



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Câmpus de Presidente Prudente

**BEATRIZ DE OLIVEIRA LOURENÇÃO**

**ANÁLISE ESPACIAL DOS CASOS DE LEISHMANIOSE VISCERAL NA REGIÃO  
DE PRESIDENTE PRUDENTE**

PRESIDENTE PRUDENTE

2022

**BEATRIZ DE OLIVEIRA LOURENÇÃO**

**ANÁLISE ESPACIAL DOS CASOS DE LEISHMANIOSE VISCERAL NA REGIÃO  
DE PRESIDENTE PRUDENTE**

Relatório Final para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Estatística da FCT/Unesp para aproveitamento na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Ferreira Flores.

PRESIDENTE PRUDENTE

2022

|       |  |
|-------|--|
| L892a | <p>Lourenção, Beatriz de Oliveira</p> <p>Análise espacial dos casos de leishmaniose visceral na região de Presidente Prudente / Beatriz de Oliveira Lourenção.</p> <p>-- Presidente Prudente, 2022</p> <p>46 f. : tabs., fotos, mapas</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Estatística) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente</p> <p>Orientador: Edilson Ferreira Flores</p> <p>1. Leishmaniose visceral. 2. Análise espacial. 3. RRAS 11. I.</p> <p>Título.</p> |
|-------|--|

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**TERMO DE APROVAÇÃO****BEATRIZ DE OLIVEIRA LOURENÇÃO****ANÁLISE ESPACIAL DOS CASOS DE LEISHMANIOSE  
VISCERAL NA REGIÃO DE PRESIDENTE PRUDENTE**

Relatório de Final de Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito para obtenção de créditos na disciplina Trabalho de Conclusão do curso de graduação em Estatística da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Unesp, pela seguinte banca examinadora:

**Orientador:**

---

**Prof. Dr. Edilson Ferreira Flores**  
**Departamento de Estatística**

---

**Profa. Dra. Silvely Nogueira de Almeida Salomão Néia**  
**Departamento de Estatística**

---

**Profa. Dra. Miriam Rodrigues Silvestre**  
**Departamento de Estatística**

Presidente Prudente, 15 de fevereiro de 2022.

## RESUMO

A leishmaniose é uma doença que apresenta relevância mundial, de suas variações, a mais grave é a visceral que afeta os órgãos internos. Pode afetar seres humanos e animais, sendo que no ambiente urbano os principais afetados são os cães. Esta doença se manifestou primeiramente em áreas rurais e florestadas, mas com a urbanização é cada vez mais frequente em ambientes urbanos. O Brasil é um dos cinco países que concentram mais de 90% dos casos de leishmaniose no mundo, no estado de São Paulo existem municípios considerados prioritários no combate contra a leishmaniose visceral e quatro destes municípios estão localizados na Rede Regional de Atenção à Saúde de Presidente Prudente (RRAS 11), sendo eles Dracena, Junqueirópolis, Presidente Epitácio e Panorama. Neste estudo, foram analisados os casos de leishmaniose visceral em cães e humanos nestas quatro cidades para ser possível a realização de campanhas contra a doença. Observou-se que os casos são clusterizados em todos os municípios, portanto, existe a relação entre os casos de leishmaniose visceral e a sua localização.

**Palavras-chaves:** Leishmaniose Visceral. Análise Espacial. RRAS 11.

## ABSTRACT

Leishmaniasis is a disease that is of worldwide relevance; of its variations, the most serious is visceral, which affects the internal organs. It can affect humans and animals, in the urban environment the main sufferers are dogs. This disease first appeared in rural and forested areas, but with urbanization it is increasingly frequent in urban environments. Brazil is one of the five countries that concentrate more than 90% of the cases of leishmaniasis in the world, in the state of São Paulo there are municipalities considered priorities in the fight against visceral leishmaniasis and four of these municipalities are located in the Regional Network for Health Care in Presidente Prudente (RRAS 11), namely Dracena, Junqueirópolis, Presidente Epitácio and Panorama. In this study, the cases of visceral leishmaniasis in dogs and humans in these four cities were analyzed to be possible to carry out campaigns against the disease. It was observed that the cases are clustered in all municipalities, so there is a relationship between the cases of visceral leishmaniasis and their location.

**Keywords:** Visceral Leishmaniasis. Spatial Analysis. RRAS 11.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                    | <b>7</b>  |
| 1.1 OBJETIVOS                          | 9         |
| 1.2 JUSTIFICATIVA                      | 10        |
| <b>2 METODOLOGIA</b>                   | <b>11</b> |
| 2.1 ESTATÍSTICA ESPACIAL               | 11        |
| 2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA   | 22        |
| <b>3 DESENVOLVIMENTO</b>               | <b>23</b> |
| 3.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA               | 23        |
| 3.2 ÍNDICE DE MORAN PARA CASOS CANINOS | 25        |
| 3.3 ESTUDO PARA CASOS HUMANOS          | 39        |
| <b>4 CONCLUSÕES</b>                    | <b>43</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                     | <b>44</b> |

## 1 Introdução

A leishmaniose é uma doença infecciosa causada por protozoários do gênero *Leishmania*, transmitida através da picada de um inseto da subfamília dos flebotomíneos, popularmente conhecido como mosquito-palha. Atinge principalmente as regiões tropicais, sendo mais frequente em áreas com matas, porém a partir das últimas décadas vem se espalhando pelas áreas periurbanas e urbanas, isso pode ser explicado pelas constantes mudanças climáticas e o desmatamento que vem ocorrendo com maior frequência.

Existem dois tipos da doença que se manifesta em humanos, a leishmaniose tegumentar ou cutânea e a leishmaniose visceral ou calazar. A primeira é considerada a forma mais comum da doença, atinge em média 26.965 pessoas no Brasil anualmente, é também a menos fatal, tendo como principal característica lesões na pele. Já a segunda é considerada como a forma mais grave da doença, sendo a terceira doença parasitária que mais causa óbitos no mundo, quando o infectado não recebe o tratamento adequado a chance de falecimento é de 10%. Os cães também podem ser infectados, um estudo mostrou que o cão contaminado pode voltar a infectar o inseto transmissor, portanto, os cães além de hospedeiros também são responsáveis pela transmissão da doença, principalmente em áreas urbanas. Os principais sintomas da leishmaniose visceral são febre, perda de peso, anemia, caquexia, atrofia muscular e fraqueza. O diagnóstico é realizado através de exames clínicos e o tratamento é disponibilizado de maneira gratuita pelo SUS. A prevenção da doença é feita através do controle do vetor e de cães infectados, algumas indicações para quem mora em áreas de risco é utilizar telas em portas e janelas, fazer uso frequente de repelentes e blusas com manga.

O Brasil é muito atingido pela leishmaniose, sendo um entre os cinco países que concentram 90% dos casos de leishmaniose visceral do mundo (CARDIM, GUIRADO, DIBO, CHIARAVALLI NETO, 2016). No estado de São Paulo, entre 1999 e 2017 foram notificados 2.858 casos e 246 óbitos causados por leishmaniose visceral (HIRAMOTO et al, 2019). Conforme os parâmetros do Ministério da Saúde treze municípios do estado de São Paulo foram classificados com transmissão recente, trinta e três com transmissão esporádica, oito com transmissão moderada e seis com transmissão intensa (HIRAMOTO et al, 2019). Dentre esses municípios,



quatorze foram considerados prioritários para ações contra leishmaniose visceral, sendo orientados a seguir o “Plano de Ação”, elaborado pela Organização Panamericana de Saúde. Desses quatorze municípios prioritários quatro se encontram na Rede Regional de Atenção à Saúde de Presidente Prudente (RRAS 11) de Presidente Prudente, sendo eles Dracena, Junqueirópolis, Panorama e Presidente Epitácio.

A RRAS 11 é formada por 45 municípios, totalizando 722.192 habitantes, que são divididos em cinco regiões de saúde, sendo elas:

- Alta Paulista, formada pelos municípios de Dracena, Flora Rica, Irapuru, Junqueirópolis, Monte Castelo, Nova Guataporanga, Ouro Verde, Panorama, Paulicéia, Santa Mercedes, São João do Pau d’Alho e Tupi Paulista.
- Alta Sorocabana, formada pelos municípios de Alfredo Marcondes, Álvares Machado, Anhumas, Caiabu, Emilianópolis, Estrela do Norte, Indiana, Martinópolis, Narandiba, Pirapozinho, Presidente Bernardes, Presidente Prudente, Regente Feijó, Ribeirão dos Índios, Sandovalina, Santo Anastácio, Santo Expedito, Taciba e Tarabai.
- Alto Capivari, formada pelos municípios de Iepê, João Ramalho, Nantes, Quatá e Rancharia.
- Extremo Oeste Paulista, formada pelos municípios de Marabá Paulista, Caiuá, Piquerobi, Presidente Epitácio e Presidente Venceslau.
- Pontal do Paranapanema, formada pelos municípios de Euclides da Cunha, Mirante do Paranapanema, Rosana e Teodoro Sampaio.

Esta pesquisa teve como objetivo estudar a distribuição espaço-temporal dos casos de leishmaniose visceral nos quatro municípios prioritários para ações contra a doença que estão localizados na RRAS 11 de Presidente Prudente.

## **1.1 Objetivos**

### **Objetivo Geral**

O principal objetivo neste trabalho foi analisar a ocorrência de casos de leishmaniose visceral nos quatro municípios prioritários para ações contra a leishmaniose visceral do Departamento Regional de Saúde de Presidente Prudente.

### **Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são listados a seguir:

- Analisar os casos de leishmaniose visceral na região de Presidente Prudente conforme o passar dos anos;
- Localizar focos recorrentes da doença;
- Estratificar as áreas da RRAS 11 de Presidente Prudente de acordo com o risco epidemiológico.

## **1.2 Justificativa**

Apesar de existirem diversos estudos sobre a leishmaniose no Brasil, poucos se referem a RRAS 11 de Presidente Prudente, que vem apresentando aumento no número de casos de leishmaniose visceral, possuindo quatro municípios prioritários para ações de prevenção da doença.

Analisar os dados da doença possibilitará conhecer quais áreas possuem focos recorrentes, quais fatores externos influenciam nas formações desses focos e previsões de como a doença estará distribuída nos próximos anos, tornando possível criar modelos preditivos que auxiliam na tomada de decisões e na elaboração de ações preventivas para que seja possível diminuir o número de casos e a fatalidade da doença.

## **2 Metodologia**

O objeto de estudo neste projeto é analisar como se distribuem os casos de leishmaniose visceral nos municípios prioritários da RRAS 11 de Presidente Prudente. Os dados a respeito dos casos de infecção humana e canina serão cedidos pelo Serviço de Zoonose e Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde de cada município a ser estudado.

Serão incluídos no estudo os quatro municípios prioritários pertencentes ao Departamento Regional de Saúde de Presidente Prudente. A análise espacial foi feita a partir de softwares de sistema de informação geográfica, neste trabalho foi utilizado o software ArcGIS (ESRI, 2009), utilizado nos computadores disponíveis no Laboratório de Estatística Aplicada (LEA), sala 8 da FCT-UNESP de Presidente Prudente.

Os mapas utilizados foram obtidos através de bases do IBGE e com atualizações das quadras pela SUCEN, nesses mapas foram atribuídos os dados que foram coletados previamente, para que seja possível uma análise visual. Uma vez que os dados estiverem georreferenciados, foram utilizadas técnicas de análise exploratória, estatística espacial, geoestatística e modelagem para que seja possível estratificar a região de Presidente Prudente de acordo com o risco epidemiológico e avaliar se as condições sociais, demográficas e ambientais influenciam nos casos da doença e se sim, como funciona essa influência.

Na sessão 2.1 serão mostrados os princípios da Estatística Espacial e as técnicas utilizadas na pesquisa, como Kernel, Método do Vizinho mais Próximo, Dependência Espacial, Índice de Moran e Lisa Map.

### **2.1 Estatística Espacial**

A análise espacial é a área da estatística que permite a associação entre os dados e sua localização espacial, podendo criar mapas que apresentam informações a respeito do local de interesse, é utilizado no estudo do comportamento dos dados e na previsão. As principais áreas de conhecimento que utilizam a estatística espacial são agronomia, epidemiologia e geologia.

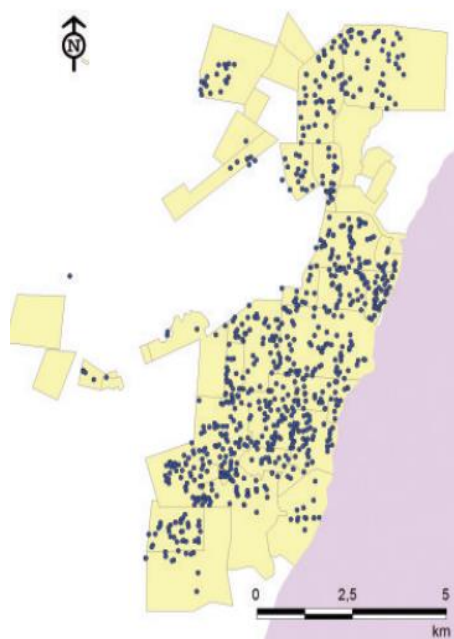
A ênfase da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos, tendo em conta a localização do objeto de estudo de forma explícita. (DRUCK, CARVALHO, CÂMARA, MONTEIRO, 2004)

Conhecido como pioneiro das análises espaciais, o médico John Snow realizou um estudo a respeito da epidemia de cólera que estava ocorrendo em Londres em 1854, a associando ao consumo de água insalubre. O médico, com o auxílio de um mapa, criou pontos na residência de indivíduos que vieram a óbito por conta da doença e relacionou às bombas de água que abasteciam a cidade, com esta análise foi possível identificar que ao redor da bomba localizada em Broad Street estava o maior número de casos de cólera, sendo o epicentro da epidemia (DRUCK, CARVALHO, CÂMARA, MONTEIRO, 2004).

A análise de John Snow, que contribuiu para o fim da epidemia de cólera em 1854, foi a precursora da análise espacial que conhecemos hoje. A partir de estudos notou-se que para que fosse possível analisar os dados, eles deveriam ser classificados em três categorias: eventos pontuais, superfícies contínuas e áreas com contagem.

Os eventos pontuais são representados por pontos, como os utilizados por John Snow em 1854. Estes pontos são associados a ocorrência do evento de interesse, as análises relacionadas a este tipo de evento procuram identificar se a distribuição de ocorrências ocorre de forma aleatória ou se existe algum padrão, como uma concentração muito grande em determinada localização. Pode ser dado como exemplo a Figura 1, que se pode observar as residências de pessoas com hepatite A no município de Macapá entre os anos 2000 e 2001. A doença é transmitida de maneira oral-fecal, portanto, áreas com concentração de casos podem estar ligadas a problemas no tratamento da água e esgoto.

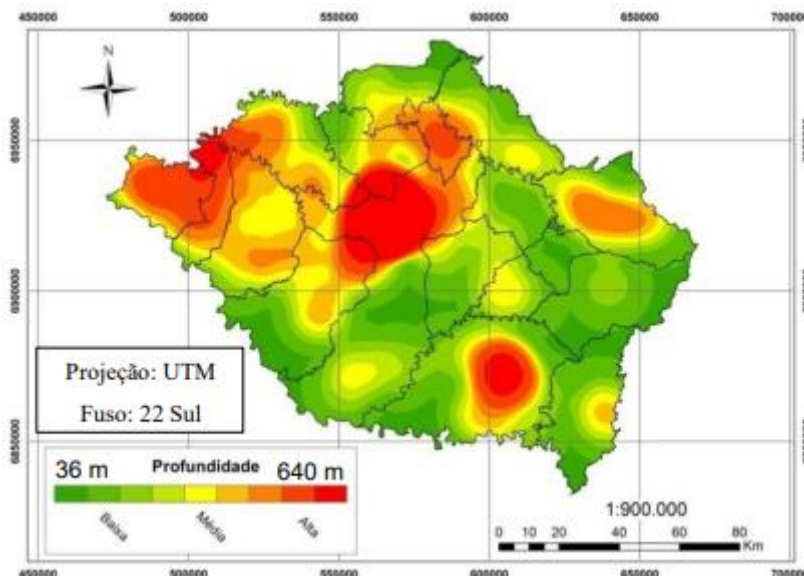
Figura 1 – os pontos representam casos de hepatite A em Macapá entre os anos 2000 e 2001.



Fonte: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/1199>

As superfícies contínuas são geradas a partir da interpolação de amostras de campo, podendo estar regular ou irregularmente distribuídas (DRUCK, CARVALHO, CÂMARA, MONTEIRO, 2004). Esta interpolação está relacionada ao processo de Krigagem, que se diferencia dos outros métodos devido a estimação da matriz de covariância espacial, que determina os pesos atribuídos às amostras, o tratamento da redundância dos dados, a vizinhança a ser considerada no procedimento inferencial e o erro associado ao valor estimado (SANTOS, 2013). Geralmente estes dados são coletados a partir de recursos naturais, como temperatura e características do solo. Na Figura 2, temos o mapa Kernel da profundidade dos poços tubulares profundos na região da AMURES.

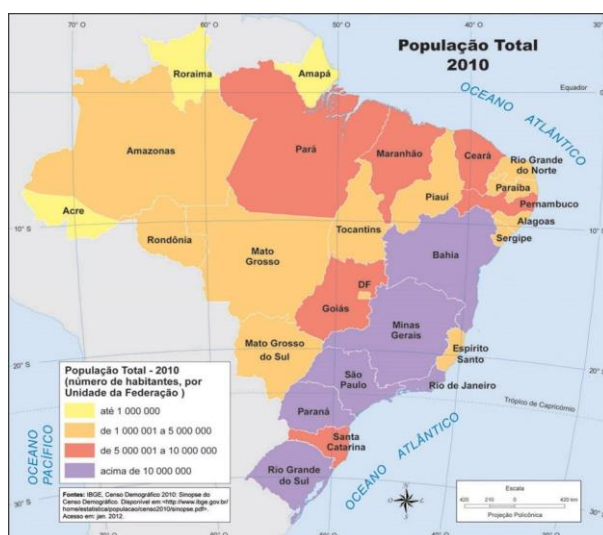
Figura 2 – Mapa Kernel da profundidade dos poços tubulares profundos na região da AMURES



Fonte: Mendes, G. F. (2016)

As áreas com contagem e taxas agregadas são resultantes de coletas de dados relacionadas à população e possuem caráter confidencial, são representadas por um polígono associado a um valor, também podem representar taxas por área. Temos como exemplo censos e dados de saúde. Na Figura 3 pode-se observar o número de habitantes por unidade de federação, os dados foram obtidos no censo de 2010.

Figura 3 – População total por unidade de federação no ano de 2010.



Fonte:

[https://educa.ibge.gov.br/images/vamoscontar/atividades/populacao\\_total\\_uf\\_2010.jpg](https://educa.ibge.gov.br/images/vamoscontar/atividades/populacao_total_uf_2010.jpg)

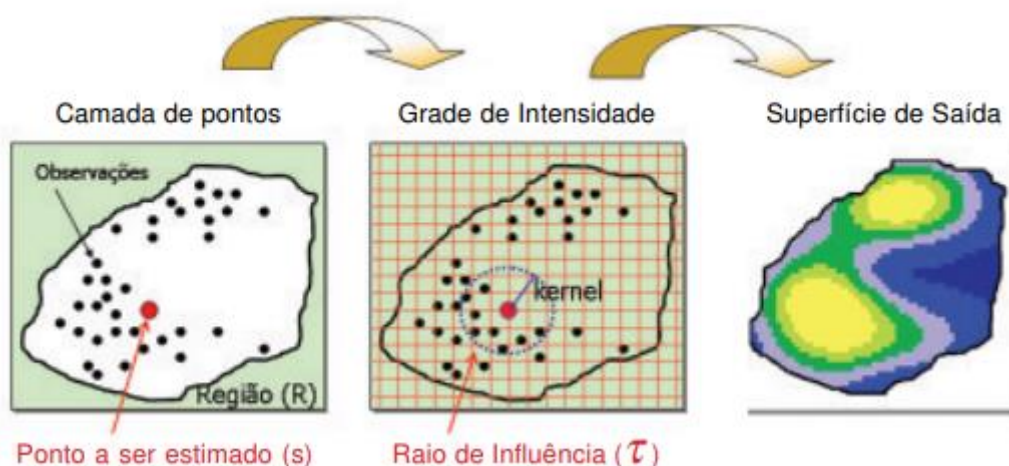
Outro ponto de interesse neste trabalho é analisar a distribuição dos dados pontuais, o método de Kernel é uma técnica não paramétrica de interpolação, em que a distribuição pontual dos dados é transformada em uma superfície de densidade, sendo possível identificar concentrações de pontos em determinadas áreas e suas distribuições (BERTOLA, 2015). A estimativa de Kernel mostra a medida de influência das amostras estudadas, e é descrita em função de um raio de influência  $\tau$  que define quais pontos farão parte da vizinhança do ponto interpolado, e a função de estimação que suaviza o fenômeno a ser estudado.

Sendo  $s$  uma localização em  $R$  e  $s_i, i = 1, \dots, n$ , a localização de  $n$  eventos, a intensidade  $\lambda(s)$  em  $s$  é estimada por:

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

Com  $\tau$  sendo o raio de influência e  $k(\cdot)$  a função de estimação de Kernel. Na Figura 5 são mostrados os passos para o cálculo da densidade de Kernel.

Figura 5 – Passos para o cálculo de densidade de pontos segundo a técnica de Kernel.



Fonte:

[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)

A escolha da função de Kernel  $k(\cdot)$  a ser utilizada fica a critério do pesquisador, não existindo um ponto crítico para a escolha, já o raio de influência  $\tau$  deve ser definido com cautela, pois pode alterar as estimativas final (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

Algumas das principais funções de estimação de Kernel  $k(\cdot)$  são:

- Kernel gaussiano:

$$k(h) = \frac{1}{2\pi\sigma} e^{\frac{-h^2}{2\sigma^2}}, \text{ onde } \sigma = \tau \quad (2)$$



- Kernel triangular:

$$k(h) = (1 - |h|) \quad (3)$$

- Kernel exponencial negativo:

$$k(h) = \frac{1}{2\pi} e^{-h} \quad (4)$$

- Kernel uniforme:

$$k(h) = \frac{1}{2} \quad (5)$$

- Kernel quártico:

$$k\left(\frac{s-s_i}{\tau}\right) = \frac{3}{\pi} \left(1 - \left(\frac{s-s_i}{\tau}\right)^2\right)^2, \text{ para } \left(\frac{s-s_i}{\tau}\right)^2 \leq 1 \quad (6)$$

A escolha do raio de influência  $\tau$  não é tão clara, uma escolha aproximada seria  $\tau = 0.68n^{-0.2}$ , para estimar a intensidade quando a região for um quadrado unitário e  $n$  for o número de eventos observados (BAILEY, GATRELL, 1995).

Pela análise utilizando o método do vizinho mais próximo, foi possível a realização da medição de cada ponto, com o ponto mais próximo. Utilizando a sua localização geográfica realiza-se uma média baseada em todas as distâncias geradas, em que a partir dos resultados são tidas algumas suposições.

Se a distância média for menor do que a média para uma distribuição aleatória hipotética, a distribuição dos recursos sendo analisados é considerada agrupada. Se esta distância média for maior do que uma distribuição aleatória hipotética, os recursos são considerados dispersos, viabilizando colocar em valores que se a estatística obtida for menor que 1 o conjunto dado é clusterizado e se o conjunto for maior que 1 os dados se distribuem de forma dispersa. Já para os dados que se aproximem de 0, pode-se dizer que se distribuem de forma regular. O método do vizinho mais próximo (MVMP) pode ser calculado pela equação (7).

$$MVMP = \frac{D_o}{\underline{D_e}} \quad (7)$$

Em que:

- $\underline{D_o}$  é a distância média observada de cada característica e seus vizinhos mais próximos.

$$\underline{D_o} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \quad (8)$$

- $\underline{De}$  é a distância média esperada para as características dadas no padrão aleatório.

$$\underline{De} = \frac{0,5}{\sqrt{\frac{n}{A}}} . \quad (9)$$

Em que  $d_i$  seria a distância de cada ponto com seu vizinho mais próximo.  $n$  seria o número de elementos da característica apresentada, e  $A$  seria a área mínima onde contenha nossos vizinhos. E a estatística  $Z$  do vizinho mais próximo é calculada por:

$$Z = \frac{Do - \underline{De}}{Se} . \quad (10)$$

E  $Se$  é representado por:

$$Se = \frac{0.26136}{\sqrt{\frac{n^2}{A}}} . \quad (11)$$

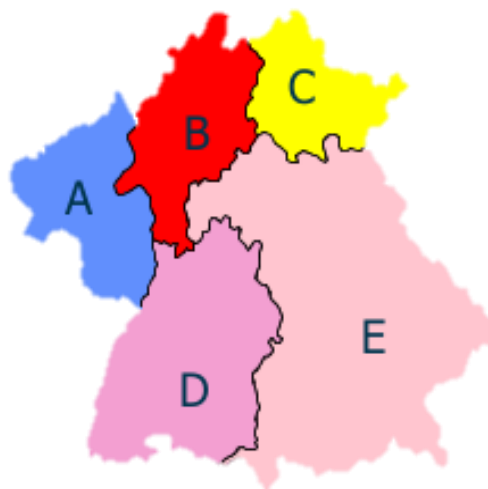
A dependência espacial pode ser entendida como a tendência de uma variável associada a uma determinada localização assemelhar-se mais ao valor de suas amostras vizinhas do que ao restante das localizações do conjunto amostral (PAIVA, 2007). Para isso é preciso medir a correlação espacial entre as áreas. A Matriz de Proximidade Espacial, é uma matriz  $n \times n$  em que seus elementos  $w_{ij}$  representam a proximidade entre duas áreas,  $o_i$  e  $o_j$ . Temos os seguintes critérios:

$w_{ij}=1$ , se  $o_i$  toca  $o_j$  ;

$w_{ij}=0$ , se  $o_i$  e  $o_j$  não se tocam.

A Figura 6 apresenta uma região dividida em áreas e na Tabela 1 abaixo, foi feita a matriz de proximidade espacial

Figura 6 – Áreas utilizadas para a elaboração da matriz de proximidade espacial.



Fonte: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>

Tabela 1 – Matriz de proximidade espacial.

|   | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| B | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| C | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| D | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| E | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

O Índice de Moran é a técnica mais utilizada para obter a autocorrelação espacial no conjunto de dados, ele leva em consideração apenas o primeiro vizinho e mede a autocorrelação utilizando o produto dos desvios padrões. A hipótese nula a ser considerada é de correlação nula, caso apresente valores entre -1 e 0 a correlação é negativa e valores entre 0 e 1 indicam correlação positiva. O índice de Moran é calculado pela fórmula 12.

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \quad (12)$$

No qual:

- n é o número de áreas;
- $z_i$  o valor de interesse na área i;
- $\bar{z}$  o valor médio do atributo na área de interesse;
- $w_{ij}$  os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial.

A fórmula acima estima apenas a correlação para vizinhos de primeira ordem, para estimar a autocorrelação em cada ordem de vizinhança, utilizamos a seguinte fórmula 13.

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}^{(k)} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} . \quad (13)$$

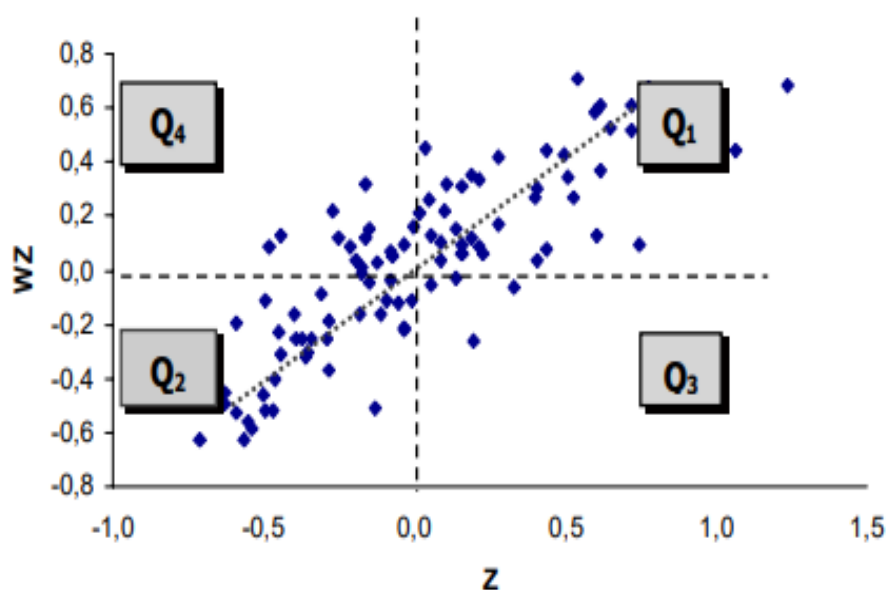
Em que:

- n é o número de áreas;
- $z_i$  o valor de interesse na área i;
- $\bar{z}$  o valor médio do atributo na área de interesse;
- $w_{ij}^{(k)}$  os elementos de determinada ordem da matriz normalizada de proximidade espacial.

A verificação da validade do índice é associada a uma distribuição estatística, geralmente se utiliza a distribuição normal. O pressuposto do Índice de Moran é que exista estacionariedade de primeira e segunda ordem nos dados. Quando o pressuposto não é atendido, os vizinhos terão tendência a possuir valores mais próximos que áreas distantes, pois cada valor é comparado à média global, inflacionando o índice. De maneira parecida, se a variância não se mostra constante, onde houver maior variância o índice tende a ser mais baixo, e vice-versa. Quando o dado é não-estacionário, a função de autocorrelação continua decaindo mesmo após ultrapassar a distância onde há influências locais (DRUCK, CARVALHO, CÂMARA, MONTEIRO, 2004)

O Diagrama de Espalhamento de Moran é uma maneira gráfica de verificar a correlação entre as áreas, o gráfico compara os valores normalizados de cada atributo com a média de seus vizinhos, o resultado é mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Diagrama de Espalhamento de Moran para o índice de exclusão/inclusão social de São Paulo, censo de 1991.



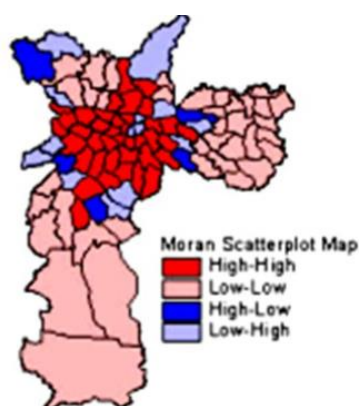
Fonte:

<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf>

As áreas Q1 e Q2 do gráfico indicam que existe associação positiva espacial, ou seja, os dados possuem vizinhos com valores semelhantes, enquanto Q3 e Q4 indicam associação negativa, ou seja, os dados possuem vizinhança com valores distintos.

Outra forma de mostrar o diagrama de espalhamento de Moran é através de um mapa bidimensional, com cada polígono indicando seu quadrante. Um exemplo é mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Mapa de Espalhamento de Moran para o índice de exclusão/inclusão social da cidade de São Paulo, censo 1991.



Fonte:

<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap5-areas.pdf>

O índice de Moran calcula um único valor, a medida de autocorrelação espacial global, em casos em que se deseja obter estimativas específicas para determinados objetos, é necessário utilizar indicadores locais de associação espacial, que são capazes de identificar clusters e outliers. Os indicadores locais  $I_i$  de Moran são definidos como:

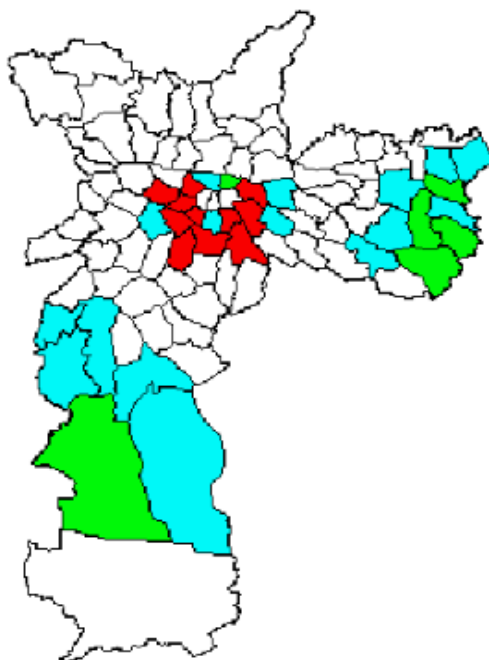
$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}}. \quad (14)$$

Em que  $I_i > 0$ , indica que os clusters possuem valores similares e  $I_i < 0$  indica clusters com valores distintos.

A verificação da significância é associada a distribuição estatística normal, utilizando testes de normalidade.

O mapa Lisa Map mostra as regiões que apresentam correlação local significativa, ele deve ser feito após a validação da significância estatística dos índices  $I_i$  de Moran. O mapa classifica os clusters como não significantes, com confiança de 95%, com confiança de 99% e com confiança de 99.9%. O Lisa Map é mostrado na Figura 9.

*Figura 9 – Lisa Map da distribuição dos valores de correlação local para o percentual de idosos dos bairros de SP.*



Fonte:

[http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser301/SlidesAulas/aula\\_Areas\\_Bixo.ppt](http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser301/SlidesAulas/aula_Areas_Bixo.ppt)

No mapa temos que as áreas em branco são não significativas, as áreas em azul são significativas com 95% de confiança, as áreas em verde são significativas com 99% de confiança e as áreas em vermelho são significativas com 99.9% de confiança.

Na sessão 2.2 será explicado sobre o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e suas técnicas.

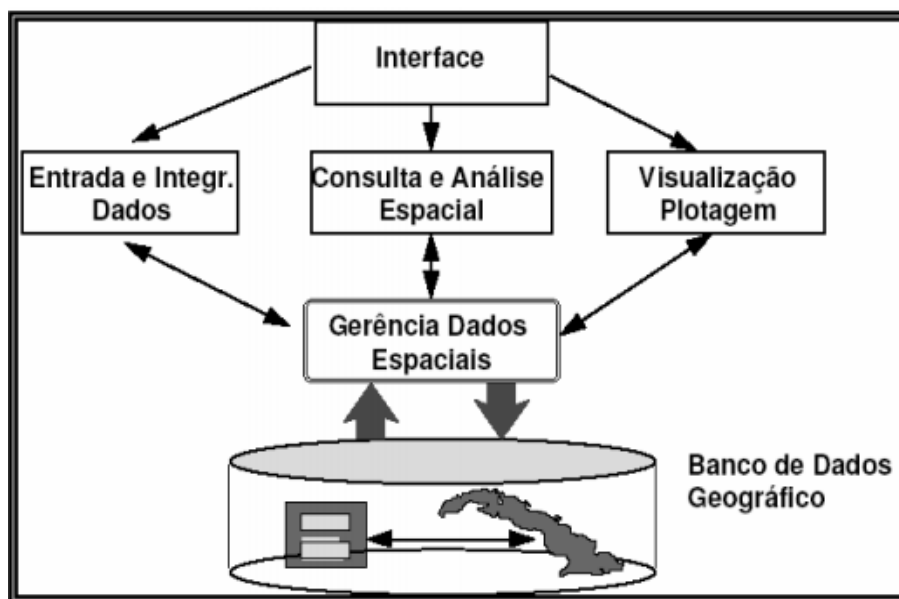
## **2.2 Sistema de Informação Geográfica**

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) diz respeito às técnicas utilizadas com a finalidade de tratar dados e emitir informações espaciais a seu respeito. É amplamente utilizado em dados a respeito do meio ambiente e da saúde, pois torna possível tratar, armazenar, recuperar e analisar os dados de interesse.

Para utilizar um SIG é necessário que os dados sejam georreferenciados, ou seja, possuam dimensão física e espacial, alguns exemplos de dados utilizados no SIG são imagens de satélite, mapas temáticos e dados tabulares (CÂMARA, ORTIZ, 2002).

O Sistema de Informação Geográfica deve possuir um mecanismo de entrada, processamento, visualização e saída de dados espaciais (CÂMARA, ORTIZ, 2002). Na Figura 10, é possível observar a estrutura de um SIG.

Figura 10 Estrutura Interna de um SIG.



Fonte:

<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/analise.pdf>

No mecanismo de entrada e integração dos dados é onde ocorre a digitalização dos dados em forma vetorial e onde ocorre a associação entre os as imagens e os dados. Os procedimentos de limpeza e conversão também são realizados nesta etapa. No mecanismo de visualização e plotagem é possível adaptar o dimensionamento da imagem, em alguns casos, é necessário adotar convenções. O banco de dados geográfico é um repositório de dados existente dentro de um SIG, que armazena e recupera dados geográficos em suas diferentes geometrias, podendo ser imagens, vetores ou grades, e também as informações descritivas, ou seja, não espaciais (CÂMARA,2002).

Os dados serão armazenados e analisados através de softwares que retratam o SIG em uma escala dimensional. Os softwares de maior renome são desenvolvidos e distribuídos pela ESRI, para fins deste trabalho serão utilizados o ARCVIEW e o ARCGIS.

### 3 Desenvolvimento

#### 3.1 Análise Exploratória

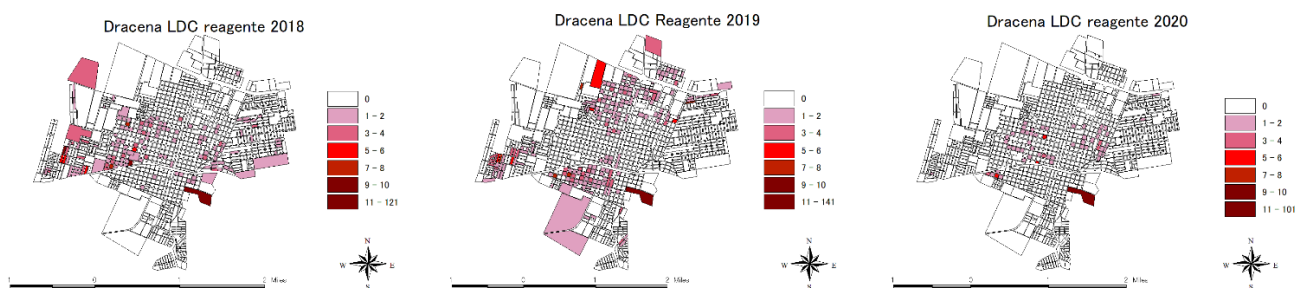
Os dados a respeito da leishmaniose visceral em cães nos quatro municípios prioritários foram disponibilizados pela SUCEN, possuem a divisão em quadras dos municípios e o número de cães testados para leishmaniose visceral, sendo o resultado reagente ou não reagente, nos anos de 2018, 2019 e 2020. Estes resultados foram



obtidos através da testagem de animais, o teste é realizado a partir de uma amostra do linfonodo ou medula óssea, caso o cão apresente resultado positivo para leishmaniose, ele entra no grupo reagente.

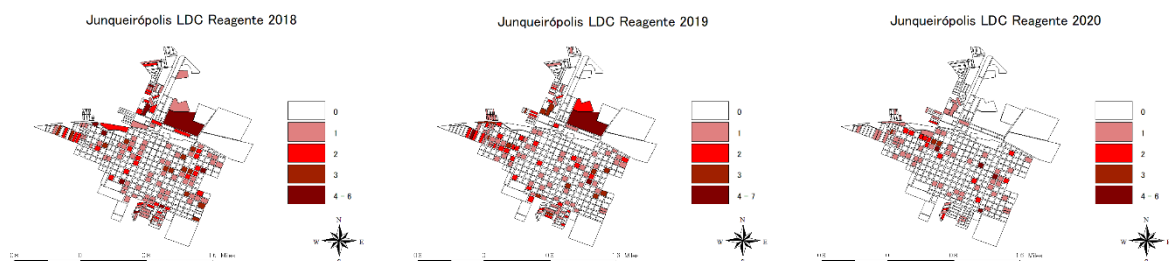
No software, foi feita a análise espacial de área com o número de casos por quadra, para a visualização foi utilizada a técnica de *graduated color* e os intervalos foram definidos de acordo com o número de casos. Foram gerados mapas das quadras que apresentaram casos de leishmaniose reagentes. Os resultados são apresentados nas Figuras 11 a 22.

Figura 11 – Casos reagentes de leishmaniose visceral em cães na cidade de Dracena em 2018, 2019 e 2020.



No ano de 2018, na cidade de Dracena verifica-se que os casos reagentes de leishmaniose visceral estão localizados no centro, região Leste e Oeste da cidade. Já em 2019, os casos estão espalhados pela cidade, mas concentram-se na região norte e sul. Em 2020, o número de quadras com casos reagentes de leishmaniose diminuiu em comparação aos demais anos, isto pode ter acontecido devido a pandemia, em que menos testes foram realizados.

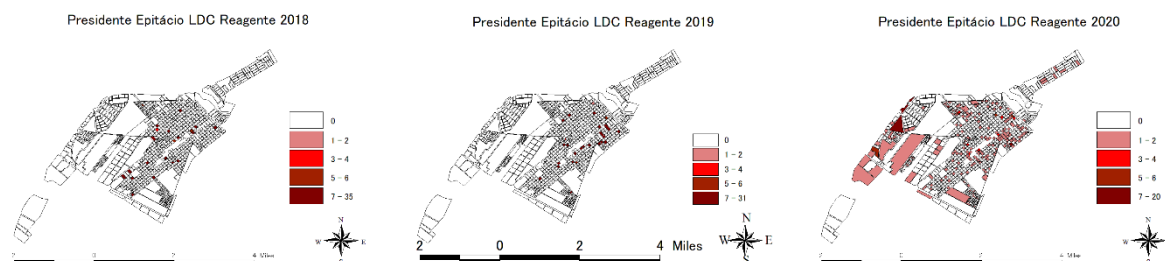
Figura 12 – Casos reagentes de leishmaniose visceral em cães na cidade de Junqueirópolis em 2018, 2019 e 2020.



Na cidade de Junqueirópolis em 2018, verifica-se que o número máximo de casos reagentes por quadra é de 6 e os casos estão dispersos por toda a área do município. No ano de 2019, as quadras da região norte apresentam maior concentração de casos, apesar de existirem ocorrências por toda cidade. Já em 2020,

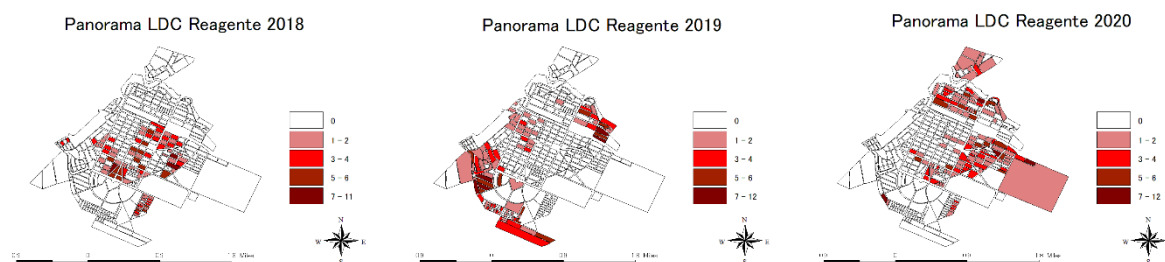
ocorreu a diminuição das quadras com casos reagentes, sendo a região oeste a responsável pela maior concentração de casos reagentes.

*Figura 13 – Casos reagentes de leishmaniose visceral em cães na cidade de Presidente Epitácio em 2018, 2019 e 2020.*



Em Presidente Epitácio, verifica-se que poucas quadras na região central da cidade apresentaram casos reagentes, mas com um número grande de casos em cada. Em 2019, verifica-se que a distribuição foi semelhante à de 2018, poucas quadras apresentaram casos reagentes, mas estas que apresentaram possuem grande volume. No ano de 2020 o número de quadras com casos aumentou, sendo as com mais volume de casos presentes na região noroeste da cidade. Neste município ocorreu a tendência contrária dos demais, aumentando o número de quadras testadas durante a pandemia.

*Figura 14 – Casos reagentes de leishmaniose visceral em cães na cidade de Panorama em 2018, 2019 e 2020.*



Em 2018, a cidade de Panorama apresentou casos reagentes nas quadras centrais da cidade, onde o máximo de casos reagentes por quadra foi 11. Em 2019, as quadras onde foram detectados o maior número de casos reagentes estão localizadas na região sudoeste no município. No ano de 2020, as quadras da região sudeste apresentaram o maior número de casos, seguida pela região norte.

### 3.2 Índice de Moran para casos caninos

O cálculo do índice de Moran foi realizado no ArcGis (ESRI,2009), a saída do software apresenta o índice de Moran, seu p-valor e indica se os dados são clusterizados, apresentados na Figura 15 apresenta a saída do software para a cidade

de Junqueirópolis no ano de 2018, as demais saídas são apresentadas nas Tabelas 2, 3, 4 e 5:

Figura 15– Saída do software para a cidade de Junqueirópolis no ano de 2018.

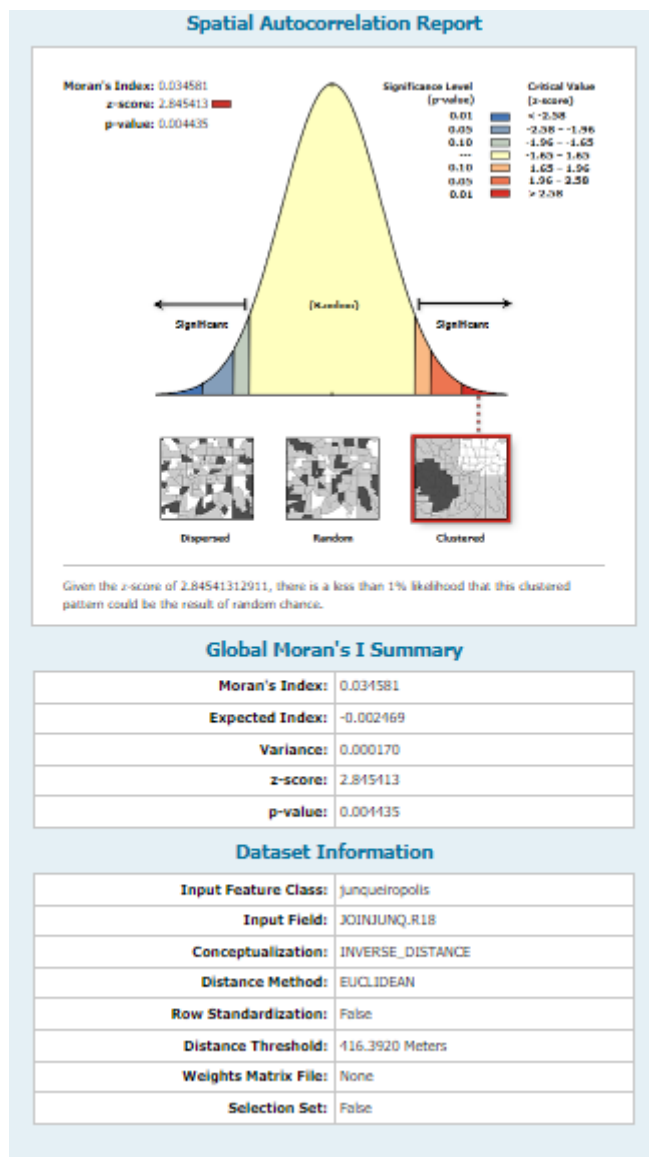


Tabela 2 – Estatísticas para a cidade de Junqueirópolis

| Ano  | Index de Moran | Z-Score  | P-Valor  | Situação     |
|------|----------------|----------|----------|--------------|
| 2018 | 0.034581       | 2.845413 | 0.004435 | Clusterizado |
| 2019 | 0.071930       | 5.727439 | 0        | Clusterizado |
| 2020 | 0.073774       | 5.938490 | 0        | Clusterizado |

É possível verificar que nos três anos analisados, os casos reagentes de leishmaniose visceral em cães na cidade de Junqueirópolis estão altamente relacionados com as áreas onde cada caso ocorre.

Tabela 3 – Estatísticas para a cidade de Dracena

| <b>Ano</b>  | <b>Index de Moran</b> | <b>Z-Score</b> | <b>P-Valor</b> | <b>Situação</b> |
|-------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|
| <b>2018</b> | 0.006948              | 3.489772       | 0.000483       | Clusterizado    |
| <b>2019</b> | 0.008032              | 4.101298       | 0.000041       | Clusterizado    |
| <b>2020</b> | 0.002343              | 2.133404       | 0.032892       | Clusterizado    |

Verifica-se que em 2018, 2019 e 2020 na cidade de Dracena, as áreas estão altamente relacionadas a quantidade de casos reagentes.

Tabela 4 – Estatísticas para a cidade de Presidente Epitácio

| <b>Ano</b>  | <b>Index de Moran</b> | <b>Z-Score</b> | <b>P-Valor</b> | <b>Situação</b> |
|-------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|
| <b>2018</b> | -0.003921             | -0.495197      | 0.620461       | Aleatório       |
| <b>2019</b> | 0.024933              | 4.333302       | 0.000015       | Clusterizado    |
| <b>2020</b> | 0.020642              | 3.771250       | 0.000162       | Clusterizado    |

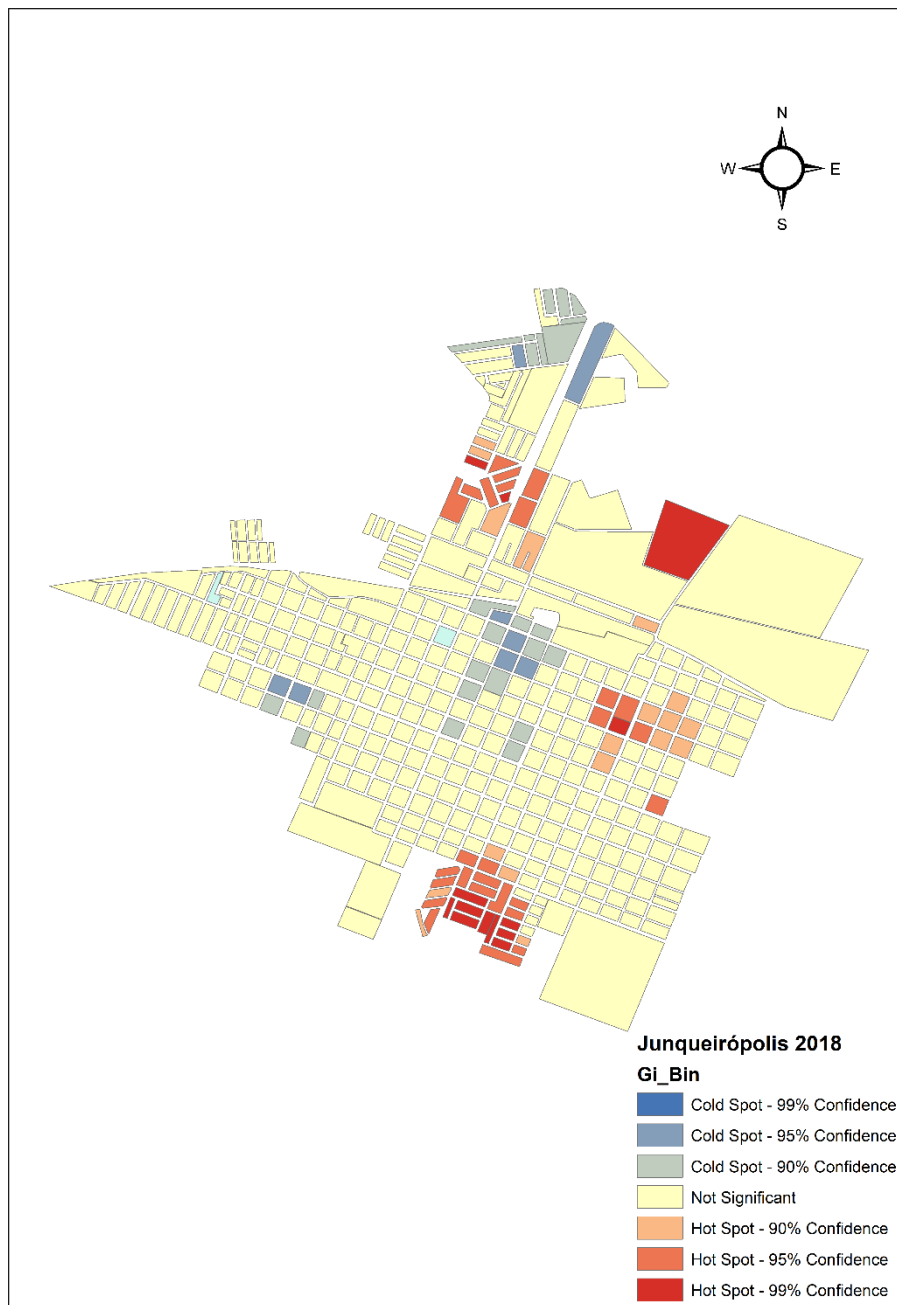
Na cidade de Presidente Epitácio, no ano de 2018 nota-se que os casos de leishmaniose visceral em cães foram distribuídos de maneira aleatória pelo município, já nos anos de 2019 e 2020, houve a clusterização dos casos.

Tabela 5 – Estatísticas para a cidade de Panorama

| <b>Ano</b>  | <b>Index de Moran</b> | <b>Z-Score</b> | <b>P-Valor</b> | <b>Situação</b> |
|-------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|
| <b>2018</b> | 0.215959              | 15.544574      | 0              | Clusterizado    |
| <b>2019</b> | 0.256758              | 18.542304      | 0              | Clusterizado    |
| <b>2020</b> | 0.194291              | 13.990577      | 0              | Clusterizado    |

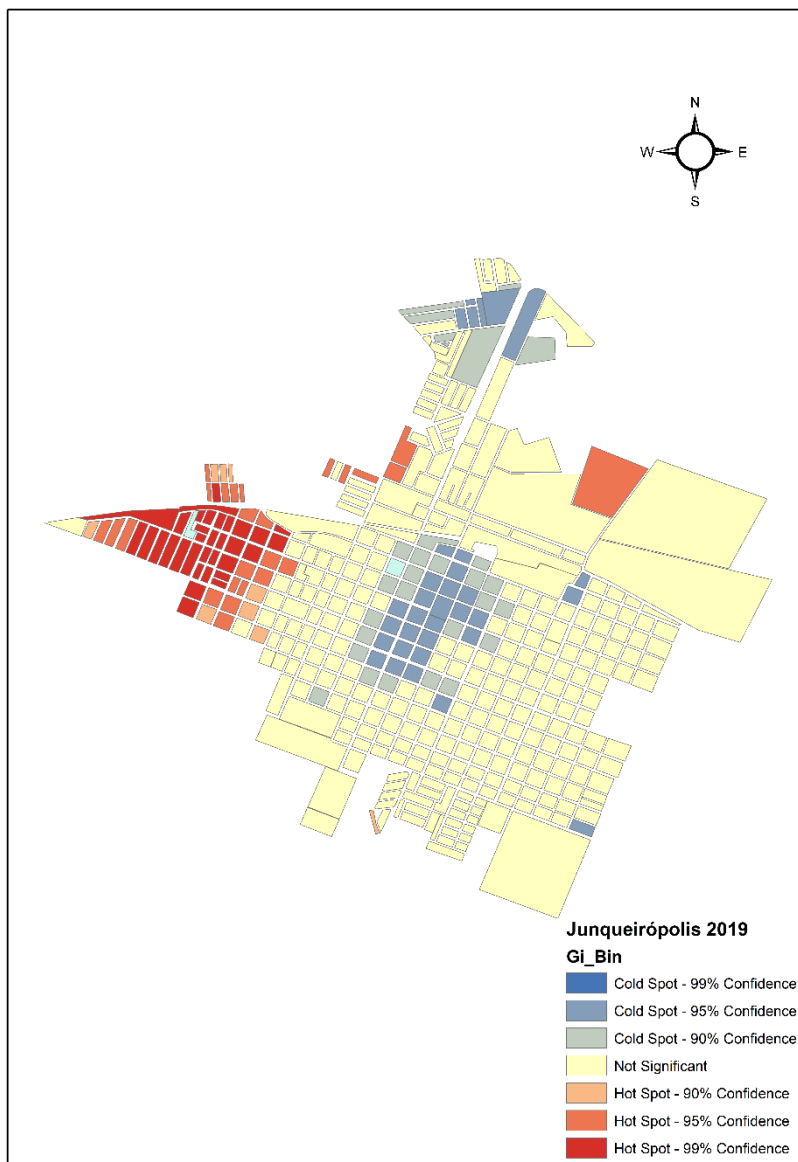
Também foi feito o diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional, que é mostrado nas Figuras 16 a 27.

Figura 16– Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Junqueirópolis em 2018, para casos caninos:



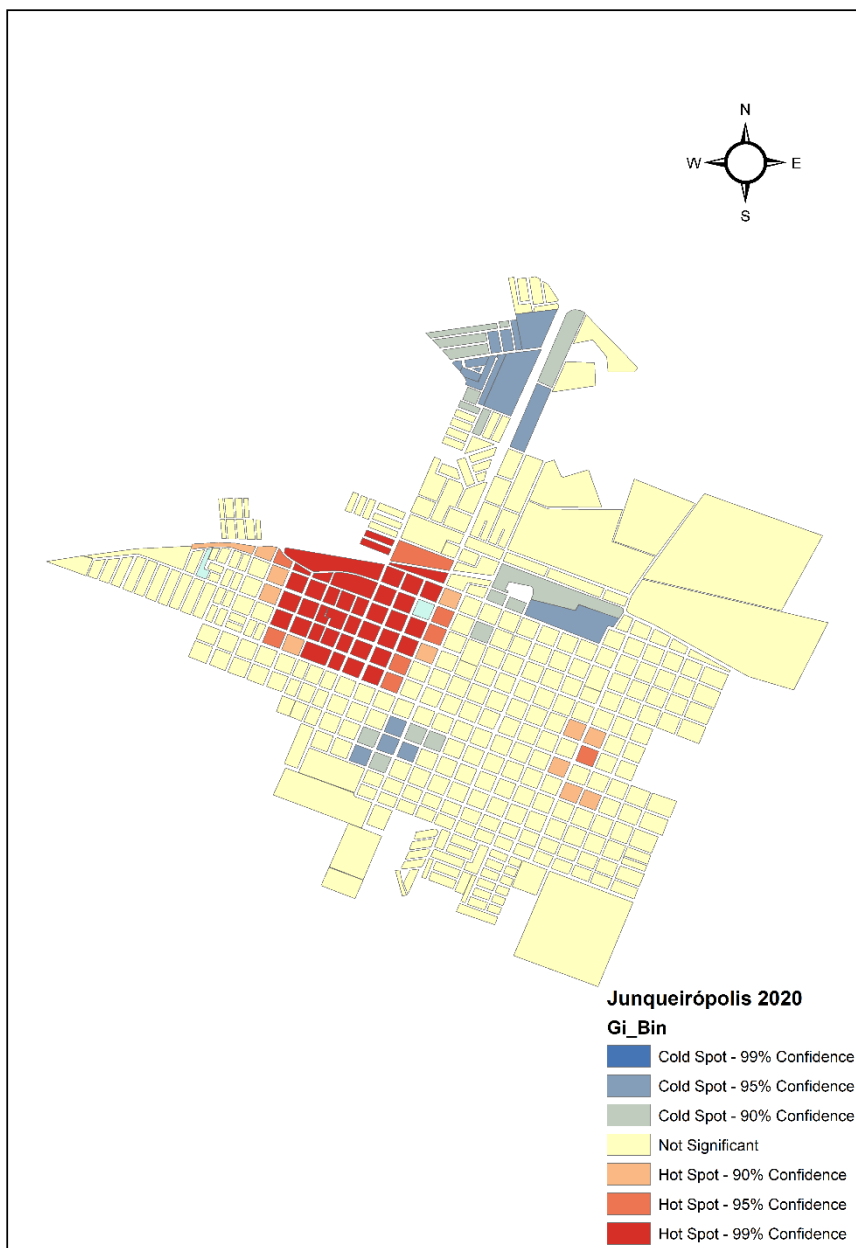
No ano de 2018, é possível verificar as áreas que apresentam alta relação entre as quadras e a quantidade de casos reagentes de leishmaniose. Observa-se a ocorrência de ilhas de alta concentração em vermelho e ilhas de baixa concentração em azul espalhadas de maneira dispersa pelo município, o que indica que existe relação entre a quadra e o número de casos de leishmaniose canina.

Figura 17– Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Junqueirópolis em 2019, para casos caninos:



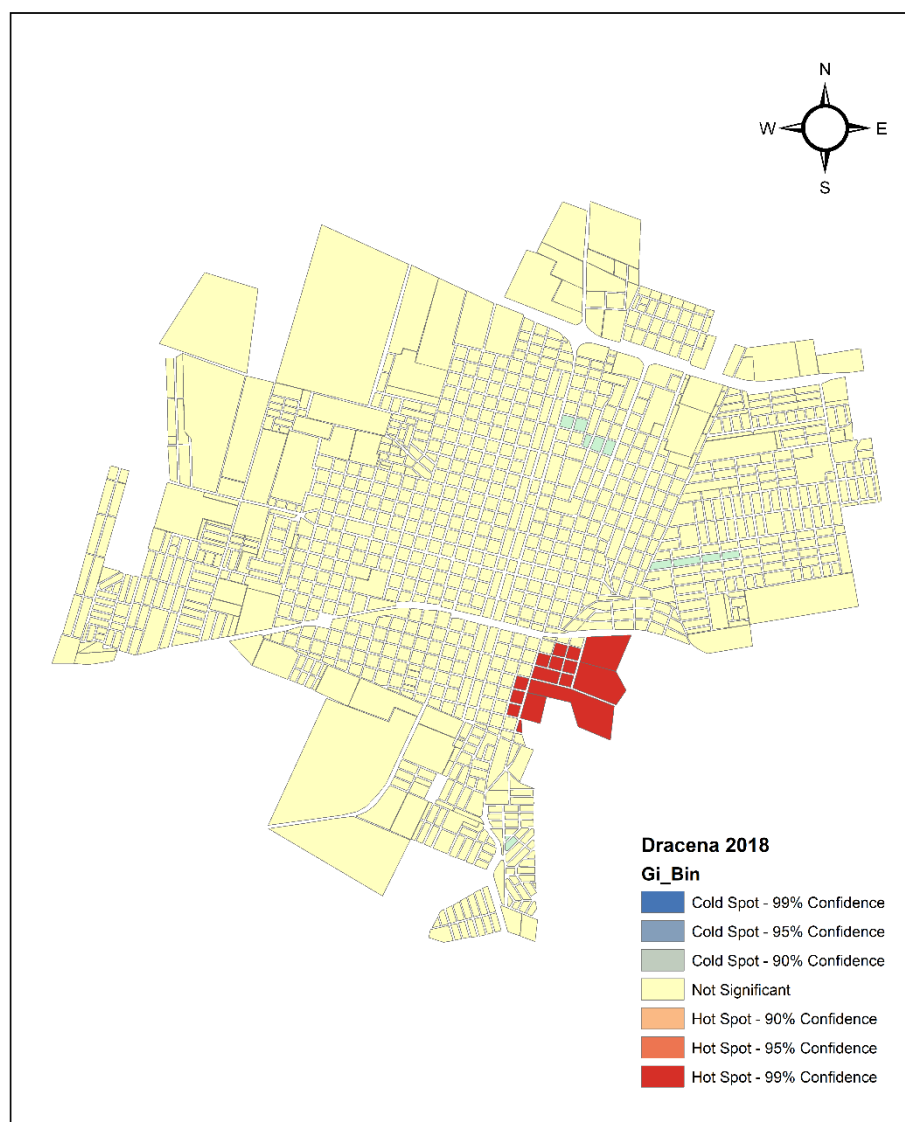
No ano de 2019, verifica-se que as áreas de baixa concentração com valores baixos estão localizadas no mesmo ponto que 2018, com relação às ilhas de alta concentração de valores altos tivemos a mais significativa na região noroeste da cidade.

Figura 18– Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Junqueirópolis em 2020, para casos caninos:



Em 2020 foi encontrada uma ilha de alta concentração de valores altos na área central da cidade, enquanto na região norte é possível verificar um ponto de baixa concentração de valores baixos.

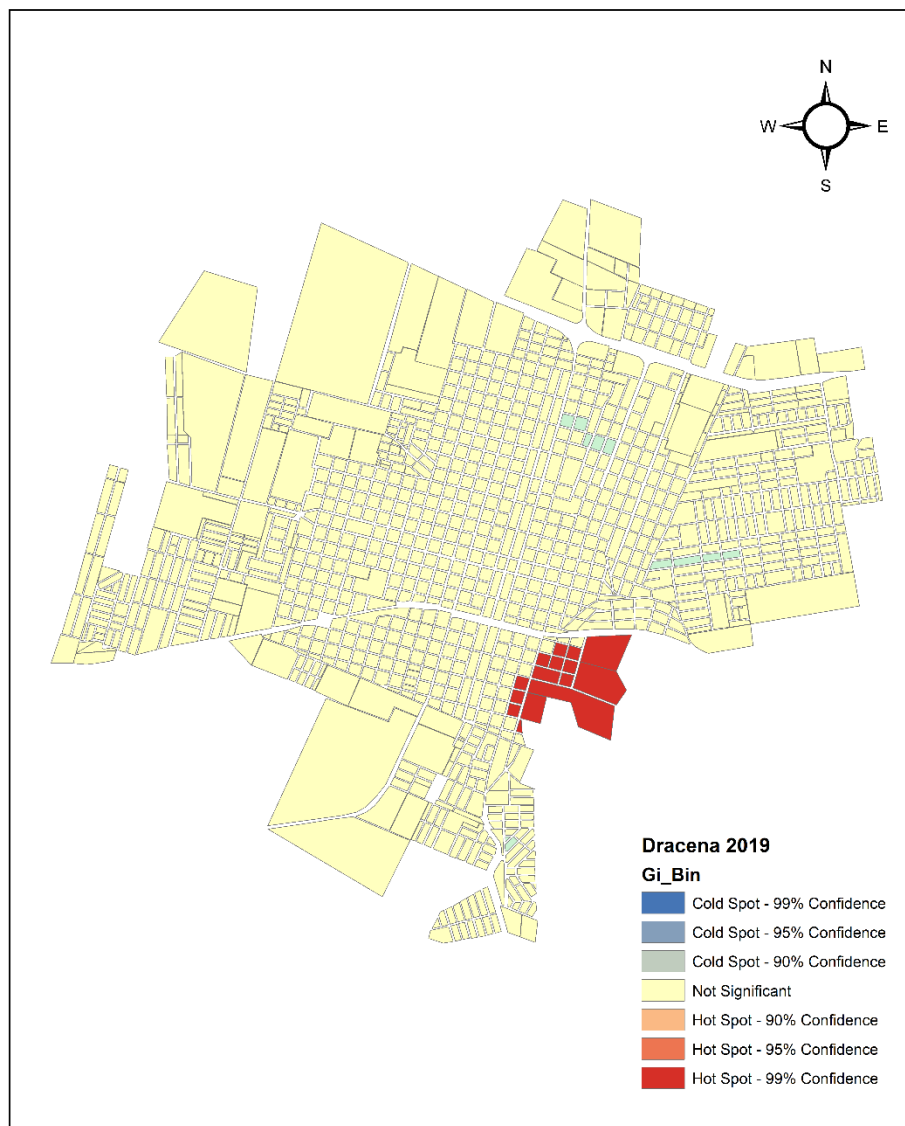
Figura 19– Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Dracena em 2018, para casos caninos:



Na cidade de Dracena foi localizada uma ilha de alta concentração de valores altos com 99% de confiança, isso ocorre porque na cidade quando é detectada a leishmaniose em cães de rua é anexado o endereço do Centro de Controle de Zoonoses da cidade, portanto o resultado não é tão conclusivo, também verifica-se dois pontos de baixa concentração de valores baixos, com nível de confiança de 95%.

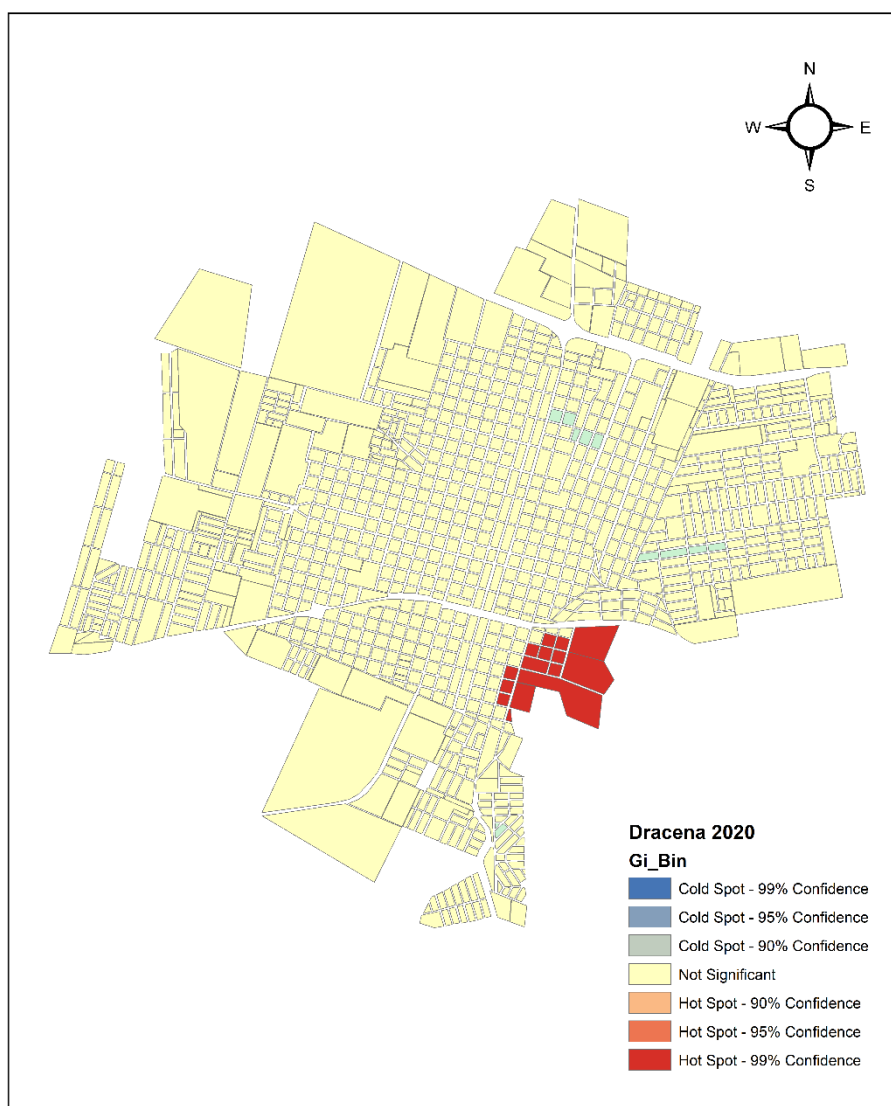


Figura 20–Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Dracena em 2019, para casos caninos:



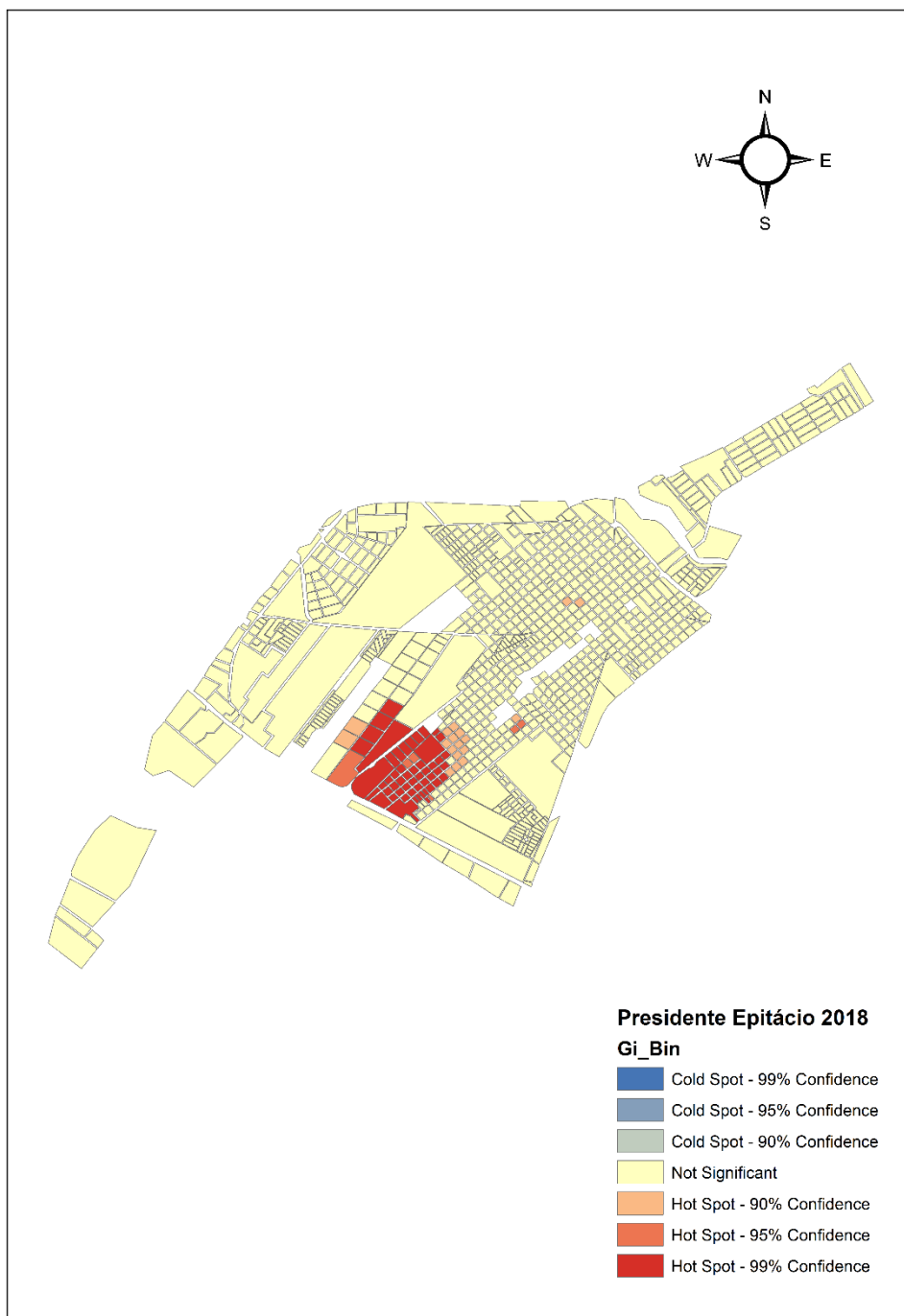
No ano de 2019, verifica-se a mesma ocorrência do ano de 2018.

Figura 21– Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Dracena em 2020, para casos caninos:



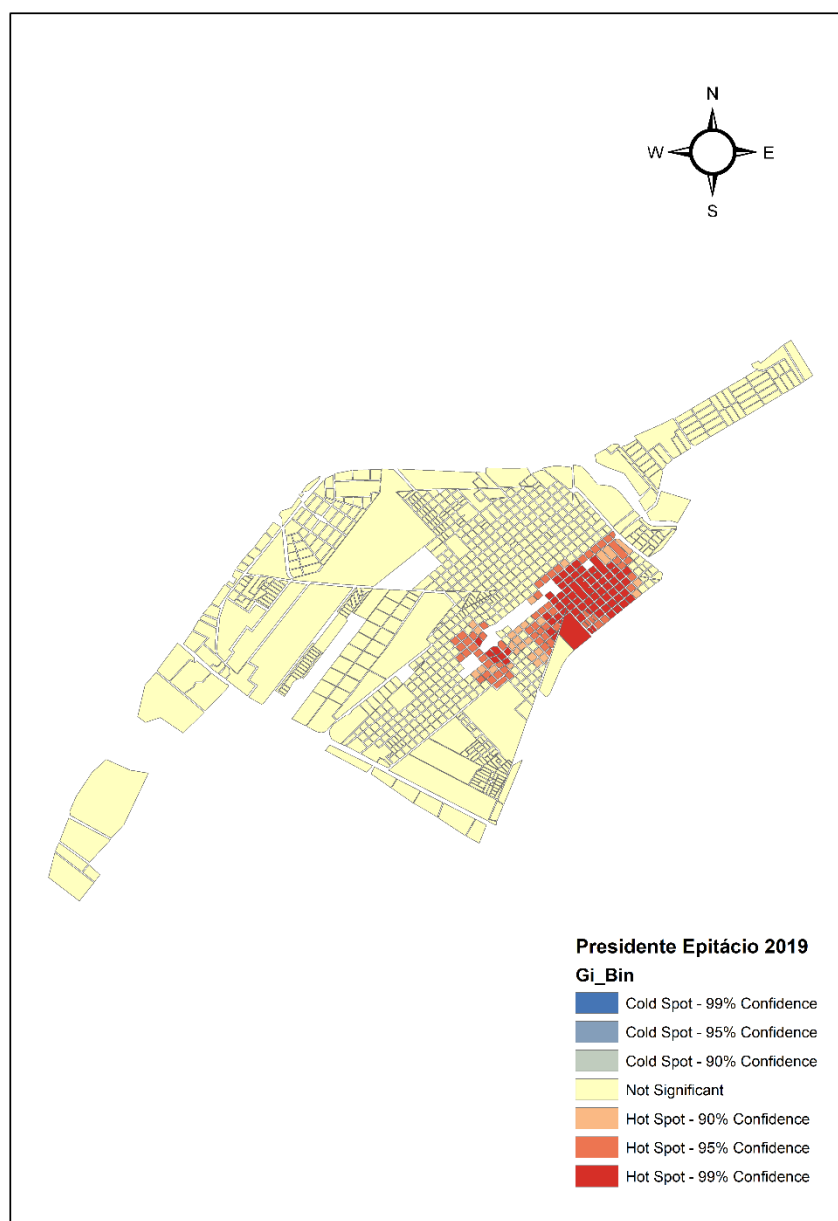
Em 2020 o mapa é muito semelhante a 2018 e 2019, apresentando algumas ilhas de baixa concentração espalhadas pelo município.

Figura 22– Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Presidente Epitácio em 2018, para casos caninos:



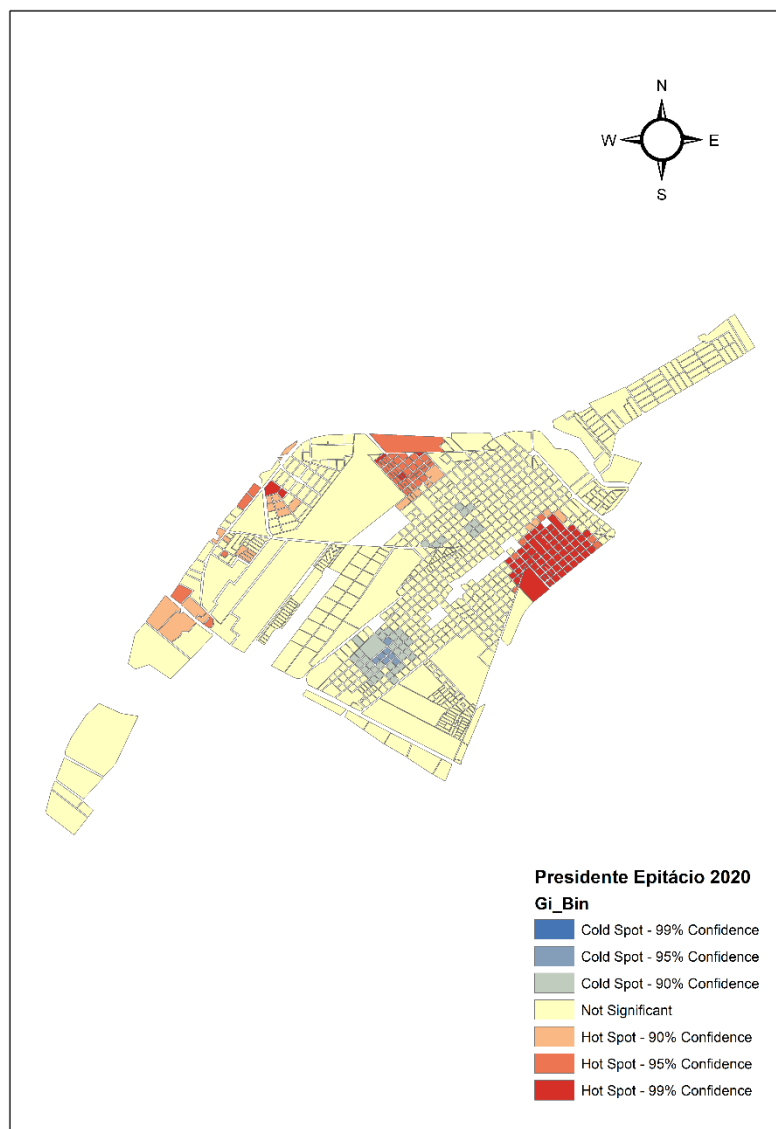
Na cidade de Presidente Epitácio no ano de 2018, verifica-se uma grande ilha de alta concentração de valores altos na região sudoeste da cidade, indicando que algo nesta área está influenciando no número de casos de leishmaniose visceral em cães.

Figura 23– Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Presidente Epitácio em 2019, para casos caninos:



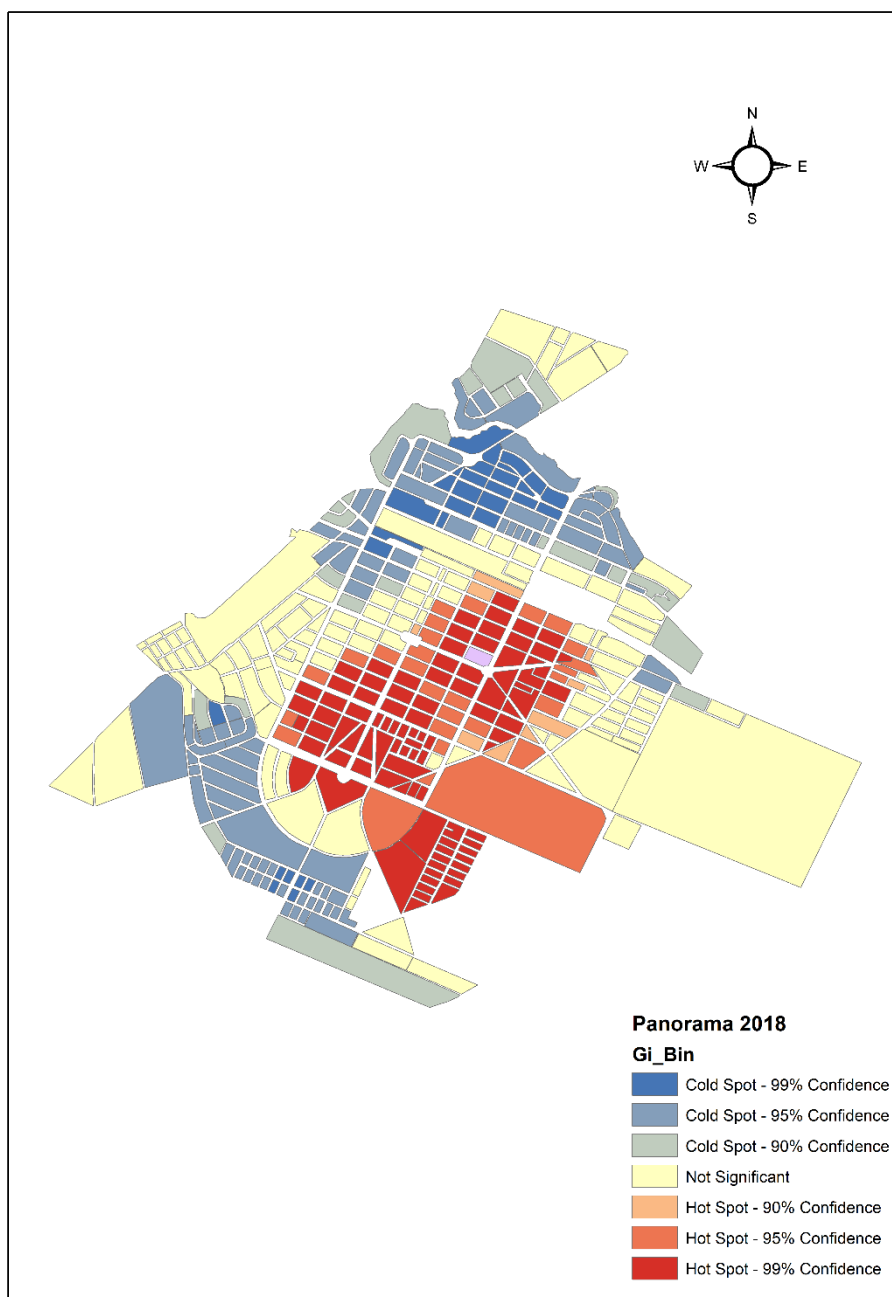
Em 2019 verifica-se a mudança da ilha de alta concentração de valores baixos, estando agora na região noroeste do município, não foram encontradas ilhas de baixa concentração de valores baixos.

Figura 24–Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Presidente Epitácio em 2020, para casos caninos:



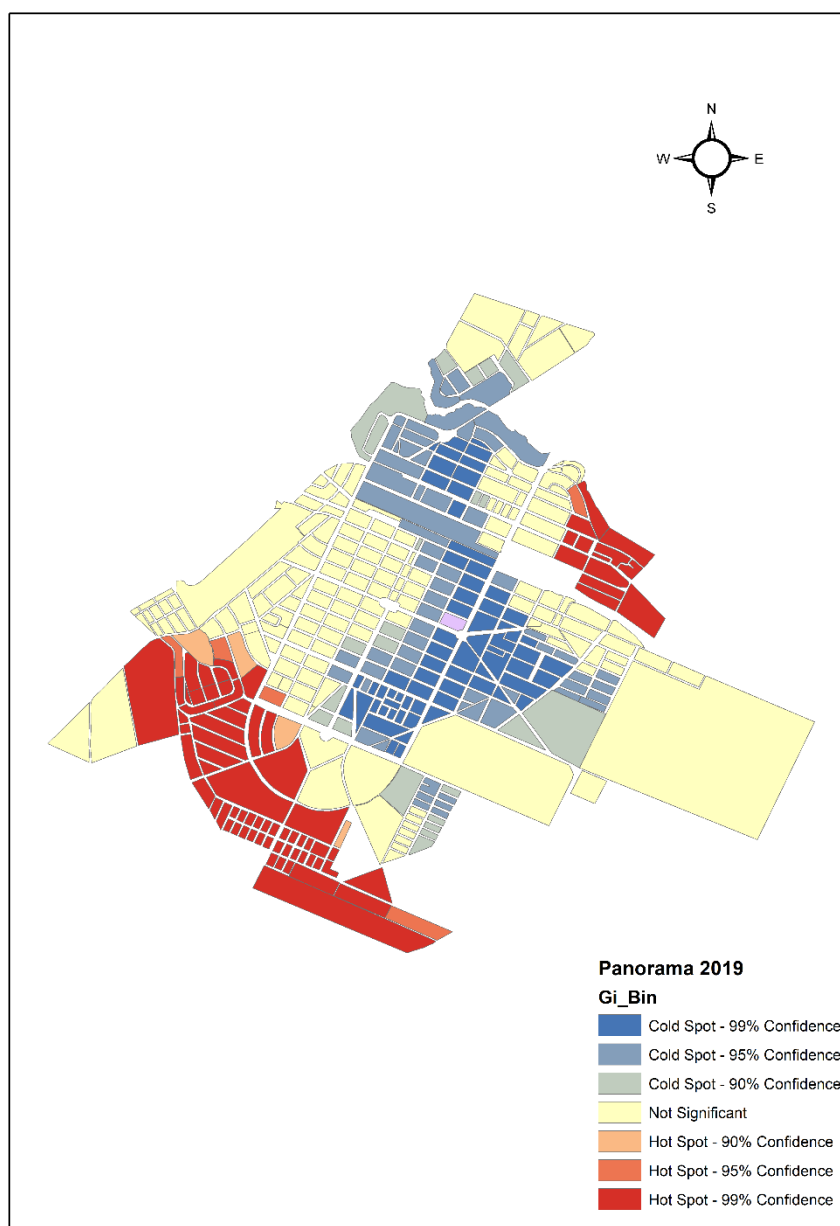
No ano de 2020, verificamos que as ilhas estão espalhadas pela cidade, sendo a principal ilha de alta concentração de valores altos na região noroeste e nordeste do município e a ilha de baixa concentração de valores baixos está localizada na região sul do município.

Figura 25– Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Panorama em 2018, para casos caninos:



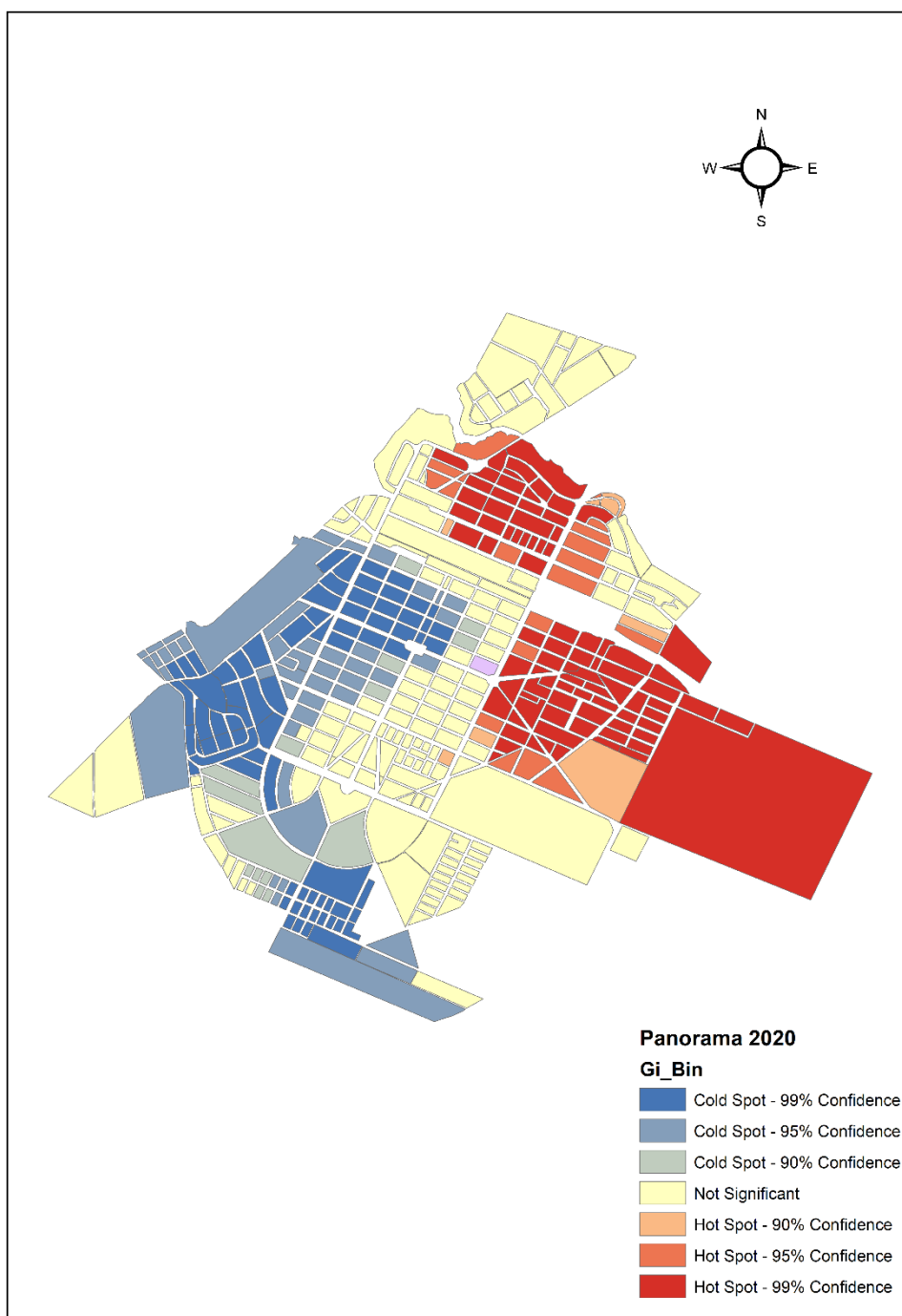
Na cidade de Panorama no ano de 2018, nota-se uma grande ilha de alta concentração de valores altos no centro da cidade, enquanto as áreas periféricas apresentam ilhas de baixa concentração de valores baixos, o que indica que existe relação entre os bairros e o número de casos de leishmaniose visceral em cães.

Figura 26–Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Panorama em 2019, para casos caninos:



No ano de 2019 vemos a situação se inverter, o centro apresenta uma grande ilha de baixa concentração de valores baixos, enquanto os arredores da cidade apresentam ilhas de alta concentração de valores altos, isso pode ter vindo a ocorrer devido a possíveis campanhas de conscientização serem focadas na área central.

Figura 27– Diagrama de espalhamento de Moran através do gráfico bidimensional para a cidade de Panorama em 2020, para casos caninos:



O ano de 2020 apresentou uma nova situação, com uma grande ilha de baixa concentração de valores baixos na área oeste do município e duas ilhas de alta concentração de valores altos na região leste e norte.

### 3.3 Estudo para Casos Humanos

Para a análise dos casos de leishmaniose em humanos serão utilizados dados coletados entre 2018 e 2020 de maneira conjunta. A base disponibilizada apresenta



as variáveis nome, logradouro, número, quadra e cidade, para esta análise serão utilizadas as variáveis logradouro, número e cidade, serão acrescentados estado e país.

Na geocodificação dos endereços as variáveis escolhidas serão concatenadas, de forma que em uma única célula tenhamos a informação do logradouro, número, cidade, estado e país de cada caso. Quanto a concatenação, serão utilizados o Google Planilhas e o script fornecido pelo cientista de dados William Geary, especialista em análise espacial e graduado pela Columbia University em Nova York, que gera a latitude e longitude dos endereços.

Após a obtenção da latitude e longitude, se mostrou necessária a conversão dos dados para escala UTM, Universal Transversal de Mercator, para a obtenção de coordenadas cartesianas bidimensionais. Na Tabela 6 são mostrados os casos da doença em seres humanos por ano em cada município.

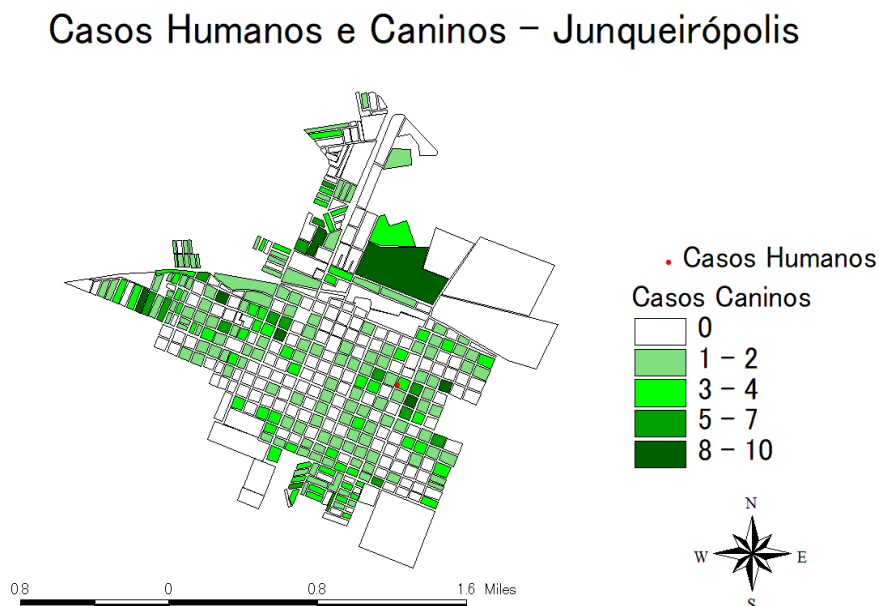
Tabela 6 – Tabela de frequência para casos humanos

| <b>Ano</b>  | <b>Junqueirópolis</b> | <b>Dracena</b> | <b>Presidente Epitácio</b> | <b>Panorama</b> |
|-------------|-----------------------|----------------|----------------------------|-----------------|
| <b>2018</b> | 1                     | 2              | 14                         | 2               |
| <b>2019</b> | 0                     | 4              | 8                          | 1               |
| <b>2020</b> | 1                     | 3              | 9                          | 3               |

A partir da tabela, nota-se que o município de Presidente Epitácio é o que mais apresenta casos em todos os anos, mas se destaca o ano de 2018, com 14 notificações.

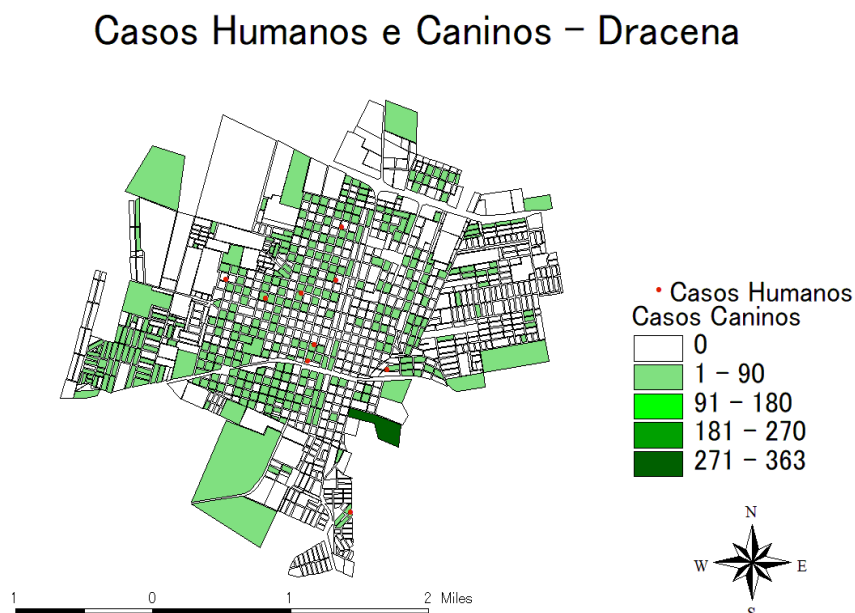
Nas Figuras 28 a 31 são mostrados os casos de leishmaniose visceral canina e humana sobrepostos, em que os pontos se referem a casos humanos e as quadras a casos caninos.

Figura 28–Mapa de casos de leishmaniose visceral canina e humana em Junqueirópolis:



Na cidade de Junqueirópolis ocorreram dois casos de leishmaniose em humanos entre 2018 a 2020, ambas ocorreram no mesmo endereço, então conclui-se que não existe relação entre a localização de casos caninos e humanos.

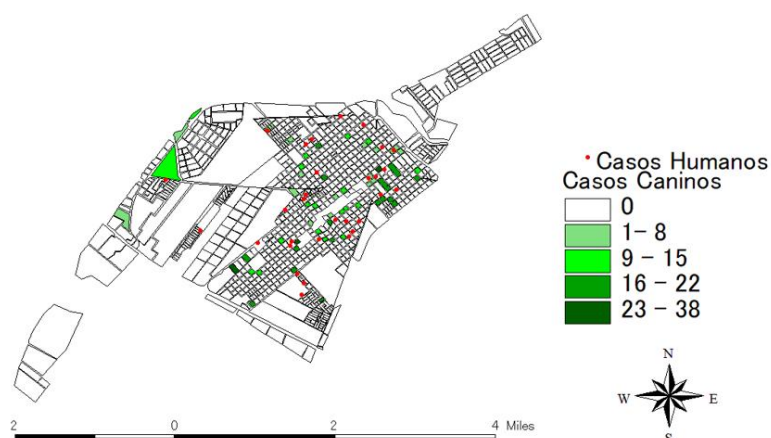
Figura 29– Mapa de casos de leishmaniose visceral canina e humana em Dracena:



Em Dracena entre os anos de 2018 a 2020 ocorreram 9 casos de leishmaniose visceral em humanos, pelo mapa é possível observar que os casos humanos estão localizados em quadras que possuem alta concentração de casos caninos.

Figura 30– Mapa de casos de leishmaniose visceral canina e humana em Presidente Epitácio:

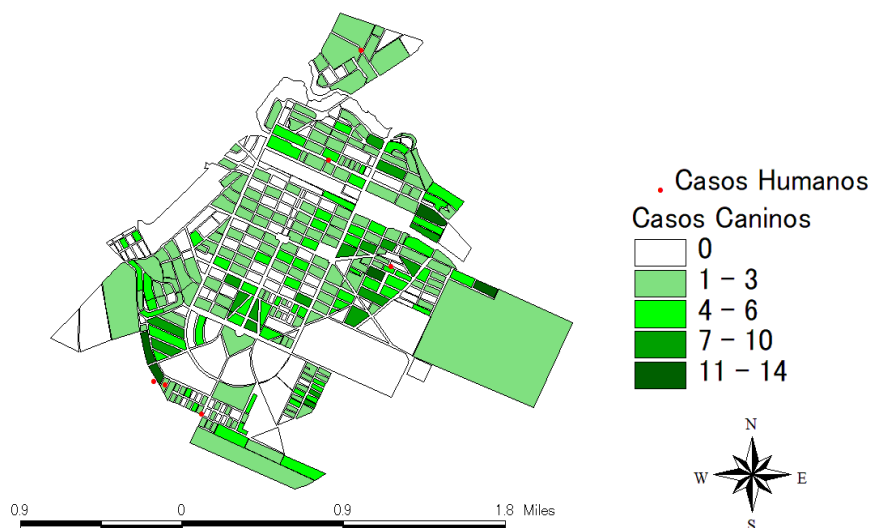
### Casos Humanos e Caninos – Presidente Epitácio



Em Presidente Epitácio entre os anos de 2018 a 2020 ocorreram 31 casos de leishmaniose visceral em humanos, é possível verificar que a maioria dos pontos se localiza próximo a quadras que possuem concentração de casos de leishmaniose canina.

Figura 31–Mapa de casos de leishmaniose visceral canina e humana em Panorama:

### Casos Humanos e Caninos – Panorama



Entre os anos de 2018 e 2020 ocorreram 6 casos de leishmaniose visceral em humanos na cidade de Panorama, verifica-se que eles estão localizados em quadras que possuem alta concentração de casos caninos.

## 4 Conclusões

Com este trabalho foi possível localizar quais áreas dos municípios prioritários apresentam maior concentração de casos reagentes de leishmaniose visceral em cães e em humanos entre os anos de 2018, 2019 e 2020.

Concluiu-se que nos municípios de Dracena, Panorama e Junqueirópolis houve relação entre os casos de leishmaniose canina e a área em que foi identificado nos três anos estudados, já a cidade de Presidente Epitácio teve distribuição aleatória de casos no ano de 2018, mas apresentou clusterização no restante dos anos.

De maneira geral, houve a clusterização dos casos de leishmaniose visceral e, portanto, as quadras que apresentaram número elevado de casos caninos devem ser investigadas e é necessário que sejam feitas testagens nas áreas vizinhas para que seja evitada a proliferação da doença nos cães e conseqüentemente em seres humanos.

Com relação a doença em humanos a cidade de Junqueirópolis apresentou apenas dois casos no período analisado, mas os dois estavam no mesmo endereço e portanto, deve existir um foco da doença nesta região, no restante dos municípios verificou-se que os casos humanos foram detectados próximos a quadras onde haviam muitas infecções caninas, podendo os cães terem sido os portadores da doença.

Houveram algumas dificuldades para a interpretação de alguns municípios, pois a forma que os endereços são informados não é padrão e tiveram que ser feitas algumas adaptações. Para as próximas pesquisas é interessante a aplicação da técnica de Séries Temporais aplicada a geolocalização dos casos, para verificar se existe tendência temporal na localização dos casos de leishmaniose visceral.

Esta pesquisa realizada possuiu caráter informativo, em que foi possível sanar algumas hipóteses sobre a distribuição espacial dos casos de leishmaniose visceral em cães e humanos. A partir destes resultados, o Instituto Adolfo Lutz irá trabalhar com campanhas de alerta e informação sobre as áreas onde os casos reagentes são mais frequentes.

## Referências

BAILEY, T. C., GATRELL, A. C. **Interactive Spatial Data Analysis**. London: Longman, 1995. 413p.

BERTOLA, J. **Técnicas de análise de dados distribuídos em áreas**. 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado em Biometria) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/126401/000839869.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jul. de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral**. 1 ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Introdução à Estatística Espacial para Saúde Pública**. 1 ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de Ação para Intensificação da Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2017.

CÂMARA, G., ORTIZ, M. **Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral**. Brasília: INPE, 2002. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/analise.pdf>. Acesso em: 23 jul. de 2021.

CARDIM, M.F.M., GUIRADO, M.M., DIBO, M.R., CHIARAVALLOTTI NETO, F. Leishmaniose visceral no estado de São Paulo, Brasil: análise espacial e espaço-temporal. **Revista de Saúde Pública**, v.50, p. 1-11, 2016.

DRUCK, S., CARVALHO, M.S., CÂMARA, G. MONTEIRO, A.V.M. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

ESRI. **ArcGIS**. Versão 10.3. Redlands, Califórnia, 2009. Disponível em: <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html/>. Acesso em: 27 fev. de 2021.

HIRAMOTO, R.M. et al. Classificação epidemiológica dos municípios do Estado de São Paulo segundo o Programa de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral. **Boletim Epidemiológico Paulista**, v.16, n.138, p.11-35, 2019.

LAWSON, A.B. **Statistical Methods in Spatial Epidemiology**. Sussex: John Wiley & Sons, 2006.

MENDES, G. F., **A relação entre a hidrogeologia e os lineamentos estruturais do Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina, com o uso de geotecnologias**. 2016. 87 f. Relatório de Estágio (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, 2016.

PAIVA, C., **Dependência Espacial: Setores censitários, Zonas OD, Distritos, Subprefeituras, etc**. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/espacial.pdf>. Acesso em: 05 jul. de 2021.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado de Saúde. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral americana do estado de São Paulo**. São Paulo, 2006.

SANTOS, B. **Análise da distribuição da criminalidade no distrito federal utilizando estatística espacial**. 2013. Dissertação (Estágio Supervisionado de Graduação em Estatística), Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/6561/1/2013\\_BrunoMagalhaesDosSantos.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/6561/1/2013_BrunoMagalhaesDosSantos.pdf). Acesso em: 29 jun. de 2021.