida como variável dependente, com as condições de moradia definidas pelo Indicador de Habitabilidade, variável independente, constituída por dados secundários do Censo Demográficos de 2010, pelo IBGE.

De acordo com Fotheringham e Brunsdon (1999), o modelo RPG é capaz de lidar com a heterogeneidade espacial dos processos nas relações espaciais ao calibrar um conjunto de modelos para cada local (unidade geográfica) com coeficientes particulares. Ou seja, ao invés de calibrar parâmetros globais para representar toda região, a RPG estima parâmetros individuais para cada local de regressão. A principal suposição inerente ao RPG (não estacionariedade espacial) fundamenta-se na Lei de Tobler (1970) – “*tudo que está no espaço está relacionado com tudo, mas o mais próximo está mais relacionado do que o mais distante*”.

Para Câmara *et. al.* (2005), a maior parte das ocorrências, sejam de quais características forem, se ocorridas no espaço, quase que inevitavelmente apresentam entre si uma relação que depende da distância (Câmara *et. al.*, 2005). A RPG tem como propósito estudar os fenômenos que sofrem variação de acordo com cada área examinada. A partir dela é gerada uma equação de regressão separada para cada observação e avaliado o grau de heterogeneidade do espaço e as relações entre as variáveis dependentes e independentes.

De acordo com Almeida (2012), a RPG calibra um conjunto de modelos usando subamostras dos dados ponderadas pela distância. Se constitui em uma extensão do método de regressão linear clássica, que supera a explicação global, por incorporar a dependência espacial, que pode ser utilizada para análises inferenciais ou preditivas. A formulação do modelo RPG é mostrada na equação 8:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^p \beta_j(u_i, v_i) x_{ij} + \varepsilon_i \quad (8)$$

onde,

$\varepsilon_i$  é o erro relacionado a i-ésima observação;

$v_i$  é a i-ésima observação da variável resposta, com  $i = 1, \dots, n$ ;

$x_{ij}$  é a j-ésima variável preditora para i-ésima observação, com  $j = 1, \dots, p$ ;

$(u_i, v_i)$  é a posição coordenada do i-ésimo ponto no espaço;

$\beta_j(u_i, v_i)$  é o resultado da função contínua dada pelo ponto  $i$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Padrões socioespaciais das condições de habitabilidade

#### 4.1.1 Análise exploratória do IH e seus indicadores

Os valores descritos na tabela 2 apresentam as propriedades estatísticas das variáveis que compõem as dimensões dos assentamentos humanos que formam o IH, constituído por dados correspondentes aos setores censitários do município. O índice RENDA é o que apresenta a menor média e mediana, ficando distante de todos os demais. Neste índice, o Desvio Padrão é também o de maior valor, o que implica dizer que no Recife os setores censitários estão representados por grande variação nos valores de renda, predominando os mais baixos, mas também ocorrendo valores altos em menor número.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas dos indicadores.

ESTATÍSTICA	SANEAMENTO	TIPOLOGIA	OCUPAÇÃO	ID	REND A	EDUCAÇÃO	LONGEVIDADE	IP	IH
Soma	1.685,70	1.519,83	1.623,76	1.609,76	626,85	1.662,79	784,97	1.024,87	1.317,32
Média	0,92	0,83	0,89	0,88	0,34	0,91	0,43	0,56	0,72
Variância	0,004	0,002	0,004	0,001	0,025	0,006	0,002	0,007	0,003
Desvio Padrão	0,07	0,04	0,06	0,04	0,16	0,08	0,05	0,09	0,05
Coef. de Variação	0,07	0,05	0,07	0,04	0,46	0,09	0,11	0,15	0,08
Mínimo Valor	0,45	0,34	0,19	0,49	0,09	0,54	0,31	0,36	0,47
Máximo Valor	1,00	0,98	1,00	0,97	0,86	1,00	0,58	0,81	0,88
Mediana	0,94	0,82	0,90	0,88	0,28	0,92	0,43	0,54	0,71
1o. Quartil	0,88	0,81	0,87	0,86	0,23	0,86	0,39	0,49	0,68
3o. Quartil	0,97	0,85	0,92	0,90	0,43	0,98	0,47	0,62	0,76

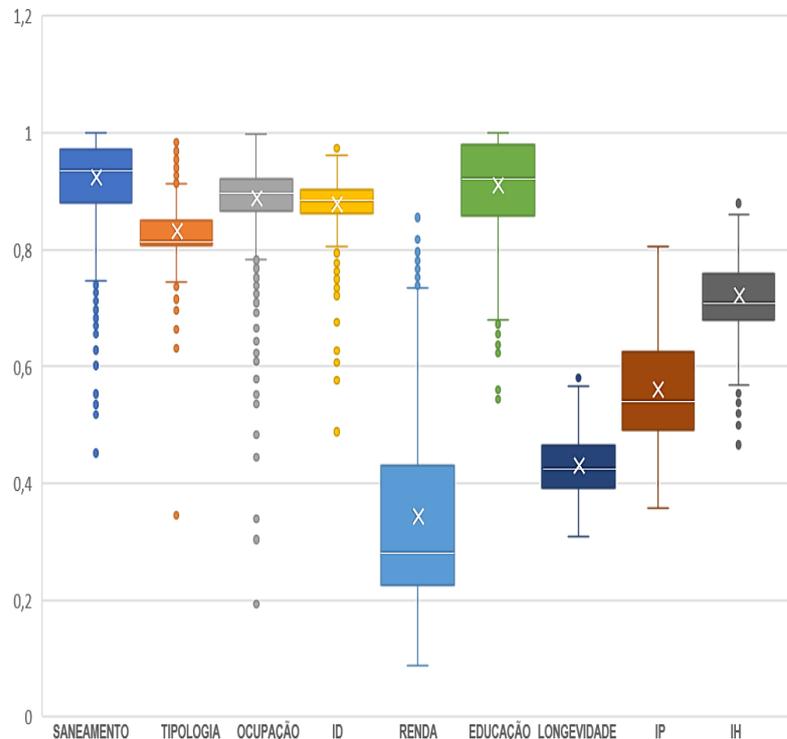
Fonte: Elaboração própria.

Na figura 8, podemos verificar valores que distanciam significativamente da média no índice RENDA com valores altos, o que caracteriza o Recife como uma cidade em que a renda apresenta uma alta heterogeneidade na sua distribuição entre os setores censitários. O índice LONGEVIDADE também apresenta um baixo valor. Ele revela um Desvio Padrão baixo, aproximando-o de uma distribuição gaussiana, conforme figura 8. Isto é, apresenta uma menor variabilidade entre os dados quando comparado com a média. Já o índice EDUCAÇÃO

apresentou uma média alta e pouca variabilidade. No Censo 2010, o único dado disponível com maior nível de desagregação por setor censitário foi o referente às pessoas alfabetizadas.

Os índices SANEAMENTO e OCUPAÇÃO apresentaram distribuições muito parecidas e com altos valores para a média e um baixo valor para o desvio padrão, indicando uma distribuição mais homogênea dos dados. De modo geral, os índices domiciliares apresentam, em média, os valores mais elevados e menos dispersos dos índices populacionais.

Figura 8 - *Boxplot* dos indicadores.



Fonte: O autor (2021).

#### 4.1.2 Análise de autocorrelação local do IH e seus indicadores

Os resultados obtidos com essas classificações revelam algumas semelhanças importantes e proporcionam uma leitura da configuração socioespacial do Recife, revelando aspectos que influenciam essas características. A figura 9 mostra as tendências espaciais dos valores de cada índice e sua influência nos agrupamentos da cidade. Excetuando as imagens do índice SANEAMENTO E OCUPAÇÃO, é possível verificar duas grandes áreas com clusters identificados pelos valores altos circundados por vizinhos de alto valores (*High-High*), conforme indicado na figura 9. Nesses lugares, encontram-se o bairro de Boa Viagem, localizado na Zona Sul e um conjunto de bairros da Zona Oeste da cidade.

O índice RENDA é o que apresenta uma aglomeração mais consistente, indicando que nessas localidades encontram-se agrupados os setores censitários com as melhores condições de renda do município e influencia o Indicador Populacional (IP). O índice de SANEAMENTO se expande para os bairros mais a oeste da cidade, porém, de forma menos concentrada. Essa expansão aparenta uma tendência de uma área maior, com boas condições dos serviços de água, de esgoto e de coleta de lixo. Entretanto, é importante analisar que os dados do IBGE não consideram a qualidade dos serviços prestados e a dispersão também pode estar relacionada com a existência de poços artesianos como a forma principal de abastecimento em área com melhor infraestrutura.

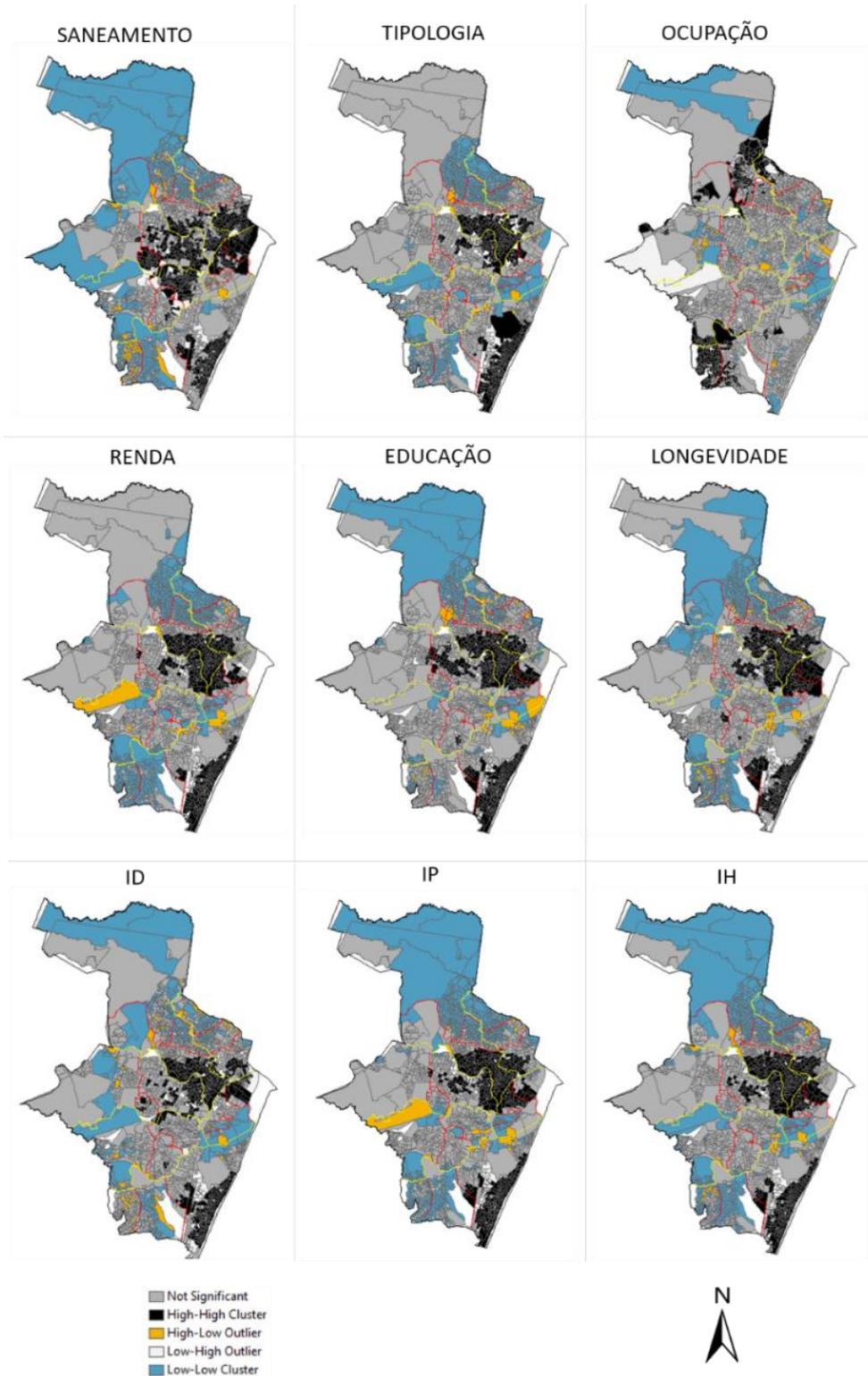
O índice de OCUPAÇÃO é o que mais destoa de todos os demais índices e desperta algumas curiosidades. Os resultados mostram que os setores com boas condições de ocupação encontram-se em áreas informais da cidade. Este índice mostra que os domicílios próprios e quitados são os que apresentam as melhores características. De fato, quando consultamos os dados contidos nos setores censitários, verificamos que nas áreas tradicionalmente consideradas de melhor infraestrutura os números de domicílios próprios e quitados não são altos, enquanto nas áreas onde as ocupações são informais existem números altos de domicílios identificados como próprios e quitados.

A análise espacial do comportamento da estrutura de autocorrelação espacial captadas pelos padrões locais de associação sobre as condições dos assentamentos humanos apontado pelo Indicador de Habitabilidade – IH, evidencia, conforme a figura 9, forte presença de dois agrupamentos espaciais significativos e bem definidos para a cidade. As análises exploratórias desenvolvidas com os indicadores locais de autocorrelação espacial permitiram calcular a probabilidade da similaridade entre um dado de determinado setor censitário e sua vizinhança não ocorrer por acaso, medindo o quanto o valor está acima ou abaixo da média. Com isso, ficou constatado a existência de áreas compostas por setores censitários que apresentaram dependência espacial, expressa pela composição de agrupamentos ou clusters, para as condições dos assentamentos, apontadas pelo Indicador de Habitabilidade – IH.

O Indicador de Habitabilidade – IH apresenta uma configuração espacial caracterizada, predominantemente, por dois grandes agrupamentos bem concentrados, compostos por setores censitários definidos como HH. Ou seja, setores com valores altos, envolvidos por outros setores com valores semelhantes, indicado a concentração de áreas com os melhores Indicadores de Habitabilidade. Os dois principais clusters estão localizados, em sua maior parte, na RPA-3, com uma pequena expansão para as RPAs 1, 2 e 4. A RPA-6 é composta,

especialmente por um conjunto de setores que estão próximos da faixa litorânea do bairro de Boa Viagem.

Figura 9 - Cartograma com a identificação de *clusters* do Indicador de Habitabilidade – IH e seus indicadores.



Fonte: O autor (2021).

Os resultados socioespaciais proporcionados pelo Indicador de Habitabilidade demonstraram que no Recife há uma seletividade que marca fortemente as condições de desigualdade intraurbana no município. A leitura geral apresentada pelos agrupamentos gerados pelo efeito de proximidade do LISA, visualizado pelo mapa de Moran Local, demonstra a concentração de áreas contínuas, dotadas de melhores condições de habitabilidade em detrimento de outras com baixa condições.

Os estudos realizados por Zechin e Holanda (2017) sobre a desigualdade socioespacial em cinco capitais de estados brasileiros (Belo Horizonte-MG, Brasília-DF, Curitiba-PR, Fortaleza-CE e Goiana-GO), utilizando ferramentas de análise espacial, procuraram identificar estruturas de correlação espacial que melhor representasse o padrão da distribuição de dados, tendo as medidas de autocorrelação entre setores censitários, um importante meio de constatação da dependência espacial e para a medição da segregação residencial.

De acordo com Correa (2013), a segregação socioespacial é decorrente das divisões de classe existentes na sociedade, associada a uma política hegemônica pela elite e os estratos superiores da classe média, cujo propósito é reforçar diferenciais de existência e de condições de reprodução desses grupos, por meio da escolha das melhores localizações no espaço urbano, tornando-as exclusivas em razão dos elevados preços da terra urbana.

## 4.2 Análise exploratória e clusters espaciais da incidência de dengue

### 4.2.1 Análise exploratória dos casos de dengue

A distribuição dos valores descritos na tabela 3 apresenta as propriedades estatísticas do conjunto de dados da dengue durante a série de 2009 a 2018. Nela, podemos verificar que há uma relação direta entre a soma das ocorrências, as médias e os desvios padrões em todos os anos da série, posto que, quando há um aumento ou uma diminuição no total de casos, há também uma influência direta nas variações.

Observa-se que, em todos os períodos ora considerados, ocorre uma alta dispersão dos dados ao longo dos anos, o que significa um baixo grau de homogeneidade relativa da distribuição e, conseqüentemente, a presença de valores extremos. Isso pode ser constatado pela observação dos valores do desvio padrão e da variância, destacando-se o ano de 2015, o qual apresenta uma variância de 224,75 e um desvio padrão de 14,99. Vale destacar que no comportamento de toda série, ocorre uma relação direta que está indicando que quanto maior é o número de ocorrência de dengue no ano, maior é a heterogeneidade na distribuição.

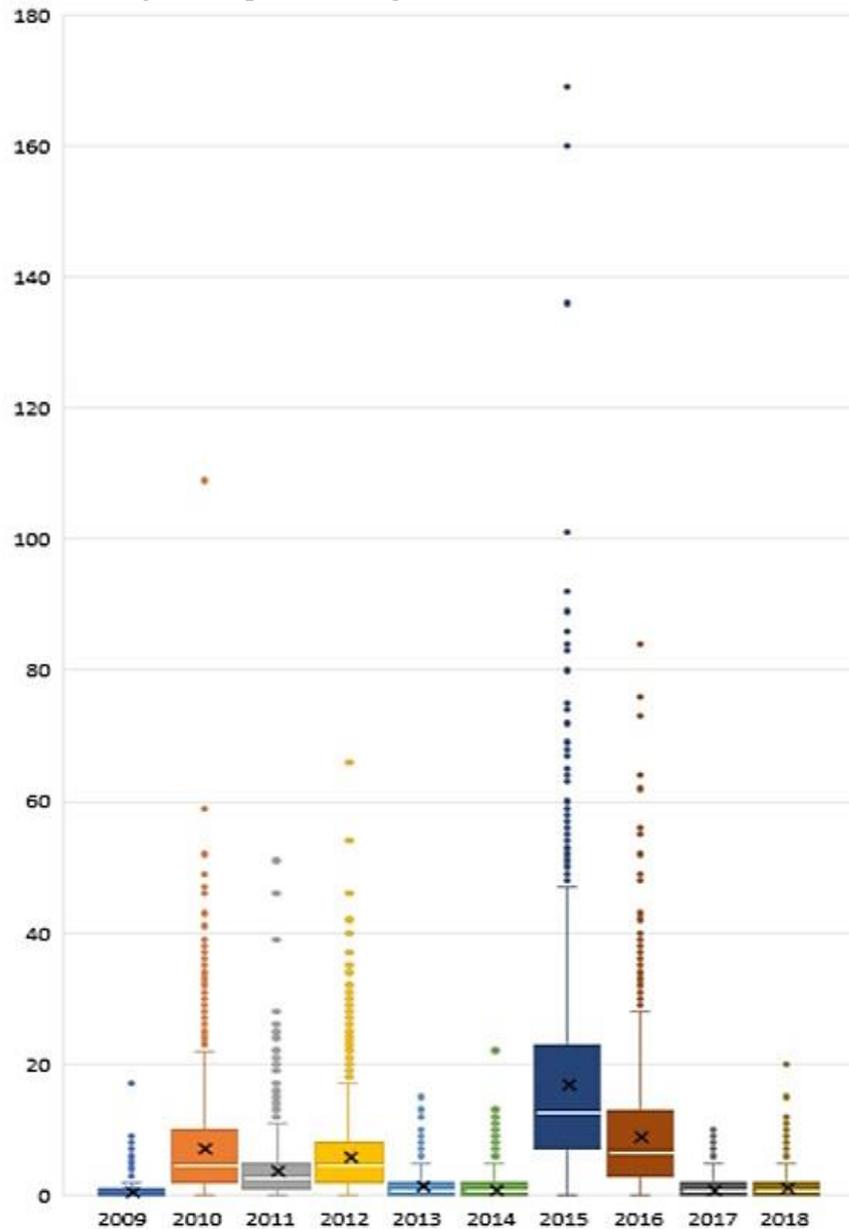
Tabela 3 - Estatística geral da dengue 2009 – 2018 na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil.

<b>Estatísticas</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Soma	1.412	13.588	7.300	11.438	3.036	2.096	31.469	16.948	2.100	2.402
Média	0,76	7,33	3,94	6,17	1,64	1,13	16,97	9,14	1,13	1,30
Variância	1,38	60,24	16,66	36,74	3,07	2,82	224,75	73,96	2,01	2,44
Desvio Padrão	1,17	7,76	4,08	6,06	1,75	1,68	14,99	8,60	1,42	1,56
Coeficiente de										
Variação	1,54	1,06	1,04	0,98	1,07	1,49	0,88	0,94	1,25	1,20
Valor Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor Máximo	17	109	51	66	15	22	169	84	10	20
Mediana	0,00	5,00	3,00	5,00	1,00	1,00	13,00	7,00	1,00	1,00
1o. Quartil	0,0	2,0	1,0	2,0	0,0	0,0	7,0	3,0	0,0	0,0
3o. Quartil	1,0	10,0	5,0	8,0	2,0	2,0	23,0	13,0	2,0	2,0

Fonte: Elaboração própria baseada em informações da Prefeitura do Recife/Vigilância em Saúde 2018.

Os dados representados pelo boxplot, conforme a Figura 10, indicam que a distribuição é assimetricamente positiva em toda série estudada. Entretanto, os anos 2010, 2011, 2012, 2015 e 2016, apresentam maior variabilidade. Verifica-se ainda que, em todos os anos, estão localizados valores com afastamento acima do limite superior do domínio do diagrama. Ou seja, casos considerados como pontos extremos, denominados de outliers, cuja discrepância predomina nos anos com maior ocorrência de casos.

Figura 10 - Distribuição Boxplot da dengue na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil.



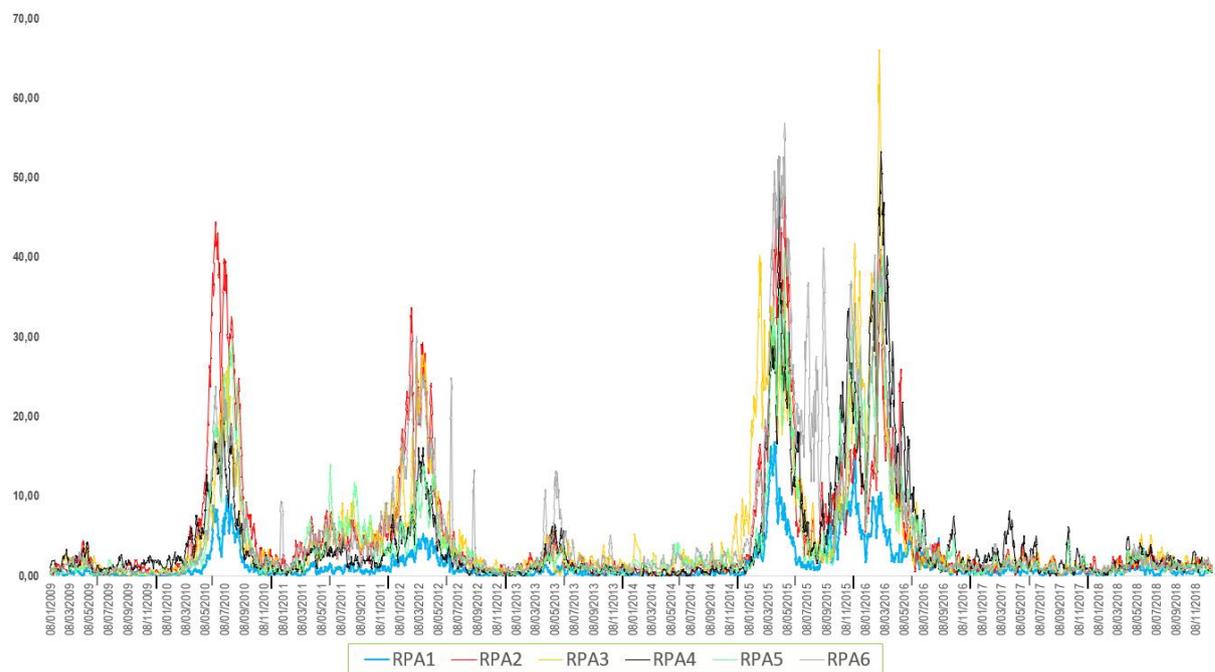
Fonte: Elaboração própria baseada em informações da Prefeitura do Recife/Vigilância em Saúde 2018.

A média móvel do número de casos de dengue, conforme mostra a figura 11, indica que durante o período de 2009 a 2018 houve quatro anos com os maiores picos de ocorrências, com destaque para os anos de 2015 e 2016, os quais apresentam valores superiores a mais de 1.000 casos por 100 mil habitantes. As Regiões 2, 5, e 6 aparecem com os maiores números de casos quando observados especificamente os períodos de pico, que ocorrem, predominantemente, no primeiro semestre do ano, porém, a RPA-6 apresenta intercorrência de pequenos picos em outros períodos. De modo geral, os meses de outubro a dezembro são os que apresentaram as menores frequências de casos, exceto os anos de 2011, 2014 e 2015. Vale ressaltar que, quando

há números altos de ocorrência nos finais de ano, observamos que acontece um grande surto no ano subsequente.

Ao longo da série verifica-se que a ocorrência dos agravos acontecem, predominantemente, em ciclos bem definidos que coincidem com as estações do ano, denominados, segundo Medronho *et. al.* (2009), como variação sazonal. Essas condições podem ser influenciadas por acúmulo de chuvas intermitentes associadas à temperatura elevada e constante e concentração de umidade relativa do ar, que favorecem a procriação do *Aedes aegypti* (Santos, 2016; Lima *et. al.* 2016).

Figura 11 - Média Móvel de ocorrência de dengue, por RPA, na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil (2009-2018).



Fonte: Elaboração própria baseada em informações da Prefeitura do Recife/Vigilância em Saúde 2018.

#### 4.2.2 Distribuição espacial da intensidade de dengue

Os resultados da distribuição espacial dos casos de dengue foram aferidos pelo estimador de intensidade de Kernel (figura 12) durante o período de estudo. Realizou-se uma contagem de todos os pontos correspondentes aos casos notificados dentro de uma área de influência delimitada pelo raio de busca (500 m), ponderada pelo quadrado da distância de cada ponto, que demonstrou os efeitos locais da intensidade e consequentemente das aglomerações.

Para efeito da nossa discussão, foram consideradas as áreas que apresentaram alta densidade de casos. A investigação da distribuição de casos ao longo dos 10 anos de estudo por Região Político-Administrativa indica que a RPA-2, Região Norte do Recife, apresenta áreas quentes em nove anos da série. Esta região se destaca por ser a que apresenta a maior densidade populacional do município e, ainda conforme indicado na figura 5, apresenta um conjunto expressivo de setores censitários com rendimento nominal domiciliar per capita inferior a um salário-mínimo. Os bairros de Água Fria, Arruda e Campina do Barreto, pertencentes à RPA-2 apresentaram comportamento similar ao da Região com o mesmo número de anos, com alta intensidade de casos. Já os bairros de Santa Terezinha, Bomba do Hemetério e Campo Grande apresentaram alta intensidade em 7 anos da série estudada. Vale destacar que, tanto o primeiro, quanto o segundo grupo de bairros apresentam uma contiguidade territorial.

A Região Noroeste da Cidade – RPA-3, pelas mesmas razões apontadas para o caso da RPA-2, é a segunda com maior frequência de áreas quentes se repetindo sete vezes ao longo do período de análise, especificamente onde estão localizados os setores censitários (figura 6) com um baixo rendimento nominal domiciliar per capita. Os bairros da Mangabeira e Vasco da Gama têm apresentado comportamento semelhante. Nessa Região, os bairros de Casa Amarela e Morro da Conceição apresentaram alta intensidade por seis vezes e o Alto José Bonifácio, Alto José do Pinho, Macaxeira e Nova Descoberta por cinco vezes.

A RPA-5 (Região Sudoeste) foi a terceira área com maior presença expressiva de áreas quentes por cinco vezes durante o período estudado. Essa situação predomina nos setores censitários de baixo rendimento nominal per capita e no bairro da Mustardinha, por ser o de maior influência da região.

Para uma primeira aproximação, na observação dos padrões socioespaciais do Recife, quando comparamos os resultados da densidade de ocorrência com a figura 3, verificamos que as altas e médias densidades de dengue ocorrem predominantemente nas ZEIS e nas CIS, principalmente quando elas estão localizadas nas áreas mais elevadas da cidade, excetuando as densamente vegetadas.

A pesquisa realizada por Flauzino *et. al.* (2009), na cidade do Rio de Janeiro, utilizando o estimador de intensidade de Kernel constatou que as áreas quentes estavam localizadas nos assentamentos populares ou próximas a eles, o que também sugere que a ocorrência da dengue pode estar relacionada à vulnerabilidade social das populações. Estudos similares sobre dengue realizado por Carvalho *et. al.* (2017) também apresentaram resultados parecidos entre as ocorrências e as condições socioeconômicas da população.

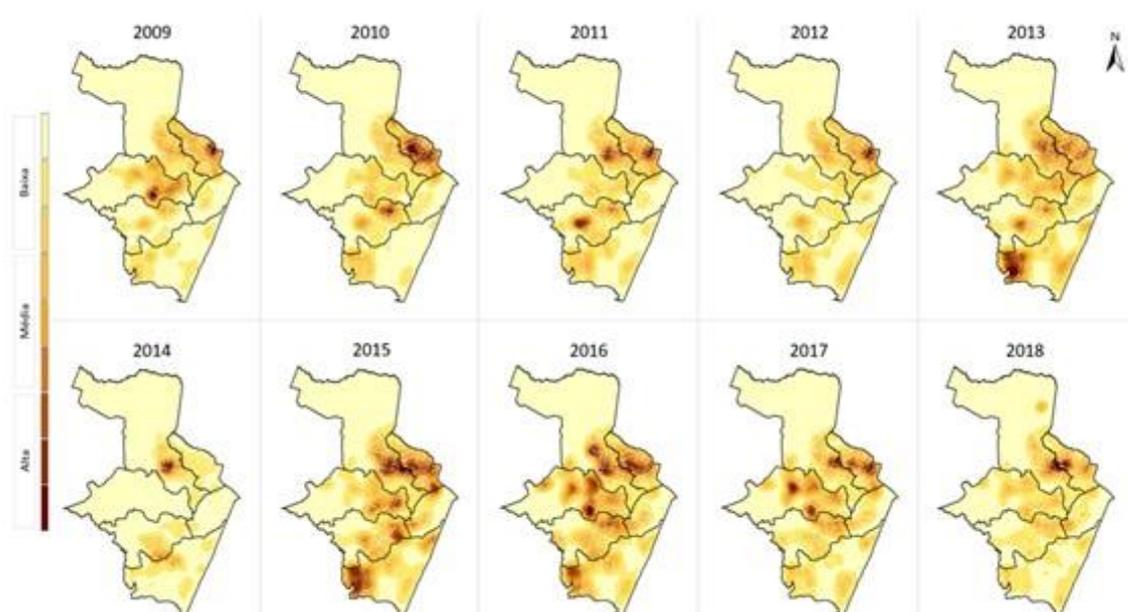
Lacerda e Zancheti (2000) em estudos realizados sobre planejamento metropolitano constataram que os morros do Recife são ocupados, em grande parte, por casarões constituídos por edificação gerada por materiais de baixo valor, compostas por famílias de baixa renda que se espalham pelas suas encostas.

Cabe destacar que a utilização desse tipo de modelo evita a divisão artificial da região, baseado especificamente em critérios político-administrativos que podem não ter necessariamente relação com o objeto de estudo, e a escolha da escala do estudo não se constitui em um problema, podendo ser facilmente ajustada quando necessário. O modelo permite a visualização das ocorrências por meio de superfícies com intensidades alta, média e baixa, que indicam uma forte tendência dessas áreas serem potencialmente de risco.

Os resultados do estimado Kernel, acompanhados por outras informações como a média móvel da ocorrência de dengue, podem contribuir para uma rápida identificação dos focos e da sua propagação. O acompanhamento sistemático dos casos pode permitir a visualização da movimentação dos pontos quentes e da sua propagação ou dispersão, podendo ser agregadas outras camadas de informações para uma melhor leitura das condições da área.

Com isso, há de se supor a existência de dependência espacial e que algumas condições particulares das manchas que identificam maior intensidade de ocorrência em vários anos da série podem estar sendo influenciadas por determinações, cuja multiplicidade necessita ser melhor investigada.

Figura 12 - Densidade de ocorrências da dengue na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil (2009-2018).



Fonte: O autor (2021).

### 4.2.3 Análise de autocorrelação espacial da incidência de dengue

Para verificar a existência de autocorrelação espacial da incidência de dengue, calculamos, conforme descrito na tabela 4, os resultados dos índices globais de Moran correspondentes aos anos de 2009 a 2018. Neles, verificamos que os níveis de significância (p-valores) de todos os anos da série são menores que 0,001. Isso implica dizer que as chances de a distribuição de casos de dengue ocorrerem por processo aleatório é de 1% nos setores censitários. Com isso, rejeita-se a hipótese nula de ausência de correlação espacial porque o referido valor apresenta um índice de confiabilidade de 99% para aceitarmos a hipótese alternativa, que indica a existência de autocorrelação na distribuição de dengue para a cidade.

Tabela 4 - Índice Global de Moran e a incidência de dengue e seus níveis de significância 2009 – 2018.

Anos	Índice Global de Moran	p-valor	z-score
2009	0,184545	0,000000	13,359797
2010	0,434158	0,000000	31,347101
2011	0,353381	0,000000	25,525568
2012	0,391722	0,000000	28,216595
2013	0,18166	0,000000	13,085194
2014	0,350195	0,000000	25,297273
2015	0,323531	0,000000	23,327617
2016	0,343015	0,000000	24,702116
2017	0,197591	0,000000	14,224641
2018	0,159141	0,000000	11,505769

Fonte: O autor (2021).

Os valores da autocorrelação expressos pelos índices globais de Moran são positivos e isso quer dizer que há grandes chances de existir a localização de setores com taxas de incidência similares aos setores vizinhos. De acordo com Almeida (2012), isto significa que os autovalores de uma variável de interesse tendem a estar circundados por altos valores desta variável em regiões vizinhas e/ou valores baixos tendem a estar rodeados por baixos valores. Isto é, a presença de uma determinada condição socioespacial em um determinado setor censitário do Recife pode estar influenciando as regiões próximas à condições iguais ou semelhantes.

Embora seja necessário examinar os padrões dos dados espaciais em uma escala maior de detalhes, por meio de um indicador local de autocorrelação espacial, esses resultados reforçam a tendência focal dos padrões de transmissão da dengue, que tendem a ser altamente restritos a *clusters* espaciais que se articulam entre si observada em estudos anteriores (MAMMEN JR. *et al.*, 2008; MORRISON *et al.*, 1998; VINCENTI-GONZALEZ *et al.*, 2017). Além disso, esses resultados também são corroborados por Mondini; Chiaravallotit-Neto (2008), Medronho; Valencia (2009), Hagenlocher *et al.* (2013) e Nunes *et al.*, (2020), que demonstraram consistente formação de *clusters* de transmissão da dengue.

#### 4.2.4 Indicadores de autocorrelação local da incidência de dengue

Os indicadores locais - LISA (*Local Indicator of Spatial Association*), permitiram a identificação de conglomerados espaciais (*cluster*) produzindo um valor específico para cada área. A figura 13 mostra os resultados da análise da autocorrelação espacial da incidência dos casos de dengue sobre os moradores de cada setor censitário em uma série histórica dos anos de 2009 a 2018. Esses resultados demonstram que ocorre uma autocorrelação positiva, valores altos de setores censitários e dos seus vizinhos mais próximos, identificados na legenda como *High-High* (HH). Resultados semelhantes foram observados por Ren *et al.* (2019), em que os autores demonstraram forte tendência de formação de *clusters* de valores semelhantes de incidência de dengue.

Durante os anos analisados, verificamos que a RPA-2, Região Norte da cidade, apresentou o maior número de setores censitários com agrupamentos do tipo HH, ocupando a primeira colocação quando comparada às outras regiões nos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013, tendo a segunda colocação nos anos de 2009, 2013, 2015 e 2017. Todavia, vale ressaltar que a RPA-1, área mais central da cidade, é a que menos apresentou agrupamentos do tipo HH durante toda a série. Alguns fatores podem ser apontados para isso: trata-se de uma região com elevado número de edificações voltadas à atividade comercial e, além disso, as áreas residenciais existentes nessa região apresentam bons indicadores socioeconômicos, com áreas bastante restritas sujeitas a precárias condições de habitabilidade.

Observamos que durante a série de estudo houve a distribuição de vários agrupamentos *High-Low* (HL), setores com altos valores de incidência de dengue, circundados por vizinhos com baixos valores. Isso pode estar indicando que as incidências de dengue naquela localidade são específicas e não sofrem influência dos vizinhos ou focos de disseminação em estágio

inicial de desenvolvimento que posteriormente podem se propagar principalmente para as áreas imediatamente vizinhas, como relatado por Vincenti-Gonzalez *et al.* (2017) na Venezuela.

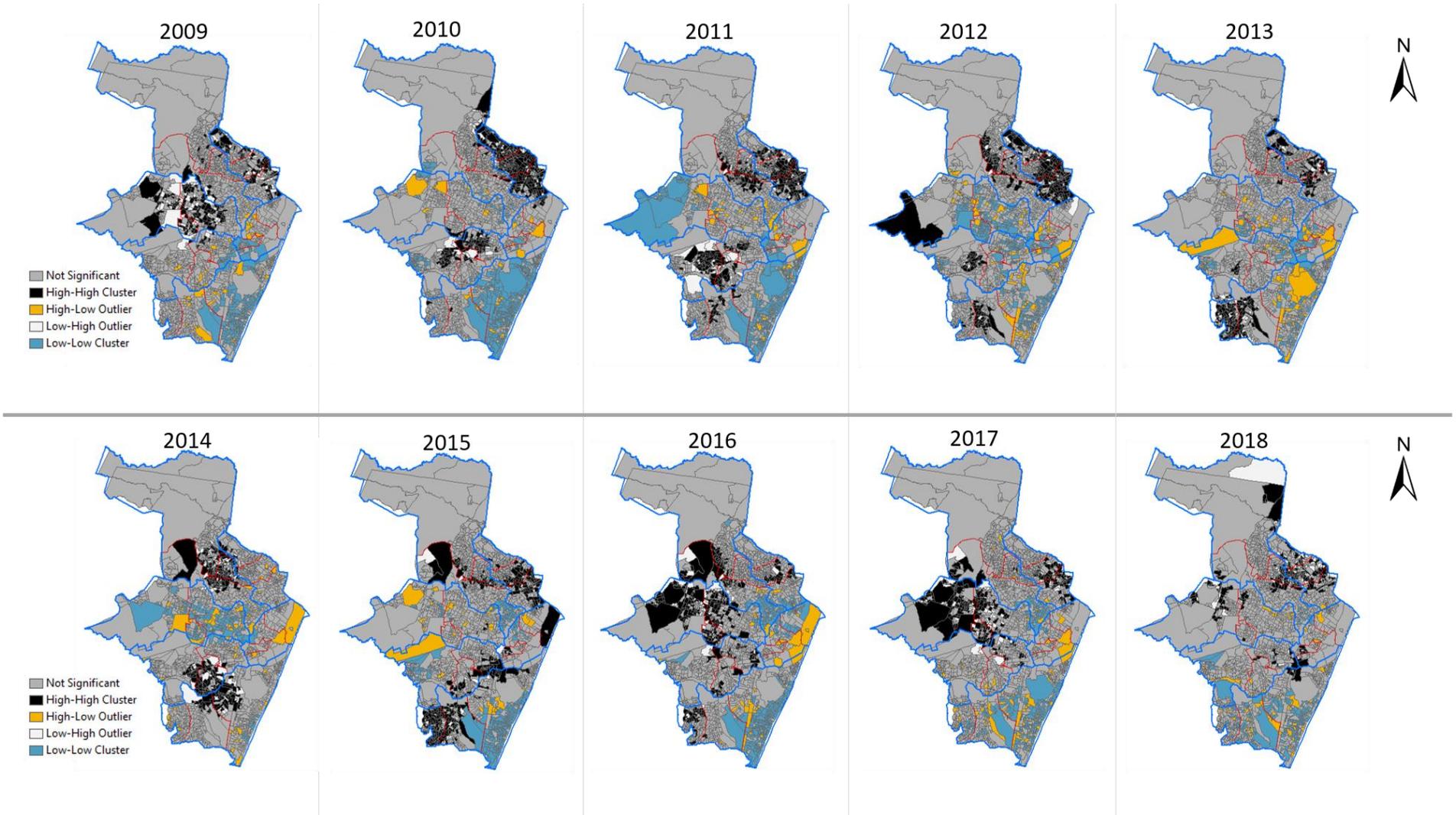
Os resultados obtidos também nos permitem realizar análises mais pormenorizadas. Assim sendo, procuramos identificar os bairros com o maior número de setores censitários com agrupamentos do tipo HH e apontamos os 15 primeiros que mais se repetiram durante o período de estudo. Na RPA-2, os bairros Água Fria com 9 anos, Arruda e Campina do Barreto com 8 anos, Campo Grande com 7 anos e Dois Unidos por 6 anos, foram os que mais repetiram aglomerações durante toda a série de estudo de todo município.

A RPA-5 teve os bairros de San Martin com cinco anos e Afogados e Areias com 4 anos, como os de maior frequência de aglomerados. A RPA-3 apresentou os bairros do Alto José Bonifácio e Alto José do Pinho com 4 anos. A RPA-4 reuniu os bairros da Iputinga e da Várzea por 4 anos e a RPA-6 apresentou o bairro da Cohab por 4 anos em que os agrupamentos se repetiram durante a série. Esses bairros foram anteriormente mapeados por Ferreira (2016) como sendo aqueles com importante recorrência de formação de epidemias de dengue devido às suas características socioeconômicas.

Dentre os bairros com maior frequência de repetições de aglomerado, 7 deles estão entre os que têm as maiores populações do município e apresentam o rendimento médio domiciliar per capita inferior a 1 salário-mínimo. O bairro de Água Fria é o que se destaca com a situação mais crítica, porque combina indicadores socioeconômicos muito baixos e também apresenta as maiores taxas de incidência da dengue, quando comparado com outros bairros da cidade. Esses resultados estão em linha com Hagenlocher *et al.* (2013) e Delmelle *et al.* (2016), que demonstraram importante papel das condições de pobreza sobre a variação espacial intraurbana das taxas de incidência de dengue.

Em estudo realizado no município de Rio Branco, estado do Acre, Silva *et al.* (2017) identificaram configurações espaciais de Cluster alto de dengue que se repetiram por oito anos, especificamente nos bairros pobres da cidade. Machado *et al.* (2009) em pesquisa realizada na cidade de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, encontrou padrões socioespaciais que indicaram a maior concentração de agravos em áreas próximas às vias de acesso ao município, em bairros contíguos, indicando uma possível influência do aspecto mobilidade/fluxo. Em São José do Rio Preto, estado de São Paulo, o estudo de Scandar (2007) evidenciou a existência de aglomerados espaciais na distribuição de dengue por setores censitários no período de 1990 a 2005, com três regiões mais atingidas entre as dez existentes na cidade.

Figura 13 - Cartogramas com a identificação de clusters da dengue (LISA).



Fonte: Elaboração própria.

### 4.3 Relações entre padrões socioespaciais de habitabilidade e incidência de dengue

#### 4.3.1 Autocorrelação espacial bivariada entre IH e incidência de dengue

Para uma análise mais detalhada do grau de associação entre a influência exercida pelas condições de habitabilidade sobre os casos de dengue na vizinhança, utilizamos o índice de Moran local bivariado e o Moran Map. A figura 14 mostra em quais regiões foram formados os agrupamentos espaciais estatisticamente significativos na relação entre o IDg e o IH. As associações espaciais Baixo-Alto (LH) aparecem destacadas na cor azul claro, correspondentes aos agrupamentos compostos pela relação de valores baixos de IDg com os valores altos do IH, enquanto os agrupamentos destacados em vermelho correspondem à relação valores altos de IH com valores altos de IDg (HH).

O mapa de *cluster* apresentados pela figura 14 evidencia que é baixa a incidência de dengue nas áreas compostas pelas melhores condições de habitabilidade, caracterizando agrupamentos com uma polarização inversa. Vale ressaltar que essas áreas foram, predominantemente, as mais beneficiadas com planos e investimentos públicos e privados ao longo do processo de urbanização. No entanto, alguns *clusters* localizados nas bordas da principal região com boas condições de habitabilidade na porção central da cidade apresentaram altas taxas de incidência. Isso pode estar relacionado a condições precárias de habitação nas áreas vizinhas, onde predominam baixas condições de habitabilidade, e altas incidências de dengue podem se desenvolver com mais frequência.

Por outro lado, as áreas onde eram esperados clusters que denotassem precárias condições de habitabilidade associadas à alta incidência de dengue não foram realçadas pelo método de análise empregado (I Moran bivariado). Isso pode ter ocorrido devido à decisão de agrupar o período de análise (2009-2018), o que pode ter diminuído as distâncias entre os valores das áreas de menor incidência em relação às de maior incidência, levando a uma homogeneização dos valores médios e desvios padrão. Esse efeito poderia ser atenuado analisando individualmente os anos de maiores epidemias, em que as distâncias dos valores de alta incidência e baixa incidência são mais evidentes, o que poderia realçar com maior precisão a relação da condição de habitabilidade-taxa de incidência de dengue.

No entanto, os resultados observados estão em linha com estudos como o de Cunha e Bohland (2012), que observaram associação da incidência da dengue com precárias condições de habitação, saneamento e rendimento no município de Aracajú, estado de Sergipe, dinâmica similar à observada no Recife. Da mesma forma, Lipe *et. al.* (2018) em sua pesquisa realizada

em Guayaquil, Equador, também evidenciaram pontos críticos de transmissão da dengue com significativa presença em áreas que incluem condições precárias de moradia. Carneiro e Candeias (2010) identificaram em estudo realizado no Recife, em 2000 e 2006, que há forte relação entre a dengue, o adensamento populacional e a falta de vegetação na área urbana.

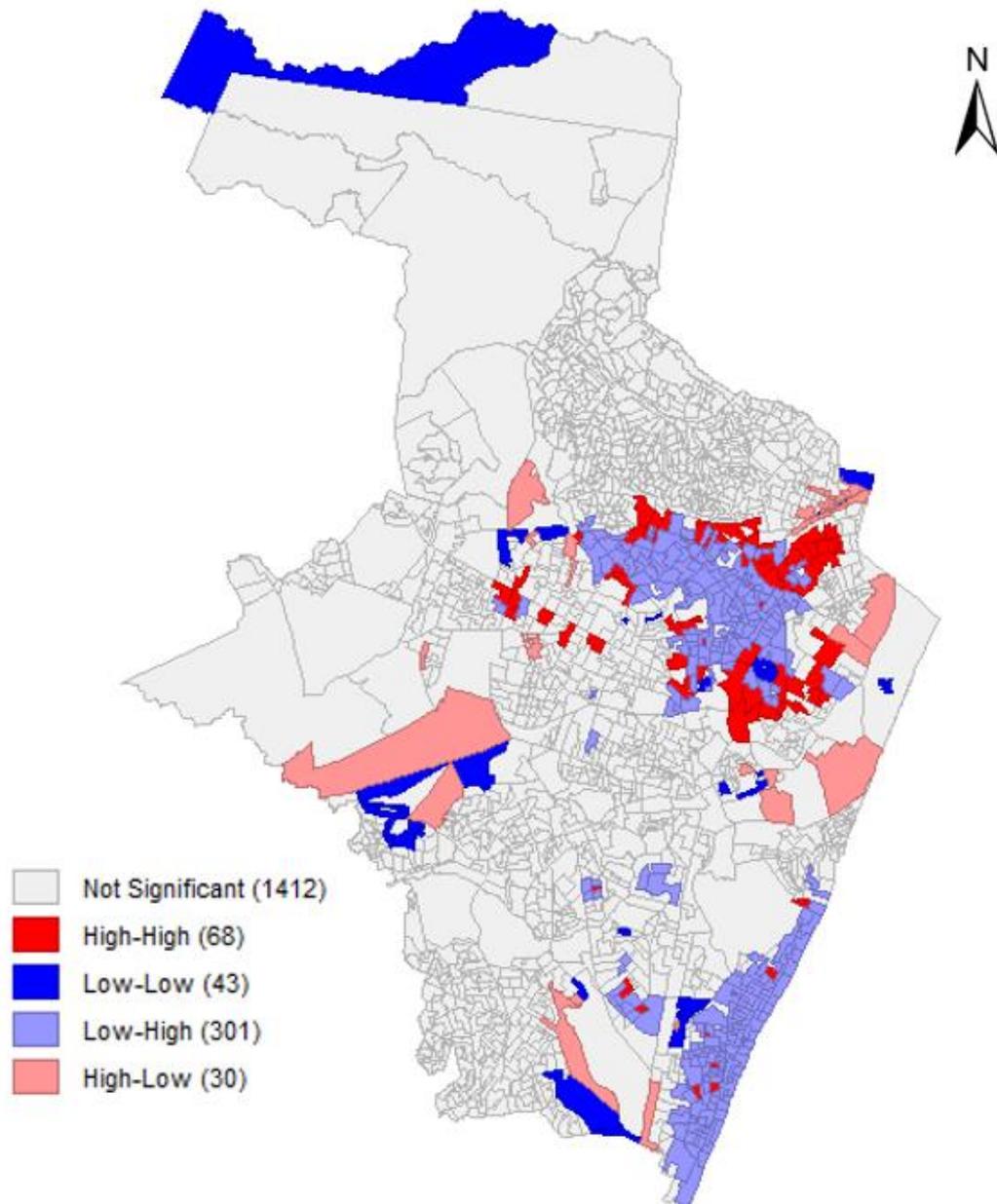
Nesse sentido, o processo de urbanização no Recife não foge à regra da maioria dos municípios brasileiros, cujo agravamento das desigualdades socioespaciais provoca uma série de consequências insustentáveis à vida urbana e a repercussão central tem sido a existência de grandes aglomerados urbanos com inadequadas condições de habitação e acesso precário aos serviços públicos. Para Grostein (2001), a pobreza nas metrópoles brasileiras é decorrente de um espaço dual de concentrações distintas. Por um lado, a cidade formal, concentradora dos investimentos públicos e dos agentes privados e, por outro lado, a cidade informal, constituída com pouco ou nenhum atributo de urbanidade.

Correa (2013) compreende que a segregação socioespacial está associada a uma política de classe, hegemônica pela elite econômica e os estratos superiores da classe média, cujo propósito é reforçar diferenciais de existência e de condições de reprodução desses grupos, por meio da escolha das melhores localizações no espaço urbano, tornando-as exclusivas em razão dos elevados preços da terra urbana.

Nesse sentido, estiveram mais diretamente relacionadas com a ocorrência e persistência de surtos locais de dengue na nossa análise, as questões relacionadas com as condições dos assentamentos humanos submetidos a precárias condições de infraestrutura de saneamento e pobreza. Resultados semelhantes também foram observados nos estudos realizados por Vincenti-Gonzalez *et al.* (2017), Azevedo; Lorenz; Chiaravalloti-Neto (2020). Além do saneamento e da pobreza, Delmelle *et al.* (2016) observaram que características ambientais como a proximidade de lojas de pneus e viveiros de plantas são fatores relevantes para maiores taxas de incidência de dengue, o que revela que a condição ambiental na vizinhança é um fator importante para ocorrência de dengue.

Em concordância com Sachs (2004), Correa (2005), Maricato (2008), Castilho (2017), Santos e Gomes (2016), a questão territorial é uma componente fundamental na discussão da produção do espaço urbano e das desigualdades socioespaciais, pois se articula por forças de poder de interesses que produzem espaços com grandes desigualdades sociais. De um lado, *continuums* territoriais caracterizados por melhores condições de saneamento e habitação, e do outro, espaços com infraestrutura sanitária ausente e condições de habitação altamente precárias (SANTOS, 1985) que influenciam diretamente o processo saúde-doença das populações residentes.

Figura 14 - Clusters de Dengue e Indicadores de Habitabilidade.



Fonte: O autor (2021).

#### 4.3.2 Regressão espacial entre IH e incidência de dengue

Para analisar a correlação entre a incidência de dengue (IDg) e o Indicador de Habitabilidade (IH), comparamos dois modelos de regressão em regimes espaciais distintos. Enquanto o modelo OLS considera que as relações espaciais são homogêneas e espacialmente independentes ao usar uma largura de banda teórica ao infinito, o GWR incorpora a

dependência espacial e considera que as relações espaciais entre IH e dengue são heterogêneas, mudando com a localização. A heterogeneidade dos processos espaciais é capturada pelo modelo GWR ao calibrar uma largura de banda específica ao contexto espacial, considerando que o valor de uma variável dependente em um determinado local é mais influenciado por valores de outras variáveis (explicativas) mais próximos.

Para determinar o modelo que melhor se ajustou ao conjunto de dados, comparamos o desempenho de dois parâmetros estatísticos obtidos pelos modelos:  $R^2$  e AICc. O GWR, ao incorporar a dependência espacial dos dados, se ajustou melhor ao conjunto de dados ( $R^2 = 0,38$ ), o que nos diz que 38% da variação espacial dos dados pôde ser explicada pelas diferentes condições de habitabilidade. Além disso, o AICc obtido pelo GWR foi de 4663,4, ante 5230,04 do OLS, demonstrando o melhor desempenho do GWR. Portanto, ao considerar que as relações espaciais entre IH e incidência de dengue são heterogêneas, ou seja, mudam de acordo com o contexto espacial, o GWR é um modelo mais bem especificado para analisar a dinâmica espacial da dengue em relação às condições de habitabilidade e demonstra que a escala dos processos é um fator chave para a modelagem espacial da transmissão da dengue.

Convém ressaltar que o  $R^2$  obtido pelo RPG, apesar de ter um poder explicativo moderado, demonstra que o IH pode ser um importante regulador da heterogeneidade espacial intraurbana da dengue na cidade. Entretanto, um percentual substancial da variação espacial da dengue (62%) é explicado por variáveis que não estão presentes no modelo. Devido à disponibilidade dos dados para a escala de análise, variáveis importantes não foram incorporadas na modelagem. Entre outras, essas variáveis incluem a mobilidade intraurbana, densidade demográfica, qualidade dos sistemas de saúde e a busca das pessoas aos sistemas de saúde. O importante papel dessas variáveis sobre a transmissão da dengue foi demonstrado em outros estudos (EISEN; LOZANO-FUENTES, 2009; ATIQUÉ *et al.*, 2018; ACHARYA *et al.*, 2018).

Embora essas variáveis possam também ter um importante papel para a doença na área de estudo, nossos resultados reforçam a necessidade de se considerar os fatores socioeconômicos na avaliação dos riscos associados à transmissão de doenças como a dengue. Além disso, a experimentação de remodelagens do IH ou a composição de novos indicadores da condição socioespacial podem modelar com maior precisão as situações que geram maior risco à transmissão intraurbana da dengue (BARROZO *et al.*, 2020). Da mesma forma, é importante considerar o local de origem das infecções. Em nosso estudo, a geocodificação dos casos foi realizada através do endereço de residência de cada paciente. No entanto, esse pode não ser o local de origem da infecção (VAZQUEZ-PROKOPEC *et al.*, 2009).

## 5 CONCLUSÕES

A dengue se distribuiu de forma desigual no território municipal do Recife, tanto espacial como temporalmente, no curso dos dez anos observados. Compreendemos esse processo principalmente pela lógica de produção do espaço urbano, que continua acontecendo de maneira a manter as históricas desigualdades e injustiças socioespaciais, inerentes ao modo de produção capitalista no Brasil.

A análise constituída inicialmente pela média móvel indicou que existiram quatro anos com os maiores surtos de dengue da história da cidade, nos anos de 2010, 2012, 2015 e 2016, demonstrando uma característica cíclica da doença, com os maiores picos de ocorrência dos agravos, especialmente, no segundo trimestre do ano, indicando, com isso, uma tendência de variação sazonal, condição que pode estar sendo influenciada por fenômenos climáticos.

A análise espacial da cidade possibilitou estimar a intensidade da dengue para cada ano proposto no estudo, demonstrando que as altas e médias densidades estão localizadas predominantemente nas Comunidades de Interesse Social, principalmente nas áreas mais elevada da cidade, com isso, podemos considerar a possibilidade de existência de dependência espacial.

A utilização de recursos conjunto utilizando a média móvel e de intensidade de ocorrência de agravos permitem o acompanhamento e a visualização de pontos quentes e da sua movimentação, que podem ser úteis para o monitoramento de possíveis focos e da propagação.

A análise estatística espacial apoiada no uso de autocorrelação proporcionou resultados significativos referentes aos padrões socioespaciais da cidade, mostrando a existência de *clusters* de incidência de dengue nas regiões mais pobres, que se repetiram por vários anos da série, tenham sido eles endêmicos ou epidêmicos. As condições dos assentamentos humanos também foram analisadas pela mesma técnica de autocorrelação e identificou-se a presença de significativos agrupamentos polarizados, representados por áreas com altas e baixas condições de habitabilidade, demonstrando diferenças socioespaciais significativas na cidade.

Esse tipo de análise proporciona uma observação mais específica do fenômeno estudado e sua dependência espacial e, no caso do Recife, a seletividade territorial como forte marca na incidência de epidemia do tipo da dengue e a situação das desigualdades intraurbanas, demonstradas pelas condições dos assentamentos humanos.

O resultado da correlação espacial entre a incidência de dengue e as condições dos assentamentos humanos definido neste estudo pelo Indicador de Habitabilidade, apesar de moderado, não elimina a possibilidade de que exista associação entre os agrupamentos

identificados expostos por cada uma das variáveis, comprovado pela técnica de autocorrelação bivariada, que evidenciou um padrão socioespacial em que, os clusters compostos pelas melhores condições de habitabilidade apresentaram uma tendência predominante de não ocorrerem clusters de incidência de dengue.

Nossa análise sobre os dados da cidade na sua totalidade nos permitiu uma compreensão abrangente sobre os fenômenos estudados e nos indicou a existência de particularidades para onde se deve olhar com maior cuidado. Esses métodos necessitam de adaptações e aprimoramentos sistemáticos, acompanhados por uma maior e melhor disponibilidade de dados numa maior escala de detalhamento territorialmente, que pode contribuir em alguma medida com a compreensão de situações mais singulares de áreas mais específicas. Desse modo, é extremamente relevante que os planos de infraestrutura, urbanísticos, de saúde, educação, assistência entre outros, tenham como base territorial a menor unidade geográfica, que dialogue com as necessidades da população de modo integrado e influencie as prioridades definidas nos ciclos orçamentários do município definidos pelos Planos Plurianuais, Lei de Diretrizes Orçamentárias e Lei Orçamentaria Anual.

Em suma, a experimentação de metodologias e ferramentas de análise espacial amplia a capacidade de compreensão dos padrões espaciais de doenças e contribuem com a verificação de possíveis associações com outras variáveis socioambientais. Essas mediações tecnológicas podem oferecer instrumentos úteis ao planejamento urbano das cidades, possibilitando melhor leitura dos impactos identificados territorialmente, bem como a perspectiva de aprimorar a formulação de políticas públicas que façam valer os princípios de equidade, sustentabilidade e saudabilidade para o ambiente urbano e, sobretudo, para as suas populações.

## REFERÊNCIAS

- ACHARYA, B. K.; CAO, C.; LAKES, T.; CHEN, W.; NAEEM, S.; PANDIT, S. Modeling the spatially varying risk factors of dengue fever in Jhapa district, Nepal, using the semi-parametric geographically weighted regression model, **International Journal of Biometeorology**, v. 62, p. 1973-1986, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00484-018-1601-8>. Acesso em: 23 mar. 2019;
- ALMEIDA, A. S.; MEDRONHO, R. A.; VALENCIA, L. I. O. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102009000400013>. Acesso em: 23 mar. 2019;
- ALMEIDA, Eduardo. **Econometria espacial aplicada**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2012;
- ALMEIDA, Jalcione. A modernização da agricultura. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – **Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD UFRGS**. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011;
- ALMEIDA, Jalcione. Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento (rural) sustentável. In: ALMEIDA, Jalcione; NAVARRO, Zander (Orgs). **Reconstruindo a agricultura: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável**. 3. Ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009;
- ANJOS, R. S.; NÓBREGA, R. S.; FERREIRA, H. S.; LACERDA, A. P.; SOUZA-NEVES, N. Exploring local and global regression models to estimate the spatial variability of Zika and Chikungunya cases in Recife, Brazil, **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 54, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0027-2020>. Acesso em: 12 nov. 2019;
- ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association – LISA, **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>. Acesso em: 12 nov. 2019;
- ATIQUE, S.; CHAN, T.; CHEN, C.; HSU, C.; IQTIDAR, S.; LUIS, V. R.; SHABBIR, S. A.; CHUANG, T. Investigating spatio-temporal distribution and diffusion patterns of dengue outbreak in Swat, Pakistan, **Journal of Infection and Public-Health**, v. 11, n. 4, p. 550-557, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2017.12.003>. Acesso em: 12 nov. 2019;
- AZEVEDO, T. S.; LORENS, C.; CHIARAVALLLOTI-NETO, F. Spatiotemporal Evolution of dengue outbreaks in Brazil, **Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 114, n. 8, p. 593-602, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa030>. Acesso em: 2 nov. 2020;
- BAGGIO, Ulysses da Cunha. **A Desigualdade em Perspectiva Socioespacial: Notas e Reflexões em Torno de uma Realidade Compressiva e Conflitual**. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, v. 9, p. 564-603, 2016. Disponível em:

<https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/ciencias-sociais/realidade-compressiva-e-conflitual>. Acesso em: 23 mar. 2019;

BAILEY, Trevor C.; GATRELL, Anthony C. **Interactive spatial data analysis**. London: Longman Scientific & Technical, 1995. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/interactive-spatial-data-analysis/oclc/32468517>. Acesso em: 23 mar. 2019;

BARROZO, L. V.; FORNACIALI, M.; ANDRÉ, C. D. S.; MORAIS, G. A. Z.; MANSUR, G.; CABRAL-MIRANDA, W.; MIRANDA, M. J.; SATO, J. R.; JÚNIOR, E. A. GeosSES: A socioeconomic index for health and social research in Brazil, **Plos One**, v. 15, n. 4, p. 1-17, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232074>. Acesso em: 2 nov. 2020;

BERNARDES, Denis. **Recife: o caranguejo e o viaduto**. Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 1996;

BITOUN, J. Impactos Socioambientais e Desigualdade social: vivências diferenciadas frente à mediocridade das condições de infra-estrutura da cidade brasileira: o exemplo do Recife. In: MENDONÇA, F. **Impactos socioambientais urbanos**. Editora da UFPR. Curitiba, 2006;

BRAGA, I. A.; VALLE, D. Aedes aegypti: histórico do controle no Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v.16 n.2 Brasília jun. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742007000200006>. . Acesso em: 23 mar. 2019;

BRASIL. Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 138, n. 133, p. 1-5, 11 jul. 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm). Acesso em: 4 fev. 2020;

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Guia para Investigações de Surtos ou Epidemias / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis** – Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/novembro/21/guia-investigacao-surtos-epidemias-web.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2020;

BRICEÑO-LEÓN, R. To prevent diseases of poverty or to overcome poverty? When equity matters in research. In: MATLIN, S. *Global Forum Update on Research for Health Volume 2: poverty, social determinants and health research*. London: **Pro-Brook Publishing**, 2005;

CANO, Wilson. **Ensaio sobre a crise urbana do Brasil**. Campinas: Editora da Unicamp, 2011;

CARNEIRO, L. I. S.; CANDEIAS, A. L. B. Análise de dados sócio-econômicos e ambientais na cidade do Recife e a dengue no período: 2000 – 2006. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife-PE, p. 01-09, 2010. Disponível em: <https://silo.tips/download/analise-de-dados-socio-economicos-e-ambientais-na-cidade-do-recife-e-a-dengue-no>. Acesso em: 5 maio 2020;

CARVALHO, Marília Sá; CRUZ, Oswaldo G.; SOUZA, Wayner V.; MONTEIRO, Antônio Miguel V. Conceitos básicos em análise de dados espaciais em saúde. *In: MINISTÉRIO DA SAÚDE. Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública*. Brasília: Ministério da saúde, 2007. (Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde, v. 3). p. 13-28.

Disponível em:

[http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS\\_CURSO\\_VIGILANCIA/capacitacao\\_e\\_atualizacao\\_em\\_geoprocessamento\\_em\\_saude\\_3.pdf](http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS_CURSO_VIGILANCIA/capacitacao_e_atualizacao_em_geoprocessamento_em_saude_3.pdf). Acesso em: 26 de nov. 2020;

CARVALHO, S.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; MEDRONGO, R.A. *Análise da distribuição espacial de casos da dengue no município do Rio de Janeiro, 2011 e 2012*. **Rev Saude Publica**. nº 51, v.79, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2017051006239>. Acesso em: 2 jul. 2020;

CASTILHO, C. J. M. de. Do (Des)respeito à complexidade ambiental no processo de formação do território brasileiro. *In: Galvêncio, J. D.; Oliveira, V. S. de; Souza, W. M. de. (Org.). Mudança climática, sociedade, cidade e meio ambiente*. Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 2017;

CASTRO, L. A.; GENEROUS, N.; LUO, W.; PIONTTI, A. P.; MARTINEZ, K.; GOMES, M. F. C.; OSTHUS, D.; FAIRCHILD, G.; ZIEMANN, A.; VESPIGNANI, A.; SANTILLANA, M.; MANORE, C. A.; DEL VALLE, S. Y. Using heterogeneous data to identify signatures of dengue outbreaks at fine spatio-temporal scales across Brazil, **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 5, p. 1-24, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009392>. Acesso em: 2 jul. 2021;

CATÃO, Rafael de Castro. **Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional** / Rafael de Castro Catão. - Presidente Prudente: Dissertação (mestrado), 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/96710>. Acesso em: 2 mar. 2020;

CEZAR, Maria do Céu & COSTA, Lia Parente. **Lutas Populares por Habitação: Mocambos, Cortiços e Vilas Operárias em Recife e São Paulo-Breve Histórico**. Recife: FASE, 1992. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/lutas-populares-por-habitacao-mocambos-corticicos-e-vilas-operarias-em-recife-e-sao-paulo/oclc/32303725/editions?referer=di&editionsView=true>. Acesso em: 6 maio 2019;

CORRÊA, Roberto Lobato. Capítulos 5: Processos Espaciais e a Cidade. **Trajetórias Geográficas**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 132-133;

COSTA, André Monteiro A determinação social da microcefalia/Zika no Brasil. *In: CASTRO, Jose Esteban; COSTA, André Monteiro (ed.). Desigualdade estrutural e microcefalia: a determinação social de uma epidemia*. Newcastle upon Tyne, UK: Waterlat-Gobacit Network, 2016. p. 66-61. (Working Papers, v. 3, n. 9. Disponível em: <http://waterlat.org/WPapers/WPSATGSA39.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2019;

CUNHA, P.; BOHLAND, A. K. Dengue: descrevendo a epidemia em Aracaju, Sergipe, Brasil, 2008. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 7, n. 25, p. 247 – 254, 2012. Disponível em: [https://doi.org/10.5712/rbmfc7\(25\)402](https://doi.org/10.5712/rbmfc7(25)402). Acesso em: 8 jun. 2021;

CZAPLEWSKI, R. L.; REICH, R. M. **Expected Value and Variance of Moran's Bivariate Spatial Autocorrelation Statistic for a Permutation Test**. Londres, Reino Unido: Forgotten Books, 2019;

DELMELLE, E.; HAGENLOCHER, M.; KIENBERGER, S.; CASAS, I. A spatial model of socioeconomic and environmental determinants of dengue fever in Cali, Colombia, **Acta Tropica**, v. 164, n. 1, p. 169-176, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.08.028>. Acesso em: 25 jan. 2020;

EISEN, L.; LOZANO-FUENTES, S. Use of Mapping and Spatial and Space-Time Modeling Approaches in Operational Control of *Aedes aegypti* and Dengue, **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 3, n. 4, p. 1-7, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000411>. Acesso em: 25 jan. 2020;

FERNANDES, Florestan. **A integração do negro na sociedade de classes**. 3. ed. São Paulo: Ática, 1978, v. 1. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4408001/mod\\_resource/content/1/FERNADES-Florestan\\_A%20integra%C3%A7%C3%A3o%20do%20negro%20na%20sociedade%20de%20classes\\_cap-1.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4408001/mod_resource/content/1/FERNADES-Florestan_A%20integra%C3%A7%C3%A3o%20do%20negro%20na%20sociedade%20de%20classes_cap-1.pdf). Acesso em: 6 jan. 2018;

FIOCRUZ, 2016, Texto: Dengue: vírus e vetor. Disponível em: <http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/longatraje.html>. Acesso em: 15 fev. 2021;

FERREIRA, H, S. **Clima urbano e dengue em Recife: influência climática sobre a formação das epidemias**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 121. 2016.

FLAUZINO R.F, Souza-Santos R, Barcellos C, Gracie R, Magalhães MAFM, Oliveira RM. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais, Niterói, RJ. *Rev Saude Publica*. 2009; v. 43, n.6. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102009005000064>. Acesso em: 12 jan. 2020;

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C. Local Forms of Spatial Analysis, **Geographical Analysis**, v. 31, n. 4, p. 340-358, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1999.tb00989.x>. Acesso em: 12 jul. 2020;

FREITAS, Ruskin Marinho de. **Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano**. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Arquitetura, 2005. Tese de doutorado. Orientador: Juan Mascaro;

GESLER, W. *The uses of spatial analysis in medical geography: A Review*. **Soc. Sci Med**; v. 23, n.10, p.936-773, 1986. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92762/ushizima\\_tm\\_me\\_rcla\\_prot.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92762/ushizima_tm_me_rcla_prot.pdf?sequence=1). Acesso em: 07 ago. 2020;

GETIS, A.; ORD, J. K. The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics, **Geographical Analysis**, v. 24, n. 3, p. 189-206, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1992.tb00261.x>. Acesso em: 16 mar. 2019;

GOMES, E. C. S. **Conceitos e Ferramentas da Epidemiologia**. 1. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2015;

GOMES, E. C. S. **Recortes de paisagens na cidade do Recife: uma abordagem geográfica**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Ed. Massangana, 2007;

GROSTEIN, M. D. MetrÓpole e expansÓo urbana - a persistência de processos "insustentáveis", **São Paulo Perspec.** v.15 n.1, p. 13-19. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392001000100003>. Acesso em: 06 ago. 2021. Acesso em: 3 maio 2020;

GUBLER, Duane. Commentary: Ashburn PM, Craig Cf. experimental Investigations Regarding the etiology of Dengue. *The Journal of Infectious Diseases*, v.189, p.1.744–83, mai., 2004a;

HAGENLOCHER, M.; DELMELLE, E.; CASAS, I.; KIENBERGER, S. Assessing socioeconomic vulnerability to dengue fever in Cali, Colombia: statistical vs expert-based modeling, **International Journal of Health Geographics**, v. 12, n. 36, p. 1-14, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1476-072X-12-36>. Acesso em: 16 mar. 2019;

HOBBSAWM, Eric J. **Da RevoluçÓo Industrial Inglesa ao Imperialismo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Forense UniversitÁria, PadrÓo de vida, 1850-1914, 1979;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuário Estatístico do Brasil – 1950**. Rio de Janeiro: IBGE, 1950. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/67/cd\\_1950\\_v1\\_br.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/67/cd_1950_v1_br.pdf). Acesso em: 7 dez. 2019;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 16 mar. 2019;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estudos básicos para caracterização da rede urbana**. Brasília: IPEA, 2001. 390 p. (Caracterização e tendências da rede urbana do Brasil, v. 2). Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro\\_caracterizacao\\_tendencias\\_v02.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_caracterizacao_tendencias_v02.pdf). Acesso em: 4 mar. 2019;

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 8 jun. 2020;

JURGENFELD, V. F. & RODRIGUES, C. H. L. Florestan Fernandes e Celso Furtado: aspectos históricos-estruturais para a interpretação da crise contemporânea no Brasil. **Revista Pesquisa & Debate**. São Paulo. v. 28, n. 1, Jul 2017. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/rpe/article/view/29373>. Acesso em: 06 ago. 2020;

LACERDA, Norma; ZANCHETI, SÍlvio Mendes; DINIZ, Fernando. Planejamento metropolitano: uma proposta de conservaçÓo urbana e territorial. **EURE (Santiago)**, Santiago

do Chile, v. 26, n.79, p. 77-94, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612000007900005>. Acesso em: 11 jan. 2020;

LIN, C.; WEN, T.; Using Geographically Weighted Regression (GWR) to explore Spatial Varying Relationships of Immature Mosquitoes and Human Densities with the Incidence of Dengue, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 8, p. 2798-2815, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph8072798>. Acesso em: 16 abr. 2019;

MAMMEN JR., M. P.; PIMGATE, C.; KOENRAADT, C. J. M.; ROTHMAN, A. L.; ALDSTADT, J.; NISALAK, A.; JARMAN, R. G.; JONES, J. W.; SRIKIATKHACHORN, A.; YPIL-BUTAC, C. A.; GETIS, A.; THAMMAPALO, S.; MORRISON, A. C.; SCOTT, T. W. Spatial and Temporal Clustering of Dengue Virus Transmission in Thai Villages, **Plos Medicine**, v. 5, n. 11, p. 1605-1616, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050205>. Acesso em: 25 fev. 2020;

MEDRONHO, R.A. *et. al.* **Epidemiologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2009;

MEDRONHO, Roberto A.; WERNECK, Guilherme L. Técnicas de análise espacial em Saúde. In: MEDRONHO, Roberto A.; BLOCH, Katia Vergetti; LUIZ Ronir Raggio; WERNECK, Guilherme L. (ed.). **Epidemiologia**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2009. p. 493-511;

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância em saúde no Brasil 2003|2019**: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. 154 p. (Boletim Epidemiológico, Especial). Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/setembro/25/boletim-especial-21ago19-web.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2020;

MONDINI, A.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Spatial correlation of incidence of dengue with socioeconomic, demographic and environmental variables in a Brazilian city, **Science of The Total Environment**, v. 393, n. 2-3, p. 241-248, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.01.010>. Acesso em: 16 mar. 2019;

MORRISON, A. C.; GETIS, A.; SANTIAGO, M.; RIGAU-PEREZ, J. G.; REITER, P. Exploratory space-time analysis of reported dengue cases during an outbreak in Florida, Puerto Rico, 1991-1992, **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 58, n. 3, p. 287-298, 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9546405/>. Acesso em: 2 fev. 2020;

NUNES, R. S. C.; NASCIMENTO, L. S.; MORAES, M. L. M.; ASSUMPÇÃO, R. Avaliação da distribuição espacial da dengue no município de Tomé-Açu/PA, **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, p. 741-754, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/4233>. Acesso em: 2 fev. 2020;

NUNES, V. d. N. **Avaliação da metodologia de aspiração de mosquitos adultos para monitoramento da infestação por Aedes aegypti em área endêmica de dengue em Recife/PE**. 67 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) — Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, 2013;

OLIVEIRA, Ricardo Lourenço. Biologia e comportamento do vetor. In: VALLE, Denise; PIMENTA, Denise Nacife; CUNHA, Rivaldo Venâncio (org.). **Dengue: teorias e práticas**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2015;

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE (OPAS). *Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever in the Americas: guidelines for prevention and control*. Washington: Organização Pan-Americana de Saúde, 1997. Disponível em: <https://www.paho.org/en/documents/dengue-and-dengue-hemorrhagic-fever-americas-guidelines-prevention-and-control-1997>. Acesso em: 7 fev. 2021. Acesso em: 05 fev. 2020;

OSHAN, T. M.; LI, Z.; KANG, W.; WOLF, L. J.; FOTHERINGHAM, A. S. Geographically Weighted Regression for Investigating Process Spatial Heterogeneity and Scale, **International Journal of Geo-Information**, v. 8, n. 269, p. 1-31, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijgi8060269>. Acesso em: 2 fev. 2020;

PIMENTA, Denise Nacif. **A (des)construção da dengue: de tropical a negligenciada** In: VALLE, Denise; PIMENTA, Denise Nacife; CUNHA, Rivaldo Venâncio (org.). **Dengue: Teorias e práticas**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2015;

PORTO, M. F. Saúde do trabalhador e o desafio ambiental: contribuições do enfoque ecossocial, da ecologia política e do movimento pela justiça ambiental. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232005000400008>. Acesso em: 11 jul. 2019;

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

REN, H.; WU, W.; LI, T.; YANG, Z. Urban villages as transfer stations for dengue fever epidemic: A case study in the Guangzhou, China, **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 4, p. 1-17, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007350>. Acesso em: 2 fev. 2020;

REYNALDO, Amélia; ALVES, Paulo Reynaldo Maia. Origem da expansão do Recife: divisão do solo e configuração da trama urbana. [S.l]: [s.n], 2013. Disponível em: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/14495>. Acesso em: 11 jul. 2020;

RIBEIRO, C. J. N.; SANTOS, A. D.; LIMA, S. V. M. A.; SILVA, E. R.; RIBEIRO, B. V. S.; DUQUE, A. M.; PEIXOTO, M. V. S.; SANTOS, P. L.; OLIVEIRA, I. M.; LIPSCOMB, M. W.; ARAÚJO, K. C. G. M.; MOURA, T. R. Space-time risk cluster of visceral leishmaniasis in Brazilian endemic region with high social vulnerability: An ecological time series study, **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 1, p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009006>. Acesso em: 2 fev. 2020;

ROMA, Cláudia Marques; VIEIRA, Alexandre Bergamin; MOTA, Adeir Archanjo da; GUIMARÃES, Raul Borges Guimarães (Org.). Geografia e saúde: conceitos, teorias e metodologias. Dourados: Ed. UFGD, 2020. Disponível em: <https://omp.ufgd.edu.br/omp/index.php/livrosabertos/catalog/download/329/260/2481-1?inline=1>. Acesso em: 20 de mar. 2020;

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento**: incluyente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2004;

SAMPAIO, Fernando Santos. **Para Viver Juntos**. 4 ed. São Paulo Edições SM, 2015;

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo: Editora USP, 2005;

SANTOS, Milton. **Técnica, espaço, tempo. Globalização e meio técnico-científico e informacional**. São Paulo: HUCITEC, 1994;

SANTOS, O. A. A.; GOMES, E. T. A. A Questão Do Desenvolvimento E Os Desdobramentos Recentes Do Processo De Fragmentação Do Espaço Urbano Em Recife/Pe - O Caso Do -Projeto Novo Recife-. **Boletim Goiano de Geografia** (Online), v. 36, p. 398, 2016;

SILVA, Isaac Dayan Bastos da; BRAGA, Altemir da Silva; JÚNIOR, Antonio Carlos Fonseca Pontes. Utilização de Métodos Espaciais para Análise de Ocorrência de Dengue em Rio Branco – Ac. **SOUTH AMERICAN Journal of Basic Education**, Technical and Technological, v. 4, n.2, 2017, p. 211-226. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1366>. Acesso em: 2 maio 2020;

SINGER, Paul. **Economia política da urbanização**. 11. ed. São Paulo: Brasiliense, 1987;

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. A produção do espaço urbano: escalas, diferenças e desigualdades socioespaciais. In: CARLOS, Ana Fani A; SOUZA, Marcelo J. L.; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (Org.). **A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios**. São Paulo: Contexto, p. 123 -146, 2012;

TAVARES, Maria da Conceição; BELLUZZO, Luiz Gonzaga de Mello. Notas Sobre o Processo de Industrialização Recente no Brasil. **Rev. adm. empres.**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 7-16, 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S003475901979000100001>. Acesso em: 06 ago. 2018;

TEIXEIRA, M. G. L. C.; BARRETO, M. L. & GUERRA, Z. **Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue**. Informe Epidemiológico do Sistema Único de Saúde, 8: 5-33, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S0104-16731999000400002>. Acesso em: 7 fev 2020;

TEIXEIRA, Maria Glória; COSTA, Maria Conceição N.; BARRETO, Maurício L.; BARRETO, Florisneide R. Epidemiologia da Dengue. In: VALLE, Denise; PIMENTA, Denise Nacife; CUNHA, Rivaldo Venâncio (org.). **Dengue: Teorias e práticas**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2015;

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Studio Nobel/FAPESP/ Lincoln Institute, 2001;

VINCENTI-GONZALEZ, M. F.; GRILLET, M.; VALASCO-SALAS, Z. I.; LIZARAZO, E. F.; AMARISTA, M. A.; SIERRA, G. M.; COMACH, G.; TAMI, A. Spatial Analysis of Dengue Seroprevalence and Modeling of Transmission Risk Factors in a Dengue

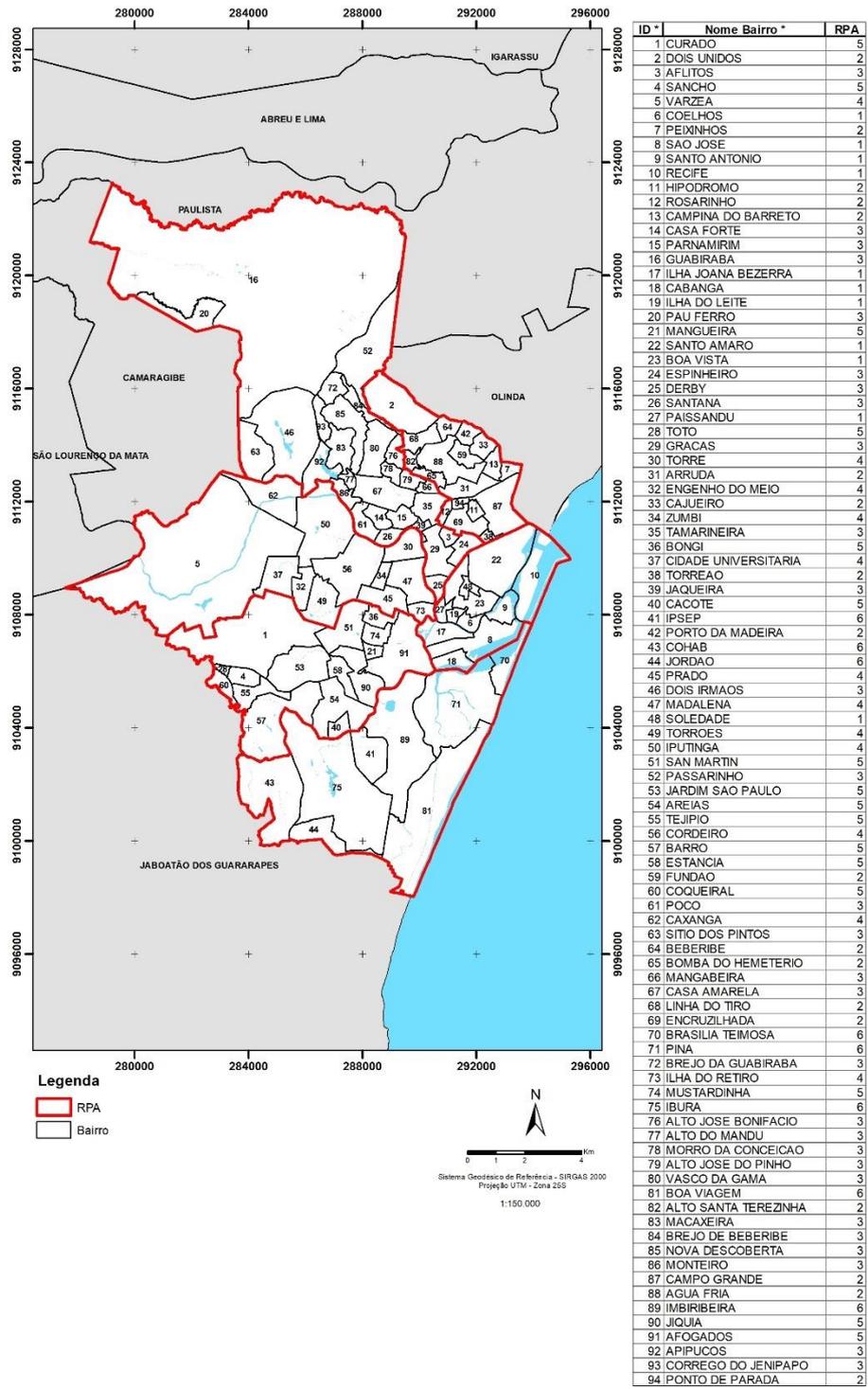
Hyperendemic City of Venezuela. **Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 1, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005317>. Acesso em: 28 jun. 2019;

VISSOCI, J. R. N.; ROCHA, T. A. H.; SILVA, N. C.; QUEIROZ, R. C. S.; THOMAZ, E. B. A. F.; AMARAL, P. V. M.; LEIN, A.; BRANCO, M. R. F. C.; JUNIOR, J. A.; RODRIGUES, Z. M. R. Zika vírus infection and microcephaly: Evidence regarding geospatial associations, **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 4, p. 1-16, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006392>. Acesso em: 28 jun. 2019;

WEN, T. H.; HSU, C. S.; HU, M. C. Evaluating neighborhood structures for modeling intercity diffusion of large-scale dengue epidemics. **International journal of Health Geographics**, v. 17, n. 9, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12942-018-0131-2>. Acesso em: 28 jun. 2019;

ZELLWEGER, R. M.; CANO, J.; MANGEAS, M.; TAGLIONI, F.; MERCIER, A.; DESPINOY, M.; MENKÈS, C.; E.; DUPONT-ROUZEYROL, M.; NIKOLAY, B.; TEURLAI, M. Socioeconomic and environmental determinants of dengue transmission in an urban setting: An ecological study in Nouméa, New Caledonia, **Plos Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 4, p. 1-18, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005471>. Acesso em: 28 jun. 2019.

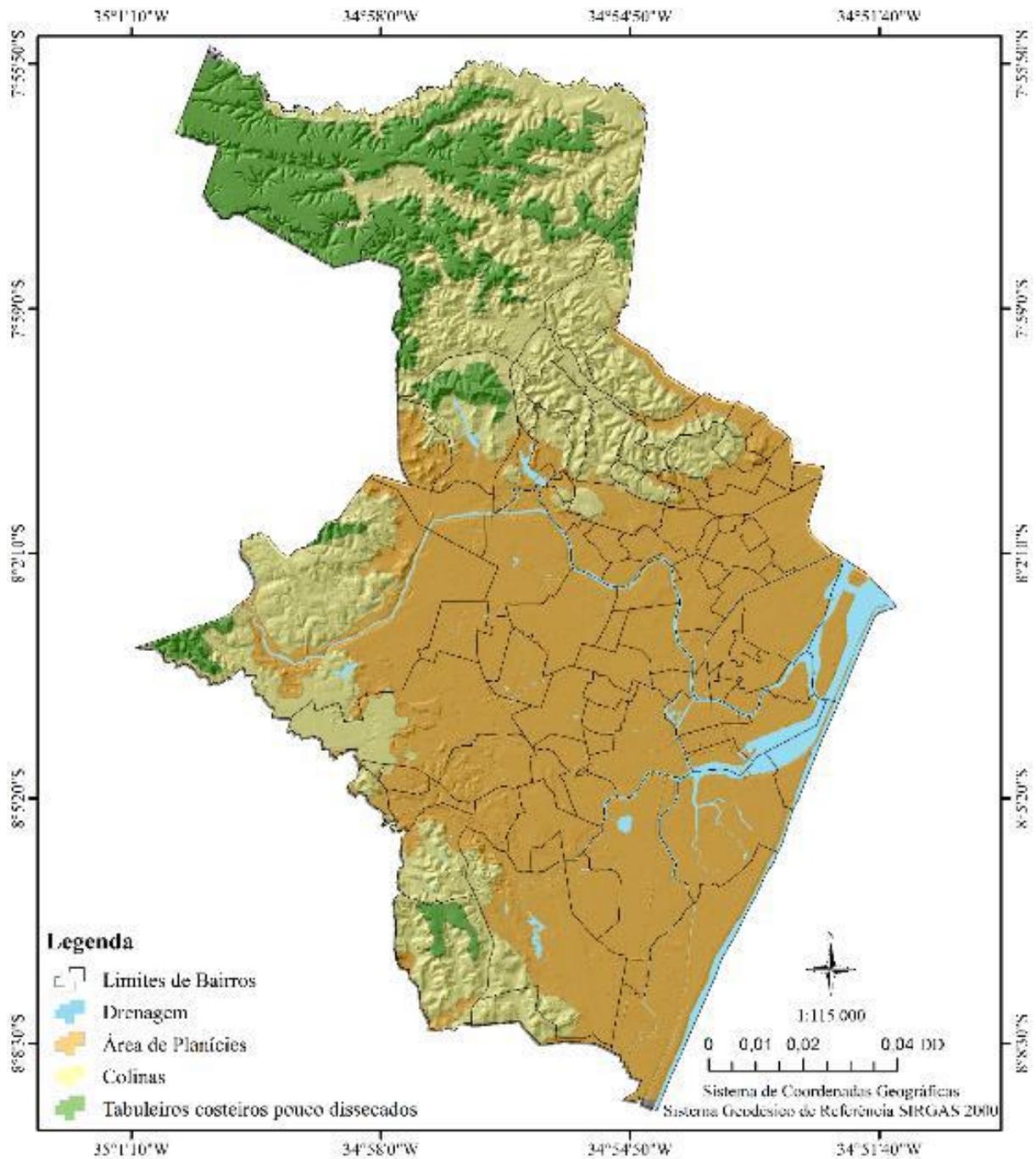
### APÊNDICE A – Mapa da RPA e dos Bairros do Recife



Fonte: Elaboração própria embasada em dados da Prefeitura do Recife (2020).

## APÊNDICE B – Mapa – Unidades de Paisagem

### Mapa – Unidades de Paisagem



Fonte: Elaboração própria embasada em dados da Prefeitura do Recife (2020).