



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**UM ESTUDO SOBRE A DISTRIBUIÇÃO  
ESPAÇO-TEMPORAL DA DENGUE NA CIDADE DE  
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS USANDO SCAN STATISTICS**

Cátia Souza do Nascimento Sepetauskas

Trabalho de conclusão da disciplina SER 301 - Análise Espacial de Dados Geográficos.

URL do documento original:

[<http://urlib.net/>](http://urlib.net/)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**UM ESTUDO SOBRE A DISTRIBUIÇÃO  
ESPAÇO-TEMPORAL DA DENGUE NA CIDADE DE  
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS USANDO SCAN STATISTICS**

Cátia Souza do Nascimento Sepetauskas

Trabalho de conclusão da disciplina SER 301 - Análise Espacial de Dados Geográficos.

URL do documento original:

[<http://urlib.net/>](http://urlib.net/)

## RESUMO

A detecção de clusters espaço-temporais permite encontrar possíveis persistências espaço-temporais num conjunto de eventos. Neste trabalho, foi feita o estudo espaço-temporal de casos semanalmente notificados de dengue na cidade de São José dos Campos entre 2013 e 2019, usando scan statistics com modelo de probabilidade Discreta de Poisson. Dois experimentos foram realizados considerando o critério de parada como 10% e 50% da população total em cada cluster. A partir das estatísticas calculadas é possível detectar zonas de risco mais alto de dengue durante os períodos estudados.

Palavras-chave: Dengue. São José dos Campos. Scan Statistics.

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 Mapa mostrando as populações na cidade de São José dos Campos dividida em 55 Zonas de Mobilidade entre os anos 2013 a 2019. . . . .	3
2.2 (a) Casos dengue registrados em 2013. (b) Casos dengue registrados em 2014. (c) Casos dengue registrados em 2015. (d) Casos dengue registrados em 2016. (e) Casos dengue registrados em 2017. (f) Casos dengue registrados em 2018. (g) Casos dengue registrados em 2019. . . . .	6
2.3 Taxa de Incidência por 100000 habitantes para São José dos Campos entre os anos 2013 a 2019. . . . .	7
2.4 Taxa de Incidência por 100000 habitantes para São José dos Campos considerando todos os anos entre 2013-2019 agrupada por anos. . . . .	8
2.5 Taxa de Incidência por 100000 habitantes por Zona de Tráfego entre os anos 2013 a 2019. . . . .	9
2.6 Esquema de pesquisa e formação de clusters espaço-temporais através do SATScan. Fonte: (BIOMEDWARE, ). . . . .	10
2.7 Dados de entrada para execução do SATScan. . . . .	11
3.1 Taxa de Incidência de Dengue por Ano. . . . .	13
3.2 Cluster gerado pelo SATScan considerando no máximo 50% da população total. . . . .	14
3.3 Cluster encontrado considerando no máximo 50% da população total. . . . .	15
3.4 Série temporal de casos por semana epidemiológica destacando o cluster detectado. . . . .	16
3.5 10 clusters encontrados considerando no máximo 10% da população total. . . . .	17
3.6 Série temporal de casos por semana epidemiológica destacando o primeiro cluster detectado. . . . .	18

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
2.1 Zonas de Tráfego definidas para a cidade de São José dos Campos. . . . .	6
3.1 Métricas calculadas para cada cluster encontrado. . . . .	18

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>2 MATERIAS E MÉTODOS</b> . . . . .	<b>3</b>
2.1 Estudo de Caso . . . . .	3
2.2 Dados e Pré-Processamento . . . . .	4
2.2.1 Taxa de Incidência da Dengue . . . . .	7
2.2.1.1 Taxa de Incidência ao Longo dos Anos . . . . .	7
2.2.1.2 Taxa de Incidência por Zonas de Tráfego por Anos . . . . .	8
2.3 Scan Statistics . . . . .	9
2.4 SatScan . . . . .	9
<b>3 ANÁLISE E RESULTADOS</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>4 CONCLUSÕES</b> . . . . .	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> . . . . .	<b>21</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Arboviroses como Dengue, Zika e Chicungunha causam impactos negativos em muitas cidades no Brasil, como, por exemplo, o aumento no número de hospitalizações e faltas no trabalho (DONALISIO et al., 2017; FREITAS CARLOS MACHADO DE, 2020). Isso implica num ponto de importante de discussão sobre os disastres biológicos e epidemias e seus impactos diretos e indiretos na economia.

Considerando a taxa de incidência no Brasil, a região sudeste registrou no ano de 2020, entre as semanas epidemiológicas de 1 a 26 (período de maior incidência), uma taxa de incidência de 347,1 casos por 100.000 habitantes, sendo que o estado de São Paulo registrou uma taxa de incidência de 429,4 casos por 100.000 habitantes (SANITÁRIA, 2020).

A escala interurbana nos permite estudar como a propagação das epidemias acontecem entre as cidades dada uma região. Existem diversos trabalhos desenvolvidos na escala interurbana (SABA H. E MORET, 2018; LANA et al., 2017), porém existe uma demanda por trabalhos na escala intraurbana. A escala intraurbana permite visualizar e estudar a pluralidade do espaço urbano, que é fragmentada, cada parte contendo diferente cobertura de terra, clima, sistema hidrológico e de esgoto (XAVIER DIEGO RICARDO, 2017).

A Estatística Espacial é um ramo da Estatística que contribui nos estudos epidemiológicos na parte de identificação, localização e visualização de ocorrências de doenças (ANDRADE et al., 2007). Depois de modelados os fenômenos, pode-se repensar em novas formas de organização do espaço e serviços públicos, por exemplo.

Este trabalho tem como objetivo ajudar na compreensão de dados registrados de dengue como distribuição espaço-temporal na cidade de São José dos Campos. A partir da ferramenta de varredura estatística SatScan (KULLDORFF, ; KULLDORFF, 2016; KULLDORFF, 1999) foram geradas métricas estatísticas e clusters que agregam regiões de maior atenção. A partir de evoluções de estudos como esse, é possível detectar clusters espaço-temporais e ainda verificar se eles são estatisticamente significativos, ou seja, que não foram gerados ao acaso.

## 2 MATERIAS E MÉTODOS

### 2.1 Estudo de Caso

A cidade de São José dos Campos localiza-se na Região do Vale do Paraíba, a uma distância de cerca de 90 km de São Paulo e 320 km do Rio de Janeiro. Possui uma população de 721.944 habitantes (IBGE, 2019) e área territorial de 1.099,4 km<sup>2</sup>, dos quais 356 km<sup>2</sup> (33%) são de área urbana e 743,4 km<sup>2</sup> (67%) de área rural (ANTP, 2012).

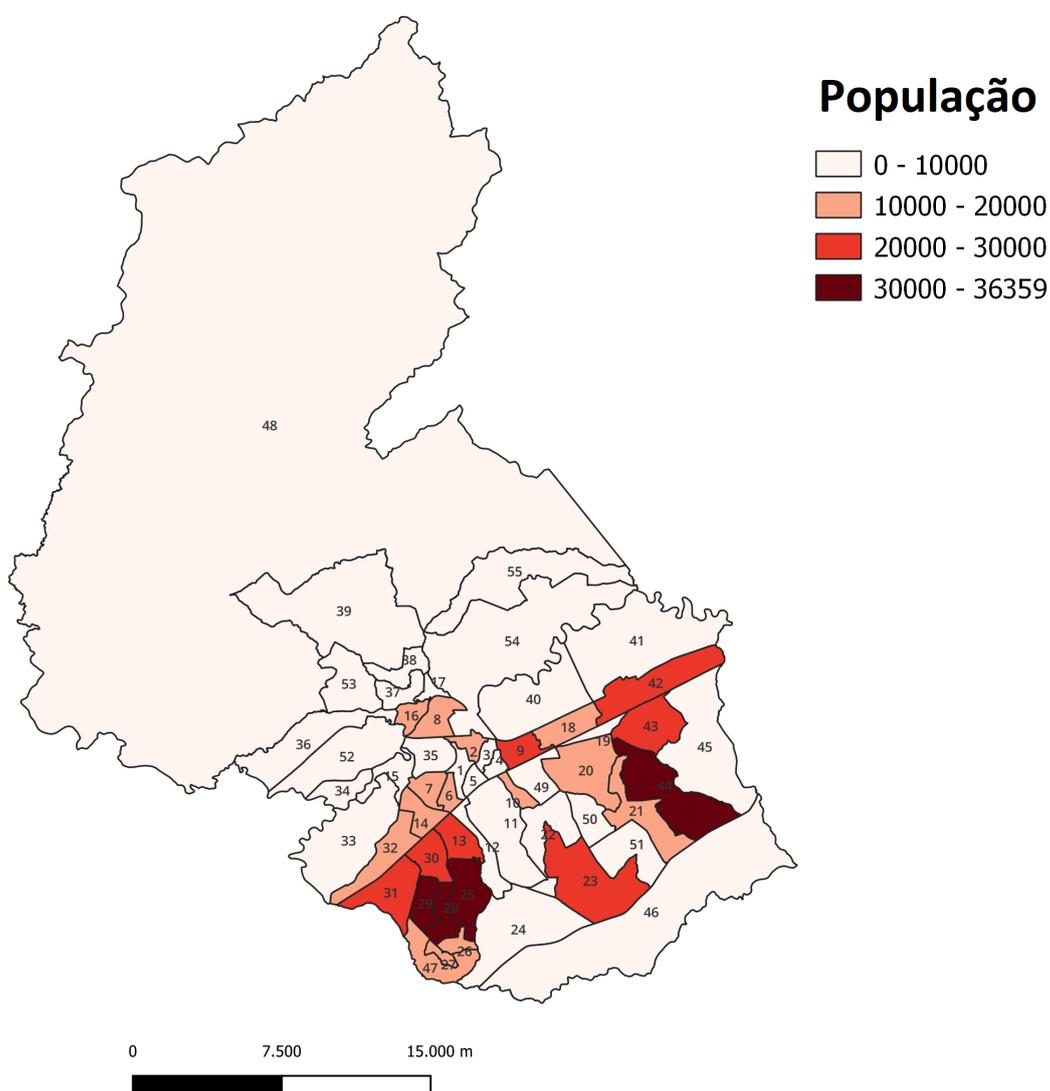


Figura 2.1 - Mapa mostrando as populações na cidade de São José dos Campos dividida em 55 Zonas de Mobilidade entre os anos 2013 a 2019.

## 2.2 Dados e Pré-Processamento

Os registros de casos de dengue foram fornecidos em formato CSV pelo Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) do Departamento de Saúde da cidade de São José dos Campos e compreendem o período de 2013 a 2019. O arquivo recebido possui os seguintes campos: identificador, classificação dos casos, data, latitude, longitude e bairro. Foram desconsiderados da análise os registros classificados como “DESCARTADOS”. Os demais casos formam uma tabela contendo coordenadas geográficas (Latitude e Longitude). Posteriormente, foi utilizado um dado complementar (*shapefile*) com a delimitação das Zonas de Tráfego - ZT para cruzamento com os casos de dengue. Essas ZT estão definidas na tabela 2.1 Cada caso de dengue foi então atribuído à uma ZT. Por meio desse *shapefile* final uma nova tabela foi gerada. Os dados foram agrupados em ZT para facilitar a comparação com dados de mobilidade posteriormente, que utilizam dados definidos na pesquisa Origem-Destino (IPPLAN, ). Algumas dessas zonas (36, 41, 50, 52 e 55) foram desconsideradas nos nossos cálculos pois por possuírem populações muito pequenas ou por não terem casos de dengue registrados, então os dados foram desprezados.

ZT	ZT_Name	ZT	ZT_Name
1	Centro	29	Cidade Morumbi e Residencial União
2	Vila Maria e Vila Santa Luzia	30	Parque Industrial e Jardim Oriente
3	Jardim Paulista e Monte Castelo	31	Palmeiras de São José e Rio Comprido
4	Vila São Pedro e Jardim Jussara	32	Jardim Alvorada e Jardim das Indústrias
5	Vila Piratininga e Jardim Augusta	33	Limoeiro
6	Vila Adyanna e Vila Betânia	34	Urbanova
7	Vila Ema e Jardim Esplanada	35	Banhado
8	Santana e Vila Rossi	36	Vazio urbano
9	Vazio urbano	37	Vila São Geraldo e Jardim Minas Gerais
10	Jardim da Granja e Jardim Souto	38	Vila Paiva e Jardim Boa Vista

11	CTA e INPE		39	Chácara dos Freitas e Chácara do Bonsucesso
12	Vila Nova Conceição e Vila São Bento		40	Residencial Vista Linda
13	Jardim Satélite e Floradas de São José		41	Vazio urbano
14	Jardim Aquarius e Jardim Colinas		42	Eugênio de Melo e Galo Branco
15	Condomínio Esplanada do Sol e Serimbura		43	Jardim Santa Inês e Residencial Frei Galvão
16	Jardim Telespark e Jardim Altos de Santana		44	Parque Novo Horizonte e Residencial Dom Bosco
17	Alto da Ponte e Vila Veneziani		45	Jardim Ebenezer e Chácara Sítio Jata
18	Vila Tesouro e Jardim Universo		46	Cajuru
19	Jardim Motorama e Jardim Nova Detroit		47	Jardim República e Vila das Flores
20	Jardim Americano e Vista Verde		48	São Francisco Xavier e Área Rural
21	Chácara Pousada do Vale e Campos de São José		49	Jardim Diamante e REVAP
22	Residencial Flamboyant e Jardim Uirá		50	Vazio urbano
23	Jardim do Lago e Vila Iracema		51	Santa Cecília e Jardim Helena
24	Parque Interlagos e Altos da Quinta		52	Paratehy e Residencial Jaguar
25	Bosque dos Eucaliptos e Quinta das Flores		53	Chácara Fazenda Caeté
26	Conjunto Habitacional Dom Pedro		54	Águas de Canindé e Chácara Havaí
27	Jardim Imperial e Jardim Colonial		55	Chácara Pedra D'água II
28	Bosque dos Ipês e Campo dos Alemães			

Tabela 2.1 - Zonas de Tráfego definidas para a cidade de São José dos Campos.

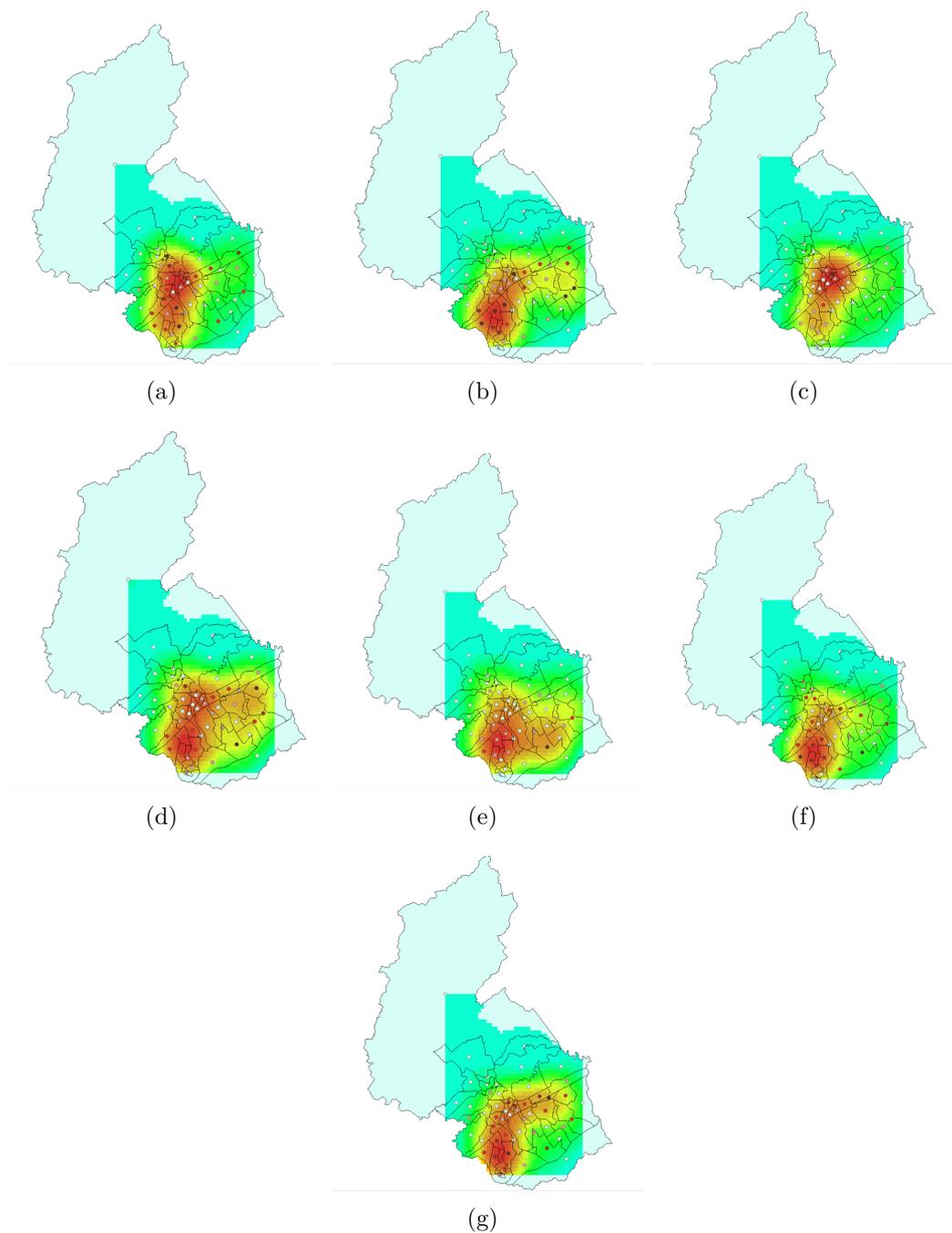


Figura 2.2 - (a) Casos dengue registrados em 2013. (b) Casos dengue registrados em 2014. (c) Casos dengue registrados em 2015. (d) Casos dengue registrados em 2016. (e) Casos dengue registrados em 2017. (f) Casos dengue registrados em 2018. (g) Casos dengue registrados em 2019.

No arquivo que contém os casos de dengue, os casos estão organizados de forma sequencial em relação à data do registro, gerando uma série temporal, casos por semana, para cada uma dessas zonas. Cada coluna representa uma ZT e cada linha, o número de casos registrados para uma semana.

A partir do arquivo CSV geral (2013-2019), foram gerados seis arquivos diferentes, um para cada ano, para que pudéssemos fazer as avaliações e comparações entre casos registrados para cada ano. Lembrando que para o ano de 2019 tínhamos dados apenas até a vigésima sexta semana do ano.

A Figura 2.2 mostra os mapas de Kernel calculados para cada ano entre 2013 e 2019. A partir desses mapas obtemos uma estimativa mais suavizada de uma densidade de probabilidade a partir de uma amostra de dados observados. É possível perceber uma variação suave nas colorações dos mapas, mas em geral, existe uma concentração no centro do mapa.

### 2.2.1 Taxa de Incidência da Dengue

A taxa de incidência de uma doença expressa o número de casos novos durante um período de tempo definido, numa população sob o risco de desenvolver a doença. Logo, a incidência mede o risco ou probabilidade de ocorrer um evento de uma doença na população exposta.

A fórmula para o cálculo por 100 mil habitantes pode ser vista a seguir:

#### 2.2.1.1 Taxa de Incidência ao Longo dos Anos

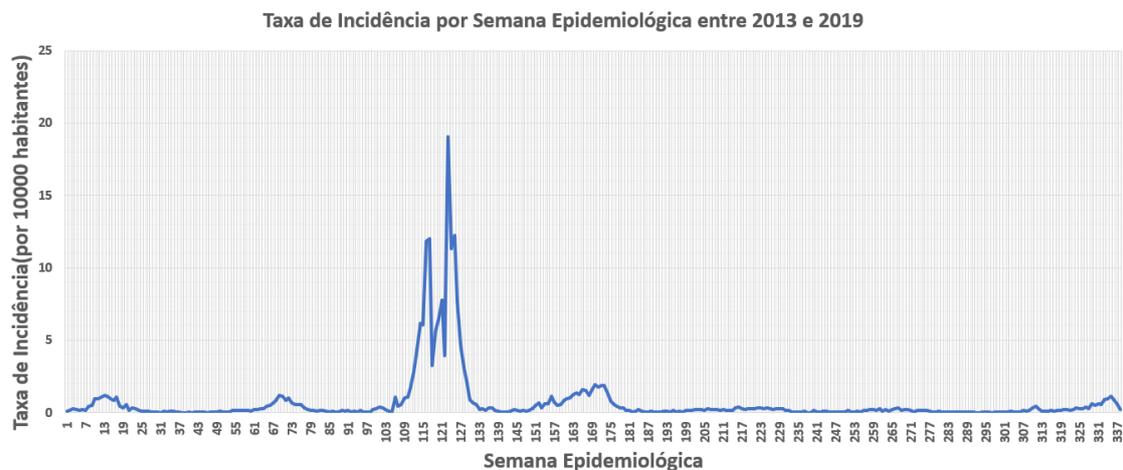


Figura 2.3 - Taxa de Incidência por 10000 habitantes para São José dos Campos entre os anos 2013 a 2019.

Neste trabalho, foi escolhido trabalhar com semanas epidemiológicas. O primeiro gráfico usando taxa de incidência é mostrado na Figura 2.3. Ele mostra a taxa de incidência por 100.000 habitantes na cidade de São José dos Campos por semana epidemiológica considerando os dados entre os anos de 2013 e 2019. É possível verificar uma elevação entre as semanas 106 e 131, que correspondem a semanas do ano 2015, onde o Brasil teve uma alta incidência de casos de Dengue, juntamente com Chikungunya e Zika ao mesmo tempo.

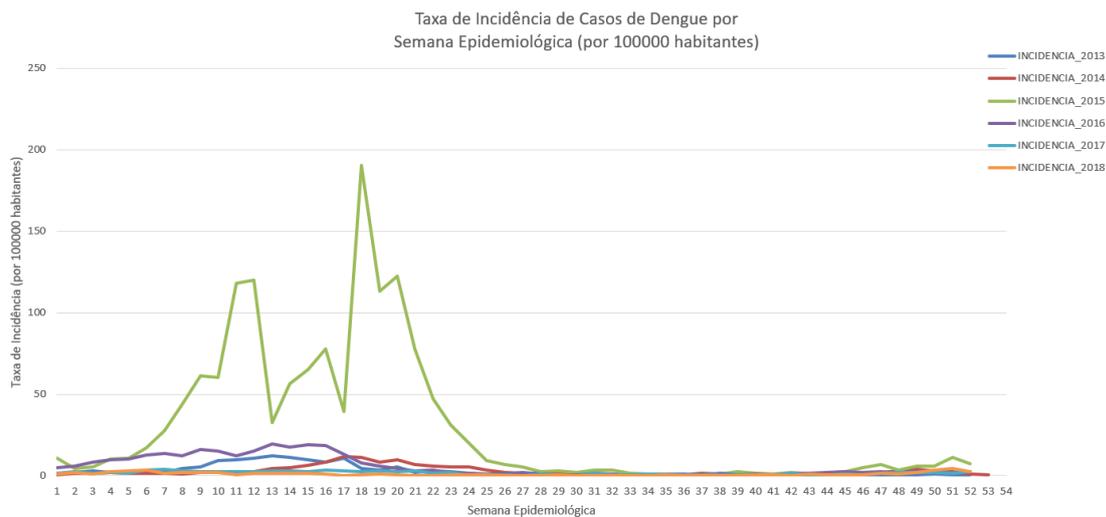


Figura 2.4 - Taxa de Incidência por 100000 habitantes para São José dos Campos considerando todos os anos entre 2013-2019 agrupada por anos.

Já na Figura 2.4 mostra para cada semana epidemiológica dos anos entre 2013 e 2018 a taxa de incidência da dengue. Pode-se verificar facilmente que a curva em verde que representa a incidência no ano de 2015 apresenta uma amplitude muito maior em relação às outras. Porém também é possível notar que as semanas entre 4 e 20 (aproximadamente entre janeiro e junho) apresentam valores maiores de incidência em relação às outras semanas.

### 2.2.1.2 Taxa de Incidência por Zonas de Tráfego por Anos

Por fim, agrupamos as taxas de casos de dengue para cada ZT durante todos os anos para identificar quais seriam as zonas com maiores taxas de incidência. Como podemos verificar na Figura 2.5 as zonas com maiores taxas de incidência da dengue foram ZT = 3 (Jardim Paulista e MonteCastelo) e ZT = 52 (Paratehy e Residencial Jaguary).

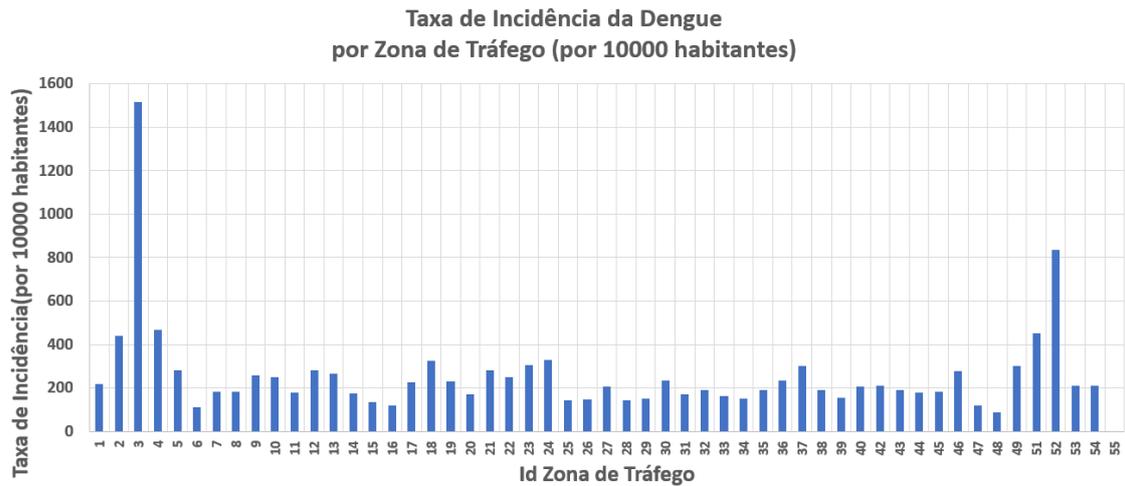


Figura 2.5 - Taxa de Incidência por 100000 habitantes por Zona de Tráfego entre os anos 2013 a 2019.

### 2.3 Scan Statistics

Scan Statistics permitem detectar e fazer avaliação de aglomerados de casos considerando espaço, tempo ou espaço e tempo. Para isso faz-se uma varredura numa janela de tempo e/ou espaço registrando o número de casos observados e esperados para aquela janela de tempo e para aquela localidade.

Neste trabalho, foi feita a análise espaço-temporal de casos semanalmente notificados de dengue na cidade de São José dos Campos entre 2013 e 2019, usando scan statistics com modelo de probabilidade Discreta de Poisson. Foram consideradas 50 das 55 ZT da base, pois são considerados como "Vazios Urbanos", então alguns deles não deles não tinham casos de registro.

### 2.4 SatScan

O SatScan é uma ferramenta que analisar dados espaciais, temporais e espaço-temporais (KULLDORFF, ; KULLDORFF, 1999; KULLDORFF et al., 2007; KULLDORFF, 2016). Ele permite definir a janela de varredura como um intervalo de tempo e um círculo no espaço ou um cilindro para o caso de espaço-tempo. A janela resultante com maior semelhança é o cluster mais provável, ou seja o agrupamento que tem a menor probabilidade de ter ocorrido ao acaso, e pode ser verificado a partir do p-value que é fornecido ao final da execução.

Como dado de entrada do SATScan para a análise de dados espaço-temporais, devemos passar ao menos três arquivos de entrada: um arquivo contendo as populações

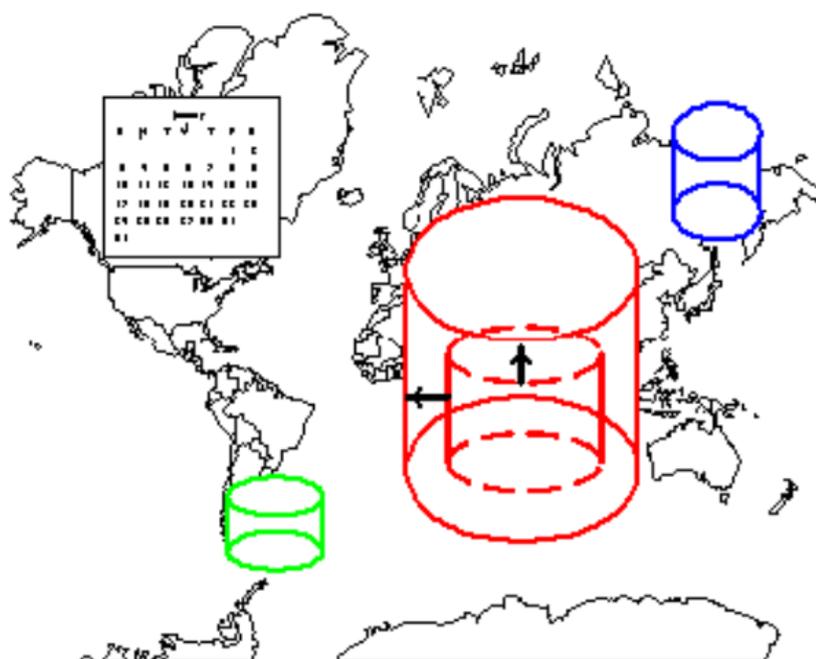


Figura 2.6 - Esquema de pesquisa e formação de clusters espaço-temporais através do SATScan. Fonte: (BIOMEDWARE, ).

de cada subregião com os ids, um arquivo contendo dados diários para cada uma das subregiões, um arquivo contendo as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de cada subregião. Um exemplo de cada um desses arquivos, respectivamente, pode ser visto na Figura 2.7.

Para cada Zona de Tráfego, existem dados sobre o número observado de casos, da população em risco e das coordenadas geográficas do centróide, que é um ponto no interior da zona de tráfego. Dentro de um cluster  $c$ , considera-se que indivíduos em qualquer zona pertencente a  $c$ , a probabilidade de que ele venha a ser um caso de dengue como  $p_z$  e a fora do cluster  $c$  como  $p_{z'}$ . Assim, temos as seguintes Hipóteses:

$H_0$ :  $p_z = p_{z'}$ , qualquer que seja o cluster

$H_1$ : existe ao menos uma zona em que  $p_z > p_{z'}$

Assim,  $H_0$  (hipótese nula) diz que existe a mesma probabilidade de alguém ter dengue estando dentro ou fora do cluster e  $H_1$  (hipótese alternativa) diz que existe

a) Arquivos com populações

ZT	Pop_IBGE
1	8378
2	11615
3	8870
4	8122
5	5472
6	11995
7	14796
8	17425
9	21544
10	11252
11	2509
12	6328
13	27201
14	14967
15	1555

b) Arquivos com casos diários

DATE	ZT	DENGUE
30/12/2012	1	0
31/12/2012	1	0
01/01/2013	1	0
02/01/2013	1	0
03/01/2013	1	0
04/01/2013	1	0
05/01/2013	1	0
06/01/2013	1	0
07/01/2013	1	0
08/01/2013	1	0
09/01/2013	1	0
10/01/2013	1	0
11/01/2013	1	0
12/01/2013	1	0
13/01/2013	1	0
14/01/2013	1	0

c) Arquivos com coordenadas geográficas

ZT	LONGITUDE	LATITUDE
1	-458867015	-2319063757
2	-4588207028	-231780091
3	-4587374462	-2318293872
4	-4586932666	-2318890402
5	-4588035978	-2319587905
6	-4589225193	-2320321786
7	-4590217501	-2319970357
8	-4589806923	-2316530199
9	-4585707696	-231807981
10	-4585807174	-2320225179
11	-4586545731	-2322147156
12	-4587482021	-2323327146
13	-4588742879	-2322558912
14	-459062476	-2321243557
15	-4592069136	-2319350488
16	-4591089574	-2316347543
17	-4590138781	-2315125182
18	-4583361971	-2316929201
19	-4581931208	-2317145827
20	-4582485931	-2319072316

Figura 2.7 - Dados de entrada para execução do SATScan.

ao menos uma zona onde a probabilidade é maior dentro do cluster que fora. Então, através da estatística de varredura, é possível calcular a razão de verossimilhança que atribui a cada cluster um valor de acordo com a equação a seguir.

$$\lambda_z = \begin{cases} \left(\frac{c_z/n_z}{C/N}\right)^{c_z} \left(\frac{c_{z'}/n_{z'}}{C/N}\right)^{c_{z'}}, & se(c_z/n_z) > (c_{z'}/n_{z'}) \\ 1, & \text{caso contrario.} \end{cases}$$

onde:

- $c_z$  - casos dentro do cluster
- $n_z$  - população dentro do cluster
- $C$  - casos totais no mapa
- $N$  - população total no mapa
- $c_{z'}$  - casos fora do cluster
- $n_{z'}$  - população fora do cluster

São gerados, então, diversos agrupamentos a partir de cada zona de tráfego e comparados uns aos outros. O cluster que apresentar maior valor de verossimilhança é

eleito o cluster mais verossímil. Existem algumas formas de limitar o tamanho dos clusters, seja por quantidade de eventos máxima ou por quantidade de população no cluster (SAENGER, 2018).

Neste trabalho, foram realizados dois experimentos diferentes considerando a população máxima como sendo 50% da população por ser o padrão da ferramenta SatScan e a mais usada nos trabalhos e um outro experimento considerando 10% da população por cluster. Os resultados desses experimentos serão detalhados no capítulo de Análise e Resultados.

### 3 ANÁLISE E RESULTADOS

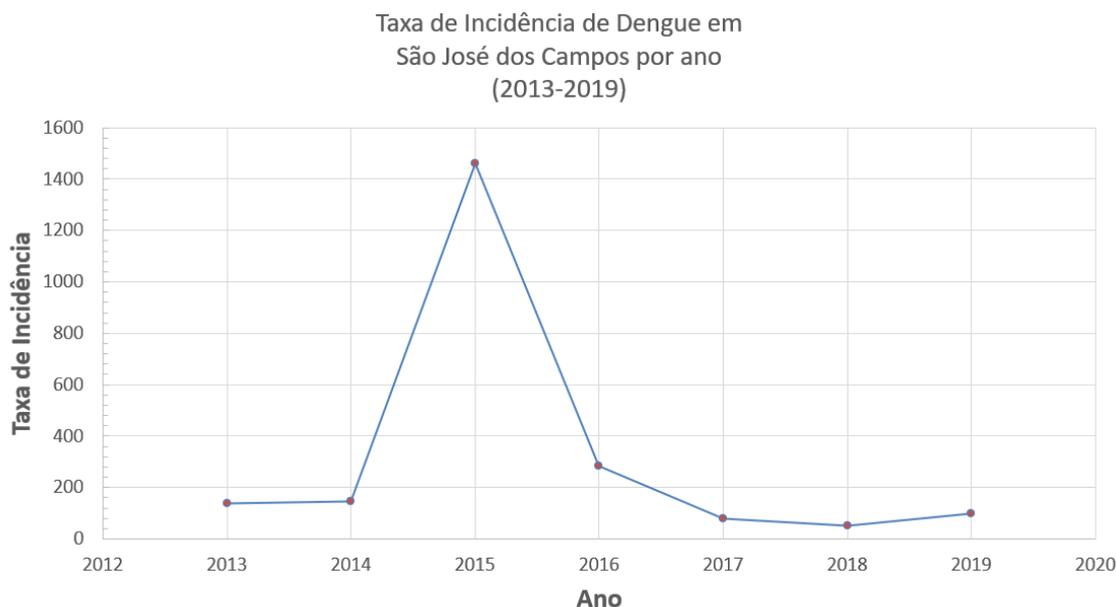


Figura 3.1 - Taxa de Incidência de Dengue por Ano.

A Figura 3.1 mostra a taxa de incidência por ano para a cidade. Apesar da grande diminuição na taxa de 2015 até o ano de 2018, é possível perceber que o valor da taxa volta aumentar no ano de 2019, sendo que para esse ano os dados estão registrados até o mês de junho, logo, ao fim do ano a tendência é que essa taxa estivesse ainda maior.

Algumas características em relação aos dados registrados na cidade de São José dos Campos em geral:

- Número total de casos (entre 2013-2019): 14087
- Casos anuais por 100000 habitantes : 345,7
- Número máximo de casos semanais: 1086
- Semana com máximo de casos: 05/05/2015-11/05/2015

A ferramenta SatScan foi utilizada para detectar clusters espaço-temporal nos nossos dados. Foi aplicado Scan Statistics Kulldorff's com modelo de probabilidade discreto de Poisson, devido à natureza dos dados de entrada que dados de contagem de

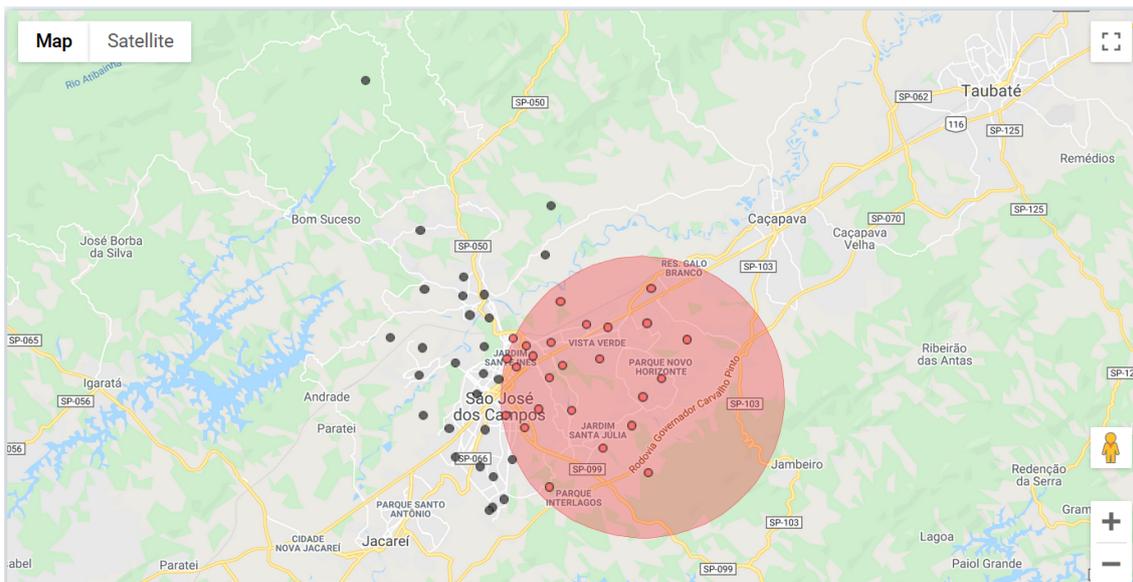


Figura 3.2 - Cluster gerado pelo SATScan considerando no máximo 50% da população total.

casos de dengue. Além disso, foram executados simulações de Monte Carlo ( $n=999$ ) para avaliação de significância estatística, onde foram considerados clusters com significância estatística ( $p\text{-value}<0,05$ ), sem sobreposição no espaço e que incluíam no máximo 50% da população de São José dos Campos. Com essa configuração conseguimos um grande cluster com as seguintes características:

- Ids das zonas: 21, 44, 51, 20, 23, 22, 45, 43, 46, 19, 49, 18, 10, 11, 9, 42, 4, 12, 40, 3, 5, 24, 13, 1, 2.
- Período: Semanas entre 03/05/2015-30/05/2015
- População: 293232
- Número de casos: 2115
- Casos esperados: 77,72
- Casos anuais / 100000: 9408,5
- Observados/Esperados: 27,21
- Risco Relativo: 31,84
- Razão de verossimilhança: 5105,992

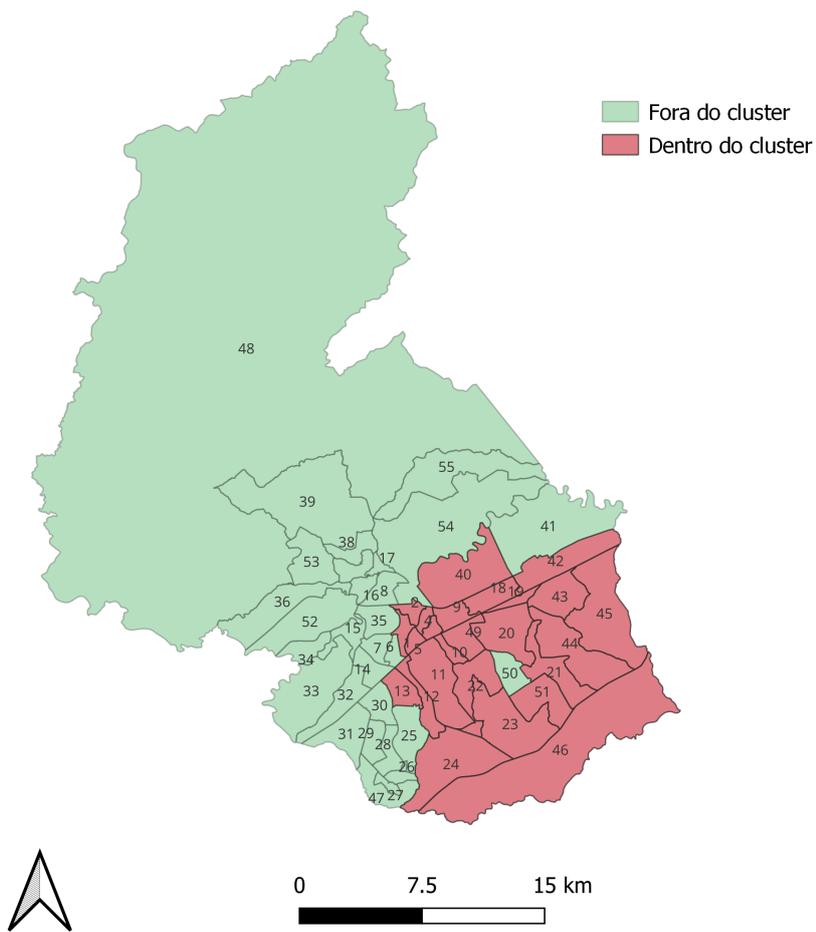


Figura 3.3 - Cluster encontrado considerando no máximo 50% da população total.

A Figura 3.4 mostra a série temporal de casos de dengue por semana epidemiológica, dando destaque para a semana em que foi detectado o cluster. É possível verificar no destaque em azul quando o cluster foi detectado, e ao colocar o mouse sobre o gráfico é possível ver as informações referentes ao cluster.

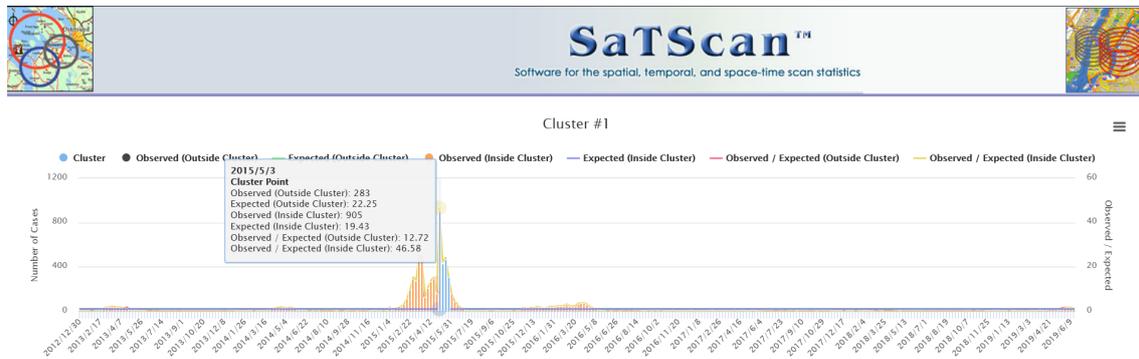


Figura 3.4 - Série temporal de casos por semana epidemiológica destacando o cluster detectado.

Depois desse experimento, fizemos algumas combinações de variações entre os limites temporais e espaciais para formação dos clusters. Então criamos clusters considerando uma janela temporal de no mínimo de 1 semana e máximo de 4 semanas. Além disso, consideramos na formação do cluster aqueles que tivessem no máximo 10% da população da cidade, uma vez que algumas zonas possuem até 5% de toda a população da cidade. O resultado pode ser visto na Figura 3.5.

O SaTScan detectou dez clusters espalhados pela cidade, sendo que foram encontrados 2 clusters contêm apenas uma ZT de tráfego com uma população de 31955 e 36359, número de casos observados de 117 e 111, com taxa de risco relativo de 13,20 e 9,50. Isso é uma particularidade do SaTScan, onde é permitido encontrar cluster com apenas 1 região, sem a necessidade de ter vizinhos na região, como no Moran. Todos os clusters foram detectados num período de tempo de 4 semanas epidemiológicas entre os dias 03/05/2015 a 30/05/2015.

Pode-se verificar que o primeiro cluster, ou seja, com maior razão de verossimilhança engloba zonas de tráfego mais ao centro da cidade de São José dos Campos. As zonas que fazem parte desse cluster são: 2,3,4,10,49 e 9, apesar de que, se verificarmos na Figura 2.1, podemos ver que essas não são áreas populosas da cidade. Isso pode levar a crer que existe uma outra razão para a taxa de incidência de casos, por exemplo, considerar a mobilidade para essas zonas centrais.

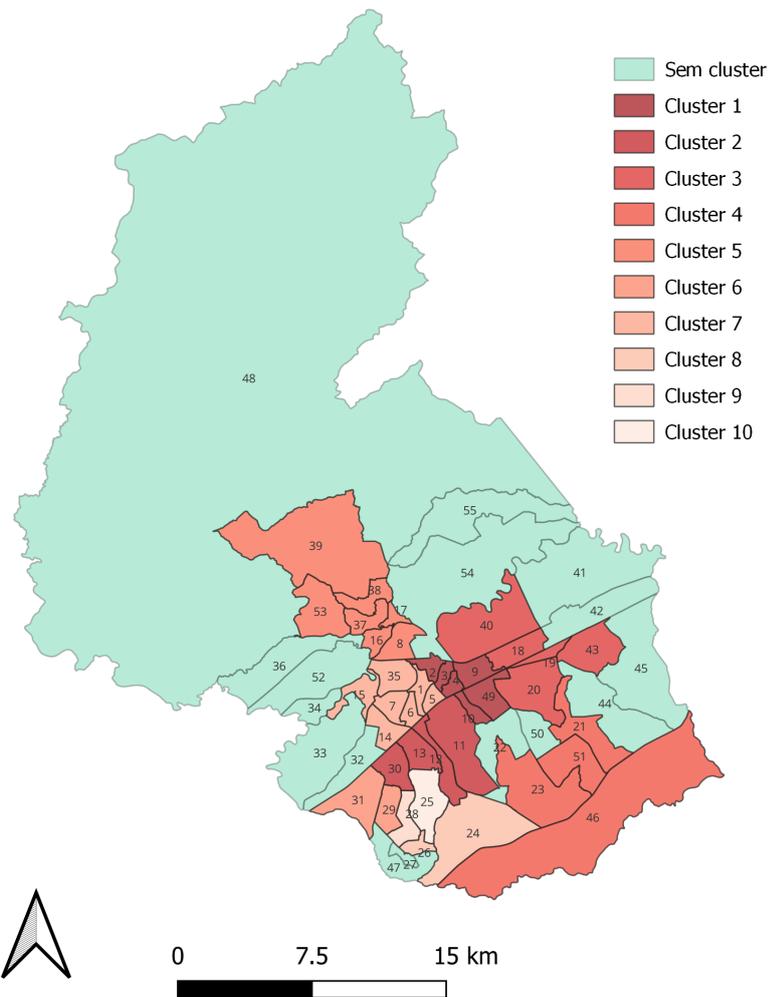


Figura 3.5 - 10 clusters encontrados considerando no máximo 10% da população total.

A Tabela 3.1 mostra as características dos clusters encontrados mostrados na Figura 3.5. Todos os clusters foram detectados no mesmo período de tempo em 4 semanas epidemiológicas entre 03/05/2015 a 30/05/2015.

N Zonas	Período	População	Casos Observados	Casos Esperados	Risco
6	03/05/15 - 30/05/15	62466	991	16,56	64,31
4	03/05/15 - 30/05/15	58866	326	15,60	21,37
5	03/05/15 - 30/05/15	60419	278	16,01	17,69
4	03/05/15 - 30/05/15	38696	207	10,26	20,47
7	03/05/15 - 30/05/15	62102	204	16,46	12,56
2	03/05/15 - 30/05/15	60549	200	16,05	12,63
7	03/05/15 - 30/05/15	58475	157	15,50	10,23
2	03/05/15 - 30/05/15	26629	117	7,06	16,71
1	03/05/15 - 30/05/15	31955	111	8,47	13,20
1	03/05/15 - 30/05/15	36359	91	9,64	9,50

Tabela 3.1 - Métricas calculadas para cada cluster encontrado.

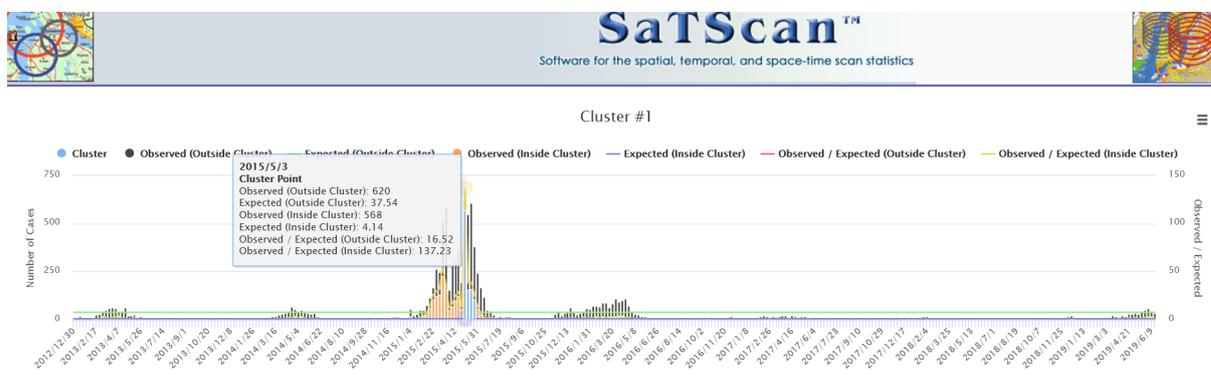


Figura 3.6 - Série temporal de casos por semana epidemiológica destacando o primeiro cluster detectado.

Por fim, a Figura 3.6 mostra a série temporal de casos entre o ano 2013 a 2019 dando destaque para as informações do primeiro cluster detectado em azul.

## 4 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo compreender a distribuição espacial dos dados de dengue na cidade de São José dos Campos. Para tal estudo foram construídos alguns gráficos de taxa de incidência da doença ao longo dos anos 2013 a 2019. Através do uso da ferramenta SatScan que permite a geração de clusters (agrupamentos) espaço-temporais que levam em conta tanto informação de espaço quanto tempo nas séries temporais para criação dos grupos. A partir daí é possível identificar persistências espaço-temporais no mapa.

Um dos trabalhos futuros idealizados seria relacionar os clusters identificados com grafos de mobilidade e verificar se há relações com detecções de comunidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. L.; MONTEIRO, A. M. V.; BARCELLOS, C.; LISBOA, E.; ACOSTA, L. M. W.; ALMEIDA, M. C. d. M.; BRITO, M. R. V.; CARVALHO, M. S.; SANTOS, M. A. d.; CRUZ, O. et al. Introdução à estatística espacial para a saúde pública. 2007. 1

ANTP. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana - Relatório Geral 2012**. 2012. Acessado em 16.12.2021. Disponível em: <<http://www.antp.org.br>>. 3

BIOMEDWARE. **About Kulldorff's Scan method**. Acessado em 20.12.2021. Disponível em: <[https://www.biomedware.com/files/documentation/clusterseer/KScan/About\\_Kulldorffs\\_Scan.htm](https://www.biomedware.com/files/documentation/clusterseer/KScan/About_Kulldorffs_Scan.htm)>. v, 10

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; ZUBEN, A. P. B. V. Arboviroses emergentes no brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. **Revista de saúde pública**, SciELO Brasil, v. 51, 2017. 1

FREITAS CARLOS MACHADO DE, e. a. Desastres naturais e seus custos nos estabelecimentos de saúde no brasil no período de 2000 a 2015. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, 2020. 1

IPPLAN, P. e. **Prefeitura de São José dos Campos - PMSJC E Instituto de Pesquisa, Administração e Planejamento - IPPLAN. - Atlas da Pesquisa Origem e Destino - Panorama da Mobilidade em São José dos Campos**. 2014. Acessado em 16.12.2021. Disponível em: <[https://www.sjc.sp.gov.br/media/56152/atlas\\_origem\\_destino\\_baixa\\_res.pdf](https://www.sjc.sp.gov.br/media/56152/atlas_origem_destino_baixa_res.pdf)>. 4

KULLDORFF, M. **SaTScan™ User Guide for version 9.6 [Internet]**. 2018. [S.l.]: Available. 1, 9

\_\_\_\_\_. Spatial scan statistics: models, calculations, and applications. In: **Scan statistics and applications**. [S.l.]: Springer, 1999. p. 303–322. 1, 9

\_\_\_\_\_. Satscantm manual do usuário. 2016. 1, 9

KULLDORFF, M.; MOSTASHARI, F.; DUCZMAL, L.; YIH, W. K.; KLEINMAN, K.; PLATT, R. Multivariate scan statistics for disease surveillance. **Statistics in medicine**, Wiley Online Library, v. 26, n. 8, p. 1824–1833, 2007. 9

LANA, R. M.; GOMES, M. F. d. C.; LIMA, T. F. M. d.; HONORIO, N. A.; CODEÇO, C. T. The introduction of dengue follows transportation infrastructure changes in the state of acre, brazil: A network-based analysis. **PLoS neglected tropical diseases**, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 11, n. 11, p. e0006070, 2017. 1

SABA H. E MORET, M. A. e. B. F. R. e. A. M. L. V. e. J. E. M. F. e. N. F. A. S. e. M. J. G. V. Relevance of transportation to correlations among criticality, physical means of propagation, and distribution of dengue fever cases in the state of bahia. **Science of the Total Environment**, v. 618, n. 23, p. 971–976, 2018. 1

SAENGER, C. C. Análise da distribuição espaço-temporal de intoxicação humana por agrotóxicos agrícolas e de metais pesados em águas superficiais no estado de goiás. 2018. 12

SANITÁRIA, S. de V. **Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikungunya e Zika), Semanas Epidemiológicas 1 a 4.** 2020. Disponível em:

<[https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/media/pdf/2020/dezembro/11/boletim\\_epidemiologico\\_svs\\_48.pdf](https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/media/pdf/2020/dezembro/11/boletim_epidemiologico_svs_48.pdf)>. Acesso em: 06 dez. 2021. 1

XAVIER DIEGO RICARDO, e. a. Spatial-temporal diffusion of dengue in the municipality of rio de janeiro, brazil, 2000-2013. **Cadernos de saude publica**, 2017. 1