



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

ANA JÚLIA MARDEGAN

**ANÁLISE ESPACIAL DOS CASOS DE LEISHMANIOSE VISCERAL NA REGIÃO  
DE PRESIDENTE PRUDENTE NO PERÍODO DE 2018 A 2023**

Revisado pelo Orientador

Assinatura do Orientador

Data \_\_\_\_/ \_\_\_\_/ 2024

PRESIDENTE PRUDENTE – SP

2024

ANA JÚLIA MARDEGAN

**ANÁLISE ESPACIAL DOS CASOS DE LEISHMANIOSE VISCERAL NA REGIÃO  
DE PRESIDENTE PRUDENTE NO PERÍODO DE 2018 A 2023**

Relatório Final para Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Estatística da FCT/Unesp para aproveitamento na disciplina TCC 2.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Edilson Ferreira Flores

PRESIDENTE PRUDENTE

2024

M322a Mardegan, Ana Júlia  
Análise espacial dos casos de leishmaniose visceral na região de  
Presidente Prudente no período de 2018 a 2023 / Ana Júlia Mardegan.  
-- Presidente Prudente, 2025  
69 f. : mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Estatística) -  
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e  
Tecnologia, Presidente Prudente  
Orientador: Edilson Ferreira Flores

1. Estatística. 2. Leishmaniose visceral. 3. Georreferenciamento. I.  
Título.

## TERMO DE APROVAÇÃO

ANA JÚLIA MARDEGAN

### ANÁLISE ESPACIAL DOS CASOS DE LEISHMANIOSE VISCERAL NA REGIÃO DE PRESIDENTE PRUDENTE NO PERÍODO DE 2018 A 2023

Relatório 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:

Edilson  
Ferreira Flores

Assinado de forma digital por  
Edilson Ferreira Flores  
Dados: 2024.12.17 09:53:42  
-03'00'

---

**Prof. Dr. Edilson Ferreira Flores**

**Departamento de Estatística**



Documento assinado digitalmente

**GUILHERME APARECIDO SANTOS AGUILAR**

Data: 17/12/2024 09:24:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Guilherme Aparecido Santos Aguilar**

**Departamento de Estatística**

## RESUMO

Este trabalho visa analisar a ocorrência e evolução de casos de leishmaniose visceral humana e canina entre 2018 e 2023 nos municípios prioritários para vigilância e controle da doença na região de saúde do Departamento Regional de Saúde 11 de Presidente Prudente. Inicialmente focado em Panorama, Dracena e Junqueirópolis, o estudo agora também inclui os municípios de Presidente Prudente, Teodoro Sampaio e Nova Guataporanga, mantendo todos na análise. Utilizando técnicas como kernel, LISA, Estimador do Vizinho Mais Próximo, a pesquisa localizará focos recorrentes e estratificará áreas de risco epidemiológico com o Índice de Moran. Alinhado à ODS 3 da Agenda 2030, o projeto contribuirá para a redução de casos e a promoção da saúde e bem-estar. Dados fornecidos pelo Serviço de Zoonose e Vigilância Epidemiológica serão analisados com ArcGIS e técnicas de estatística espacial para identificar e quantificar agrupamentos de casos, auxiliando no planejamento e na tomada de decisões para prevenção futura. Este projeto continua o estudo iniciado por Beatriz Lourenção sobre casos de leishmaniose de 2018 a 2020, permitindo uma análise da evolução da doença ao longo dos anos.

**Palavras-chave:** leishmaniose visceral; vigilância epidemiológica; estatística espacial; saúde pública; ODS 3; Presidente Prudente.

## ABSTRACT

This work aims to analyze the occurrence and progression of human and canine visceral leishmaniasis cases from 2018 to 2023 in priority municipalities for disease surveillance and control in the health region of the Regional Health Department 11 of Presidente Prudente. Initially focused on Panorama, Dracena, and Junqueirópolis, the study now also includes the municipalities of Presidente Prudente, Teodoro Sampaio, and Nova Guataporanga, keeping all in the analysis. Using techniques such as Kernel, LISA, and Nearest Neighbor Estimator, the research will identify recurring hotspots and stratify epidemiological risk areas with the Moran's Index. Aligned with SDG 3 of the 2030 Agenda, the project will contribute to reducing cases and promoting health and well-being. Data provided by the Zoonosis Service and Epidemiological Surveillance will be analyzed with ArcGIS and spatial statistics techniques to identify and quantify clusters of cases, assisting in planning and decision-making for future prevention. This project continues the study initiated by Beatriz Lourenção on leishmaniasis cases from 2018 to 2020, enabling an analysis of the disease's progression over the years.

**Keywords:** visceral leishmaniasis; epidemiological surveillance; spatial statistics; public health; SDG 3; Presidente Prudente.

# SUMÁRIO

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                    | 6  |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>         | 9  |
| <b>3 METODOLOGIA</b>                   | 11 |
| 3.1. GEOPROCESSAMENTO E SIG            | 11 |
| 3.2. ESTIMADOR DE KERNEL               | 12 |
| 3.3. ESTIMADOR DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO | 15 |
| 3.4. ÍNDICE DE MORAN                   | 17 |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>       | 20 |
| 4.1. JUNQUEIRÓPOLIS                    | 20 |
| 4.1.1. Casos Caninos                   | 20 |
| 4.1.2 Casos Humanos                    | 26 |
| 4.2. DRACENA                           | 28 |
| 4.2.1. Casos Caninos                   | 28 |
| 4.2.2 Casos Humanos                    | 35 |
| 4.4. PANORAMA                          | 36 |
| 4.4.1. Casos Caninos                   | 36 |
| 4.4.2. Casos Humanos                   | 42 |
| 4.5. NOVA GUATAPORANGA                 | 44 |
| 4.5.1. Casos Caninos                   | 44 |
| 4.5.2. Casos Humanos                   | 50 |
| 4.6. PRESIDENTE PRUDENTE               | 51 |
| 4.6.1 Casos Caninos                    | 51 |
| 4.6.2 Casos Humanos                    | 57 |
| 4.7. TEODORO SAMPAIO                   | 58 |
| 4.7.1 Casos Caninos                    | 58 |
| <b>5 CONCLUSÃO</b>                     | 66 |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                     | 68 |

## 1 INTRODUÇÃO

A leishmaniose é uma enfermidade infecciosa provocada por parasitas do gênero *Leishmania* e é transmitida por meio da picada de um inseto pertencente à subfamília dos flebotomíneos, popularmente conhecido como mosquito-palha. Ela afeta principalmente as zonas tropicais e é mais comum em regiões com vegetação densa, mas nas últimas décadas, tem se expandido para áreas próximas a centros urbanos, um fenômeno que pode ser atribuído às frequentes alterações climáticas e ao aumento do desmatamento (Brasil, 2006).

Existem duas variantes da doença que afeta seres humanos: a leishmaniose tegumentar ou cutânea e a leishmaniose visceral ou calazar. A primeira é a forma mais comum, afetando uma média de 26.965 pessoas no Brasil anualmente, sendo também a menos letal e caracterizada por lesões na pele. Por outro lado, a leishmaniose visceral é a forma mais grave da doença e classificada como a terceira doença parasitária com a maior taxa de mortalidade. Quando não tratada, apresenta uma taxa de mortalidade de 10%. É mais prevalente em crianças e idosos. Além disso, acomete cães domésticos, e estudos indicam que cães infectados podem transmitir os protozoários aos flebotomíneos, desempenhando um papel crucial na disseminação da doença, especialmente em áreas urbanas.

Os principais sintomas da leishmaniose visceral incluem febre, perda de peso, anemia, caquexia, atrofia muscular e fraqueza. O diagnóstico é feito através de exames clínicos e o tratamento é disponibilizado de forma gratuita pelo Sistema Único de Saúde (SUS). A prevenção da doença envolve o controle do vetor e a detecção de cães infectados. Para aqueles que vivem em áreas de risco, recomenda-se medidas como o uso de telas em portas e janelas, aplicação frequente de repelentes e o uso de blusas de manga comprida.

O Brasil é muito atingido pela leishmaniose, sendo um entre os cinco países que concentram 90% casos de leishmaniose visceral dentre os registrados do mundo. 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 - RRAS 11 - de Presidente Prudente, sendo eles Dracena, Junqueirópolis, Panorama, Nova Guataporanga, Presidente Prudente e Teodoro Sampaio.

- **Objetivos geral e específicos**

O principal objetivo deste trabalho é analisar a ocorrência e evolução de casos de leishmaniose visceral humana e canina, entre os anos de 2018 a 2023, nos municípios prioritários para ações de vigilância e controle da leishmaniose visceral na região de saúde do Departamento Regional de Saúde 11 de Presidente Prudente.

- **Os objetivos específicos a serem alcançados são:**

- Localizar focos recorrentes da doença através da Técnica de Kernel, Lisa e do Vizinho Mais Próximo;
- Estratificar as áreas dos quatro municípios prioritários para ações de vigilância e controle da leishmaniose visceral na região de saúde do Departamento Regional de Saúde 11 de Presidente Prudente de acordo com o risco epidemiológico através do estudo do Índice de Moran.

- **Justificativa**

A análise aprofundada deste projeto dedicado ao combate da leishmaniose proporcionará uma compreensão mais abrangente das regiões frequentemente afetadas pelos fatores externos que propiciam o surgimento desses focos.

O objetivo desse projeto está intrinsecamente alinhado aos objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ODS). Em particular, está fortemente

vinculado à ODS 3 – Saúde e Bem-Estar, que visa assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades. Ao combater a leishmaniose, o projeto contribui diretamente para a redução do número de casos e da gravidade da doença, protegendo assim a população local, alinhando-se de maneira consistente com os princípios e metas estabelecidos pela ODS 3. Essa correlação demonstra o compromisso do projeto não apenas com a resolução imediata de um problema de saúde pública, mas também com a promoção de um futuro sustentável e saudável para a comunidade afetada.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com o Ministério da Saúde (2006), a leishmaniose é uma doença infecciosa causada por protozoários do gênero *Leishmania*, transmitida pela picada de insetos flebotomíneos infectados, também conhecidos como "mosquito-palha". Esta doença possui diversas formas, sendo a visceral a mais grave e potencialmente fatal caso não seja tratada adequadamente. É importante destacar que tanto seres humanos quanto animais, como cães e gatos, podem ser afetados pela leishmaniose, tornando-a uma zoonose, ou seja, uma doença transmissível entre animais e humanos.

Os principais sintomas da leishmaniose visceral, segundo a Secretaria de Estado de Saúde (2006), incluem febre prolongada, perda de peso, fraqueza, anemia, aumento do baço e do fígado, podendo incluir tosse, diarreia e vômitos. Em casos mais graves, a doença pode levar à desnutrição, hemorragias e infecções secundárias, podendo ser fatal se não tratada adequadamente.

O Ministério da Saúde (2007) propôs o fortalecimento de planos de ação abrangendo diagnóstico, tratamento, reabilitação, prevenção, vigilância e controle da leishmaniose visceral nos municípios, com o intuito de reduzir a morbidade e a mortalidade associadas à doença. Esses planos foram delineados para atingir tais objetivos de maneira eficaz.

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) refere-se a sistemas que processam e armazenam dados geográficos de forma computacional. Esses sistemas capturam tanto a geometria quanto os atributos dos dados localizados na superfície terrestre e os representam em projeções cartográficas.

Os principais componentes de um SIG incluem a entrada e integração de dados, processamento gráfico e de imagens, visualização e plotagem, bem como o armazenamento e recuperação de dados, que são mantidos em bancos de dados geográficos. O modelo de organização de bancos de dados geográficos mais comum é o georelacional, que utiliza um sistema gerenciador de bancos de dados (SGBD) relacional, como o DBASE ou ACCESS, para armazenar os atributos geográficos em tabelas. Paralelamente, os arquivos gráficos separados guardam as representações geométricas desses objetos (Câmara et al, 2001).

Um dos métodos utilizados para analisar a distribuição dos casos da leishmaniose na área de estudo é a estatística espacial. Esse campo da estatística permite analisar a localização espacial de ocorrências de variáveis espacialmente distribuídas, utilizando métodos estatísticos para coletar, descrever, visualizar e analisar dados de eventos espacialmente distribuídos (Assunção, 2001).

Dentro das diferentes ramificações da estatística espacial, podemos identificar os dados de área, que consistem em elementos que estabelecem uma conexão entre o mapa geográfico e um banco de dados. No contexto dos dados de área, o mapa geográfico é particionado em regiões, em cada uma das quais estão associadas uma ou mais variáveis aleatórias que representam um valor abrangente para toda a região, em oposição a um valor associado a um ponto específico, como um centroide (Ferreira, Sáfiadi, De Lima, 2017).

Um dos passos iniciais desse projeto é o uso da técnica de Kernel, que assim como explicado por Bailey e Gatrell (1995), é uma técnica de interpolação não paramétrica. Essa técnica transforma uma distribuição de pontos em uma superfície de densidade, possibilitando a identificação visual de áreas com maior concentração do evento, indicando pontos de aglomeração, se existirem, bem como a forma como os dados se distribuem na região de estudo. Essa análise ajuda a direcionar estratégias mais eficazes no combate e prevenção da leishmaniose.

Outro método que também será utilizado é o Índice Global de Moran, que representa uma das técnicas mais comuns para a avaliação da autocorrelação espacial. O propósito fundamental desse indicador é discernir a configuração da correlação espacial que oferece a melhor descrição para os dados (Câmara et al, 2004).

Em contrapartida, para uma análise mais detalhada dos padrões espaciais, especialmente em casos de forte dependência espacial, o uso do Indicador Local de Associação Espacial (LISA) é recomendado. Esse indicador calcula um valor individual para cada unidade de estudo, permitindo detectar tanto agrupamentos de unidades com características similares quanto unidades que se comportam de maneira discrepante (Lorena, 2011).

### 3 METODOLOGIA

As representações geométricas utilizadas incluíram alternativas como pontos e polígonos. Os pontos são pares ordenados de coordenadas espaciais que indicam a localização específica de um evento, no caso desse estudo, foram representados pelos casos de humanos identificados com a doença. Já os polígonos são conjuntos de pares ordenados de coordenadas espaciais que formam regiões fechadas no plano, com cada polígono delimitando um objeto individual, que foi representada pelos casos de cães infectados. A região de interesse pode ser representada por vários polígonos.

Inicialmente, foi realizado o mapeamento da localização desses casos e a caracterização de seus atributos.

Posteriormente, aplicamos técnicas de estatística espacial, no caso, a do estimador do Vizinho mais próximo e para verificação da dependência espacial, ou seja, para verificar a existência de agrupamentos entre as observações, e o estimador de Kernel para a quantificação desses agrupamentos. Os resultados da técnica possibilitaram determinar e analisar os pontos críticos de leishmaniose visceral canina e humana nas quatro cidades determinadas (Panorama, Dracena, Junqueirópolis, Presidente Prudente, Nova Guataporanga e Teodoro Sampaio), com o intuito de contribuir para que os órgãos responsáveis, no planejamento e tomada de decisões, tenham melhores condições de evitar futuros casos.

Esse projeto é uma continuação do Projeto de TCC da Beatriz Lourenção, que também foi aluna do curso de Estatística da Unesp em Presidente Prudente, no qual ela realiza o estudo para os casos de leishmaniose entre os anos de 2018 a 2020. Essa continuação permitiu analisar como vem sendo o comportamento da doença.

Foram utilizados os softwares de Sistema de Informação Geográficas ArcGIS 10.3 (ESRI,2009), Excel (Microsoft), Minitab 16.

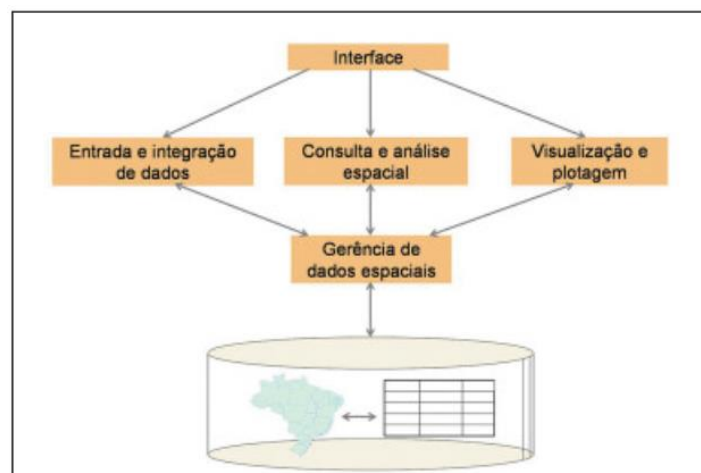
#### 3.1. GEOPROCESSAMENTO E SIG

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de técnicas computacionais necessárias para manipular informações espacialmente referidas.

Aplicado a questões de Saúde Coletiva, permite o mapeamento de doenças, a avaliação de riscos, o planejamento de ações de saúde e a avaliação de redes de atenção. O termo pode ser entendido como um conjunto de técnicas de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de dados espaciais. Algumas das técnicas de geoprocessamento mais utilizadas são: o sensoriamento remoto, a cartografia digital, a estatística espacial e os Sistemas de Informações Geográficas (Câmara et al, 2004).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são sistemas de computador projetados para capturar, armazenar, gerenciar, analisar e apresentar informações geográficas. A utilização de SIG permite realizar análises espaciais complexas, integrando dados de diversas fontes, manipulando grandes volumes de informações e possibilitando a recuperação rápida desses dados. São compostos por diversos componentes: procedimentos para obtenção e manipulação de dados gráficos e não-gráficos, responsáveis pela entrada dos dados; sistemas de gerenciamento de banco de dados; técnicas de análise de dados espaciais; procedimentos para armazenamento e recuperação dos dados; e métodos para disponibilização dos resultados, como visualização, plotagem e geração de relatórios.

*Figura 1: Arquitetura de Sistemas de Informações Geográficas (SIG)*



*Fonte: Câmara — Ilustração: Marcelo Rabello - Multimeios/CICT/FIOCRUZ*

### 3.2. ESTIMADOR DE KERNEL

O estimador de Kernel é amplamente utilizado em estatística como uma técnica de interpolação não paramétrica que ajuda a suavizar a variabilidade dos dados

enquanto preserva suas características essenciais. Essa metodologia gera uma superfície de densidade, permitindo a identificação visual de regiões com alta concentração de eventos, conhecidas como "áreas quentes" (Ministério da Saúde, 2006).

Essas áreas indicam aglomerações na distribuição espacial dos dados, facilitando a detecção de padrões e tendências subjacentes. Além disso, o estimador de Kernel é flexível e não assume nenhuma forma específica para a distribuição dos dados, o que o torna uma ferramenta robusta para diversas aplicações em análise espacial (Ministério da Saúde, 2006).

Um dos principais benefícios dessa técnica é a capacidade de visualizar rapidamente áreas que necessitam de atenção, sem serem influenciadas por divisões político-administrativas. Assim, o estimador de intensidade torna-se uma ferramenta valiosa para avaliar o comportamento de padrões pontuais em uma área de estudo específica, proporcionando uma visão geral da distribuição de eventos de primeira ordem.

Inicialmente, a estimativa Kernel foi desenvolvida para obter uma estimativa suavizada de probabilidade, tanto univariada quanto multivariada, baseada em amostras observacionais, funcionando de maneira semelhante a um histograma suavizado.

Assim, seja uma localização qualquer contida em  $r$  e  $s_1, s_2, \dots, s_n$  as localizações de  $n$  eventos observados, o estimador de Kernel é dado por:

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

Sendo  $\tau$  o raio de influência em volta de  $s$  que determina o grau de suavização e  $k(i)$  é a função Kernel bivariada simétrica, chamada de função de interpolação. A técnica calcula a densidade para cada região da área de estudo ( $R$ ), o que torna possível a construção de uma superfície contínua composta pela variação espacial da variável observada.

É possível adicionar atributos para caracterizar o evento a ser analisado e, nesses casos, utilizamos a fórmula:

$$\hat{\lambda}_\tau(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{d(u_i, u)}{\tau}\right) y_i, d(u_i, u) \leq \tau$$

Em que  $y_i$  representa o  $i$ -ésimo atributo referente a  $u_i$ . Nesse caso, para calcular a estimativa de intensidade média, é necessário dividir a intensidade dos pontos pela intensidade sem o atributo adicionado, levando-nos à seguinte fórmula:

$$\hat{u}_\tau(s) = \frac{\sum_{i=1}^n k\left(\frac{s-s_i}{\tau}\right) y_i}{\sum_{i=1}^n k\left(\frac{s-s_i}{\tau}\right)}$$

Na qual,  $(s - s_i)$  representa a distância entre o ponto com intensidade estimada e o  $i$ -ésimo ponto dentro do raio de influência. Assim, a definição da área vai depender da influência do raio com centro no ponto estimado, o que suaviza a superfície.

Para a suavização do fenômeno existem vários tipos de funções de interpolação  $k()$ , entre elas:

Kernel Gaussiano ou Normal:  $K(h) = \frac{1}{2\pi\tau} e^{\left(-\frac{h^2}{2\tau^2}\right)}$

Kernel Quártico:  $K(h) = \frac{3}{\pi} (1 - h^2)^2$

Kernel Triangular:  $K(h) = (1 - |h|)$

Kernel Exponencial Negativo:  $K(h) = \frac{1}{2\pi} e^{-h}$

Kernel Uniforme:  $K(h) = \frac{1}{2}$

No estudo aqui desenvolvido foi utilizado o Kernel Quártico, por ser parecido com o Kernel Gaussiano e ter uma distribuição bem parecida dos dados, gerando uma superfície mais suavizada nas bordas. Substituído na fórmula fica da seguinte maneira:

$$\hat{\lambda}_\tau = \sum_{i=1}^n \frac{3}{\pi\tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2}\right)^2$$

No qual  $h$  representa a distância entre a localização em que se deseja calcular a função e o evento observado. O parâmetro  $\tau$ , por sua vez, é o raio da circunferência que define a região de influência do kernel, ou seja, determina até onde os eventos observados afetam o cálculo da densidade ou suavização.

A constante  $\pi$  está implicitamente associada à normalização, garantindo que a integral da função kernel em toda a área relevante seja igual a 1.

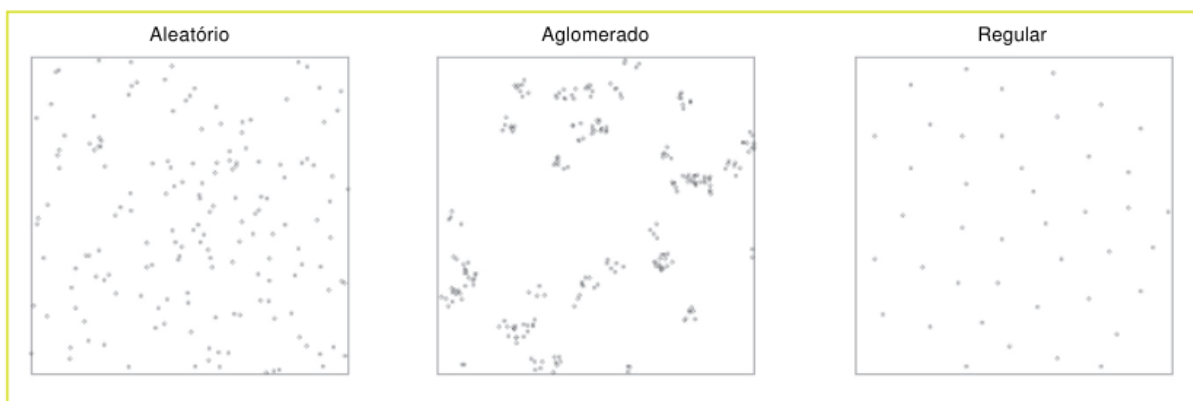
Em um SIG, é possível construir mapas de densidade demográfica com base em dados de população. Assim, a técnica Kernel avalia os eventos em relação a essas unidades de análise, permitindo a estimativa da intensidade do processo em relação à população.

Esta técnica é útil na área da saúde para analisar a distribuição espacial e concentração de casos de doenças em relação a uma população, identificando as áreas com maior risco.

### 3.3. ESTIMADOR DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO

A técnica do vizinho mais próximo é uma metodologia estatística utilizada para a análise espacial de padrões pontuais, permitindo avaliar a distribuição e a dispersão de eventos em uma determinada área, essas distribuições são classificadas em aleatório, aglomerado ou regular, demonstrado na figura abaixo. Esse método calcula as distâncias entre cada ponto e seu vizinho mais próximo, comparando a distribuição observada com a esperada sob um padrão aleatório. Assim, é possível identificar a presença de aglomerações ou dispersões espaciais significativas (Bailey e Gatrell, 1995).

*Figura 2: Padrões de distribuição espacial de pontos.*



*Fonte: CAPÍTULO 1 – Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública, 2007, pg 25.*

Para realizar os cálculos e interpretações temos:

A razão média do vizinho mais próximo ( $R$ ) é calculada pela fórmula:

$$ANN = \frac{\bar{D}_o}{\bar{D}_e}$$

Sendo que  $ANN$  significa Approximate Nearest Neighbor (ou "Vizinhos Mais Próximos Aproximados") e  $\bar{D}_o$  a distância média observada entre cada ponto e seus vizinhos mais próximos, dada por:

$$\bar{D}_o = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

Na qual  $d_i$  é a distância entre cada ponto e seu vizinho mais próximo, o número de elementos da característica analisada e a área mínima que contém os vizinhos.

E  $\bar{D}_e$  é a distância média esperada para características de um padrão aleatório.

$$\bar{D}_e = \frac{0,5}{\sqrt{n/A}}$$

Dado o índice  $R$  (razão média do vizinho mais próximo), se  $R < 1$ , os recursos são agrupados, se  $R > 1$ , são dispersos. O cálculo assume que os pontos podem ser localizados em qualquer lugar da área de estudo. A estatística  $Z$  é usada para determinar a significância do padrão observado e é dada por:

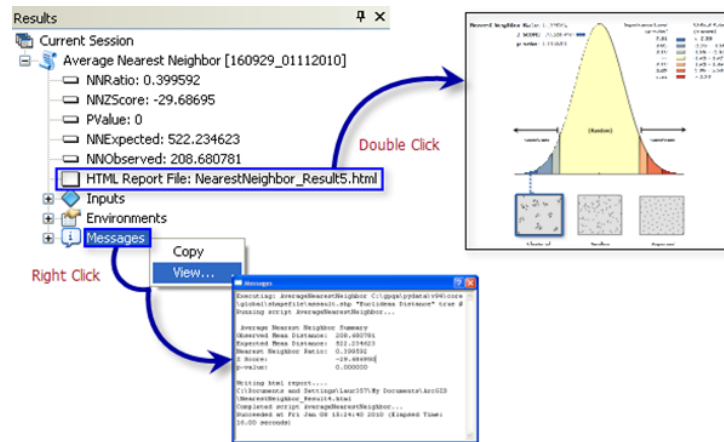
$$Z = \frac{\bar{D}_o - \bar{D}_e}{Se}$$

E  $Se$  é:

$$Se = \frac{0,26136}{\sqrt{n^2/A}}$$

No software utilizado, é apresentada a seguinte saída para o cálculo do vizinho mais próximo:

Figura 3 – Saída de software para análise do vizinho mais próximo



Disponível em: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-statistics-toolbox/how-average-nearest-neighbor-distance-spatial-st.htm#:~:text=The%20Average%20Nearest%20Neighbor%20tool,all%20these%20nearest%20neighbor%20distance>

### 3.4. ÍNDICE DE MORAN

Índice Global de Moran representa uma das técnicas mais comuns para a avaliação da autocorrelação espacial. O propósito fundamental desse indicador é discernir a configuração da correlação espacial que oferece a melhor descrição para os dados (Câmara et al, 2004).

Dado que o Índice global de Moran é definido como:

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

A equação de  $I$  pode ser simplificada quando normalizamos os atributos [ $N(\mu = 0$  e  $\sigma^2 = 1)$ ] e alteramos a matriz de proximidade  $W$ , de forma que a soma dos elementos de cada linha seja igual a 1.

$$Z_i = \frac{(y_i - \bar{y})}{\sigma}$$

E a fórmula padronizada de  $I$  é:

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

Após obter o cálculo do Índice de Moran, é necessário verificar sua validade estatística para determinar se os valores medidos exibem uma correlação espacial

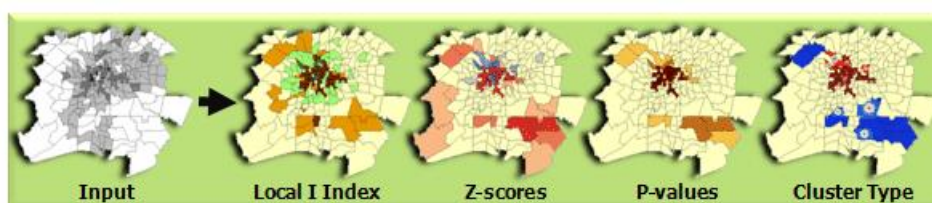
significativa. Bailey e Gatrell (1995), explicam que valores próximos a zero indicam a ausência de correlação espacial significativa entre os atributos dos objetos e seus vizinhos. Valores positivos apontam para uma correlação espacial positiva, sugerindo que os atributos dos objetos tendem a ser semelhantes aos de seus vizinhos. Valores negativos denotam uma correlação espacial negativa.

A técnica pressupõe a existência de estacionariedade de primeira e segunda ordem nos dados, ou seja, a média e a variância do processo medido são constantes nas subáreas. A hipótese nula do Índice de Moran é a ausência de autocorrelação espacial, indicada por um resultado igual a 0. A hipótese alternativa sugere a presença de autocorrelação espacial: uma correlação direta é indicada por um resultado entre 0 e +1, enquanto uma correlação inversa é indicada por um resultado entre -1 e 0 (Druck et. al., 2004).

### 3.5. LISA (Local Indicators of Spatial Association)

Os indicadores estatísticos que avaliam a interdependência espacial são divididos em globais e locais. Indicadores globais, como o Índice Global de Moran, geram um único valor que representa a associação espacial de todo o conjunto de dados. Por outro lado, para explorar padrões de dados espaciais em maior detalhe, onde a dependência espacial é mais evidente, recomenda-se o LISA. Esse indicador foca em padrões locais, indicando onde há agrupamentos de valores altos ou baixos (Lorena, 2011).

Figura 4 – Saída de software para análise do Lisa



Fonte: Local Indicators of Spatial Association — LISA," *Geographical Analysis* 27(2): 93–115, 1995.

Os valores determinados pelo Índice de Moran Local podem ser visualizados em um mapa denominado de LISA MAP. Nesse mapa podemos considerar, quando o índice for maior que 0,05, não há autocorrelação; caso seja menor que 0,05, a

correlação é considerada significativa. As áreas são então classificadas em cinco diferentes níveis de significância: sem significância; significância de 0,05 (95% de confiança); 0,01 (99% de confiança); 0,001 (99,9% de confiança); e 0,0001 (99,99% de confiança) (MARQUES et al.,2010).

Em termos gerais, o Indicador Local de Associação Espacial (LISA) é um parâmetro estatístico que fornece valores proporcionais àqueles da estatística global, ou seja, permite descrever o grau de semelhança ou diferença de cada evento no que diz respeito aos eventos mais próximos, e que a soma total do LISA de todas as áreas é proporcional ao valor obtido para o índice global, sendo o indicador local uma decomposição do indicador global (ANSELIN, 1995).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados utilizados nas análises dos casos de infecções caninas e humanas de Leishmaniose Visceral foram fornecidos pelo Serviço de Zoonose e Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde dos municípios estudados: Junqueirópolis, Panorama, Dracena, Presidente Prudente, Teodoro Sampaio e Nova Guataporanga. Os dados incluíam a divisão em quadras desses municípios e o número de infectados caninos e humanos nos anos de 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023.

Para a análise de cada município, esses dados foram incorporados aos mapas, e diversas técnicas de análise estatística espacial foram aplicadas. O objetivo foi compreender a fundo a distribuição dos casos da doença e suas variações ao longo dos anos.

### 4.1. JUNQUEIRÓPOLIS

#### 4.1.1. Casos Caninos

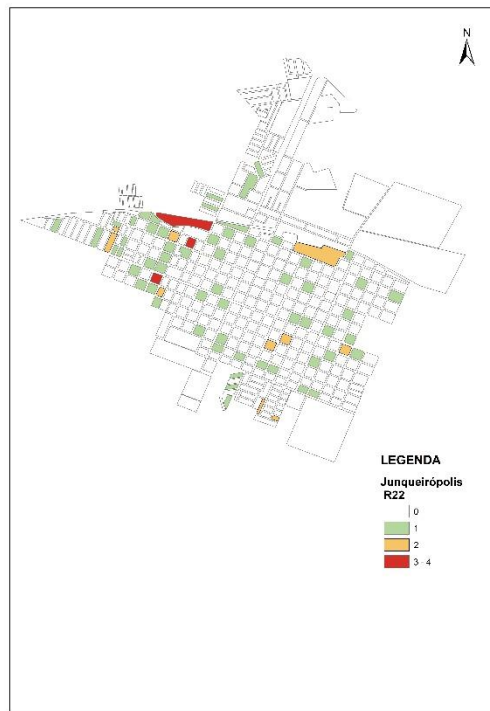
Mapas de Concentração e Mapas de Kernel foram elaborados para analisar os casos de cães reagentes à Leishmaniose Visceral no município de Junqueirópolis, abrangendo os anos de 2018 a 2023, conforme mostrado na figura 5 e a soma dos casos no período de 2018 a 2023 é apresentado na figura 6.

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. Em 2021, o número de casos diminuiu, porém ainda houve uma grande concentração de casos na região Leste. No ano de 2022, os casos também reduziram, obtendo apenas uma quadra com maior concentração na região Oeste, possuindo de 3 a 4 casos. Podemos observar que em 2023 houve uma redução para no máximo 3 casos por quadra.

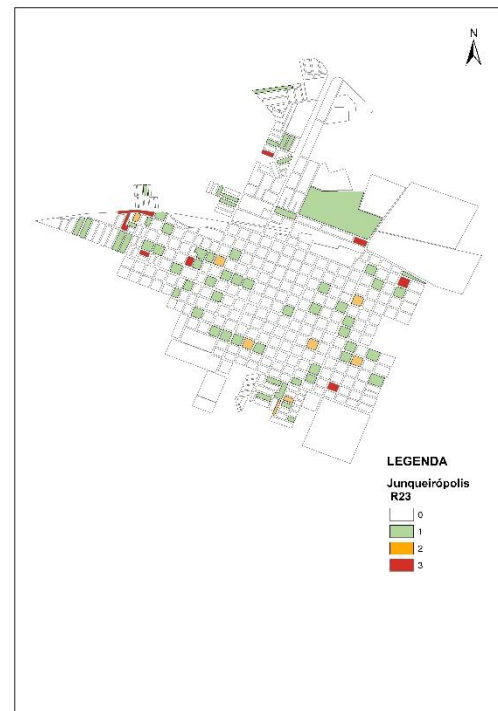
Figura 5 – Mapas de Concentração dos Casos de Cães Reagentes à Leishmaniose Visceral em Junqueirópolis (2018 - 2023)



2022



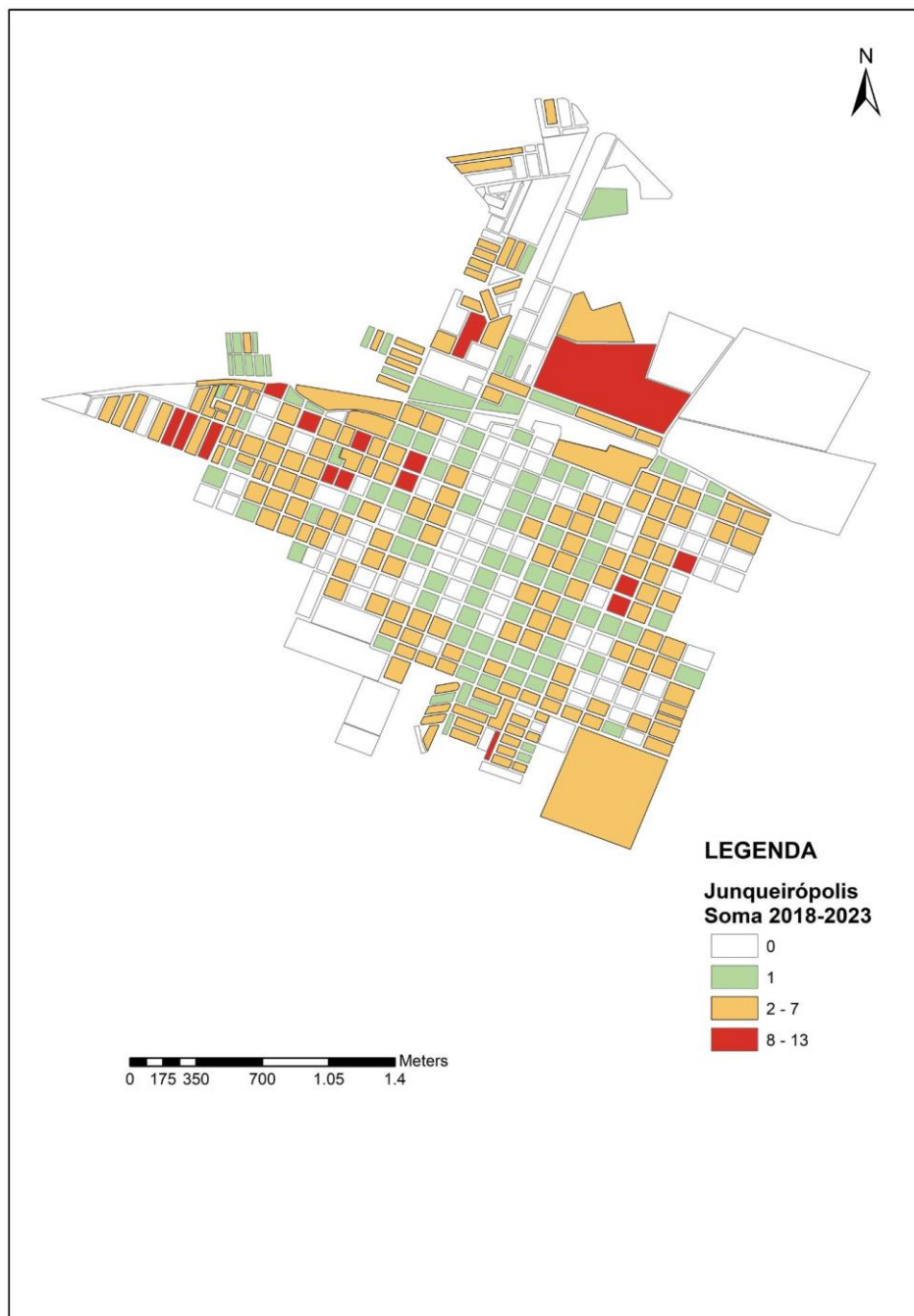
2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Pode-se observar que os casos de leishmaniose visceral em cães por quadra entre 2018 e 2023 estão concentrados na parte norte da cidade. Mas, também é evidente que temos outros núcleos menores de casos nas regiões oeste e leste.

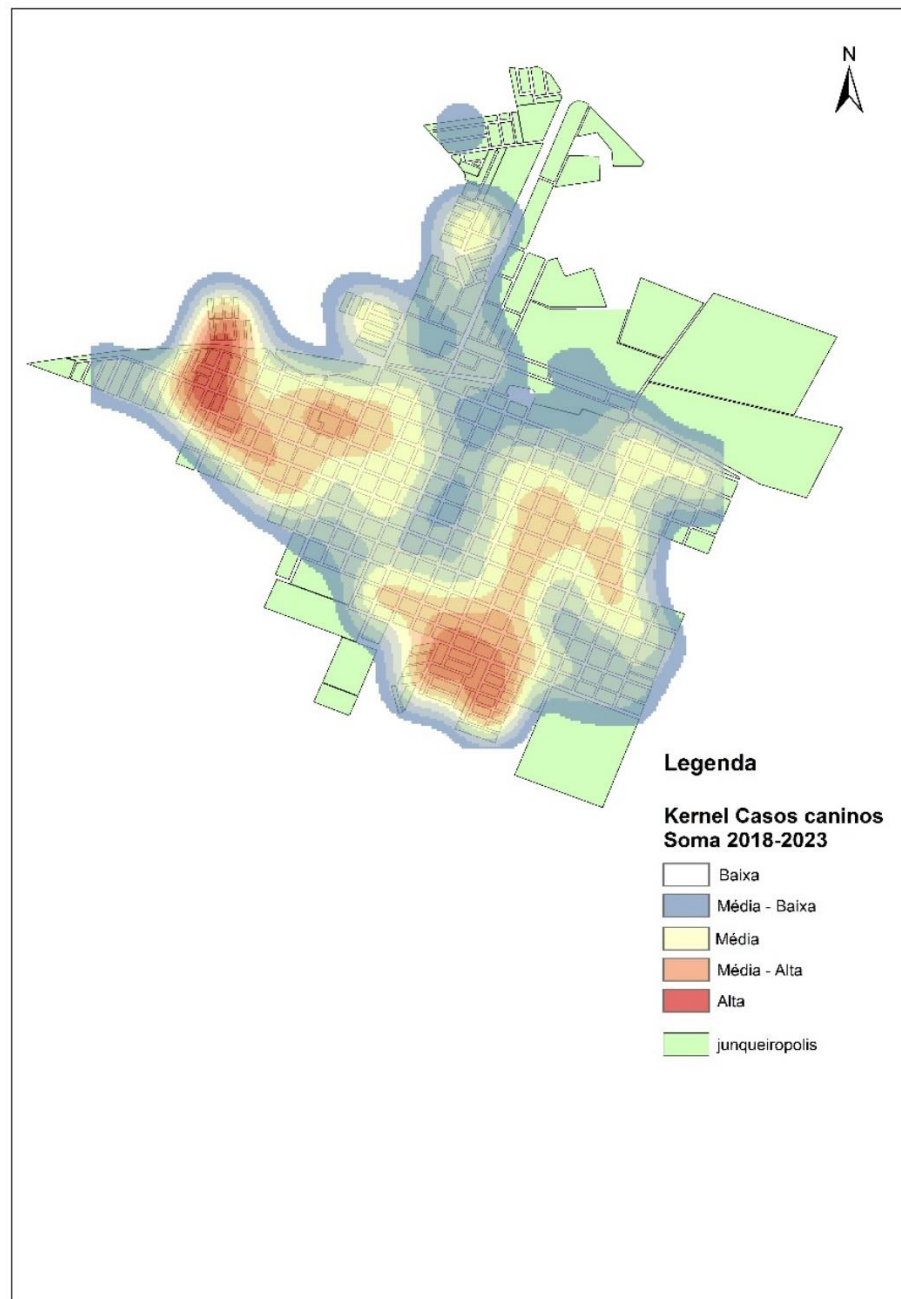
Figura 6 – Casos totais reagentes de leishmaniose visceral em cães por quadra na cidade de Junqueirópolis entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Podemos ver com maior clareza no kernel apresentado na figura 7.

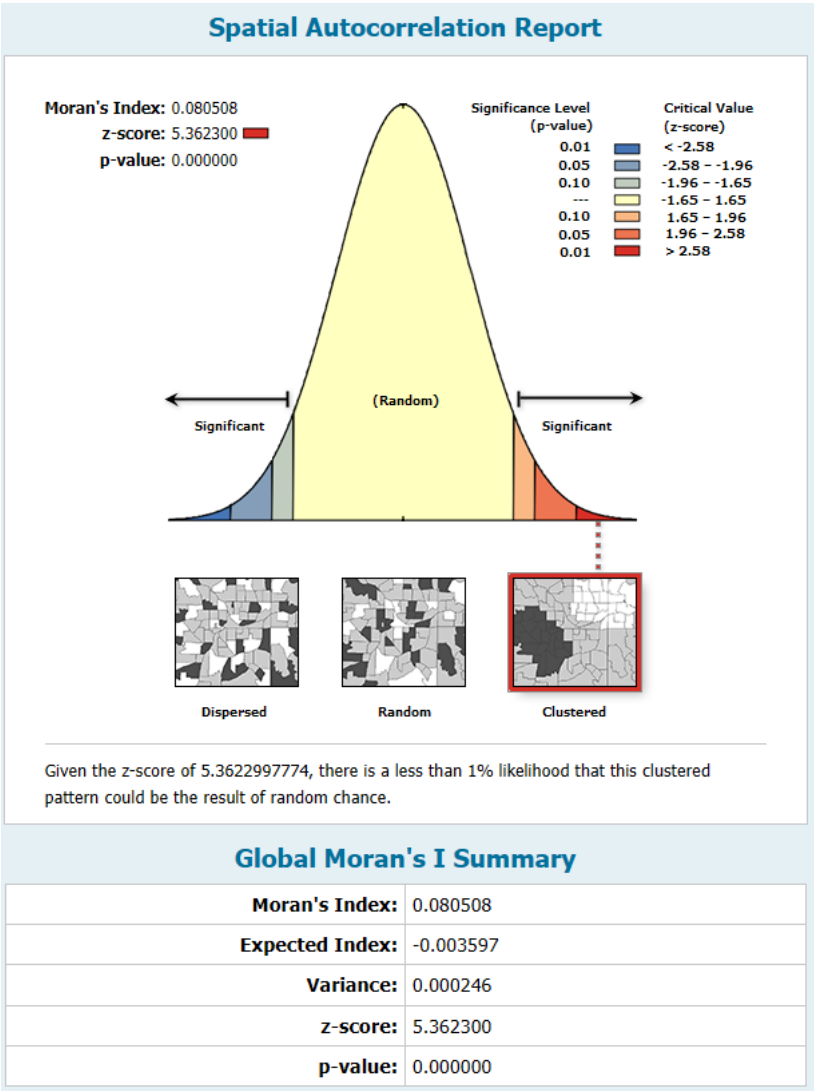
Figura 7 – Estimador de kernel de cães por quadra na cidade de Junqueirópolis entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Foi feito a autocorrelação espacial de Moran através do gráfico bidimensional para a soma de todos os casos dos anos de 2018 a 2023 de cada área urbana do município de estudo e o resultado do Índice de Moran, na figura 8, fornece evidências científicas de que as ocorrências de cães infectados estavam fortemente correlacionadas com as áreas específicas onde foram registradas.

Figura 8 – Autocorrelação Espacial para os casos reagentes caninos na cidade de Junqueirópolis entre 2018 e 2023

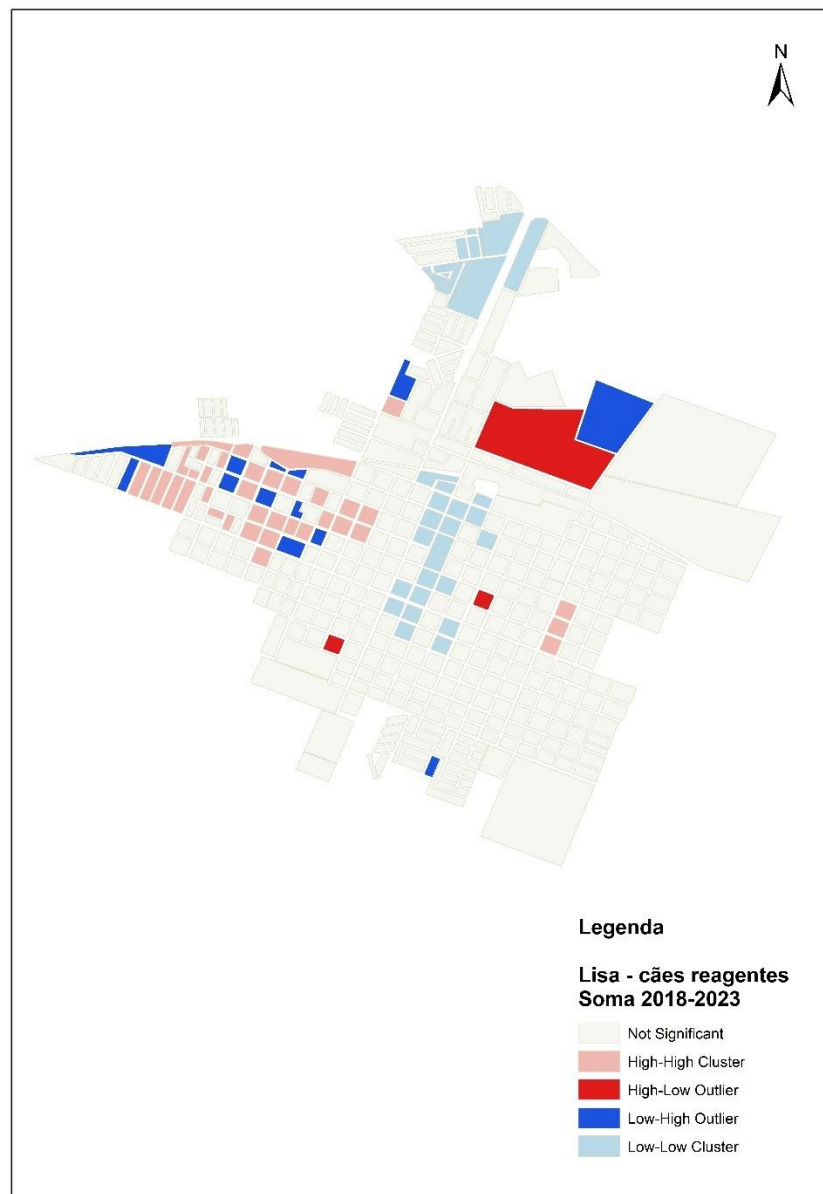


Fonte: Autoria própria, 2024

Além das análises gráficas realizadas anteriormente, foi elaborado o mapa de cluster LISA para identificar e visualizar o grau de semelhança entre as quadras mais próximas. Essa análise permitiu verificar padrões locais de autocorrelação espacial, destacando áreas onde os valores das variáveis analisadas apresentaram maior similaridade ou dissimilaridade em relação às quadras vizinhas.

Podemos observar na figura 9, os focos localizados na região oeste da cidade, em que possui correlações bastante significantes com quadras com altos números de casos próximo a quadras com baixo número de casos. Na região central também se formou uma concentração de quadras com baixos números de casos.

Figura 9: Mapa de LISA para análise dos casos reagentes caninos em Junqueirópolis entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

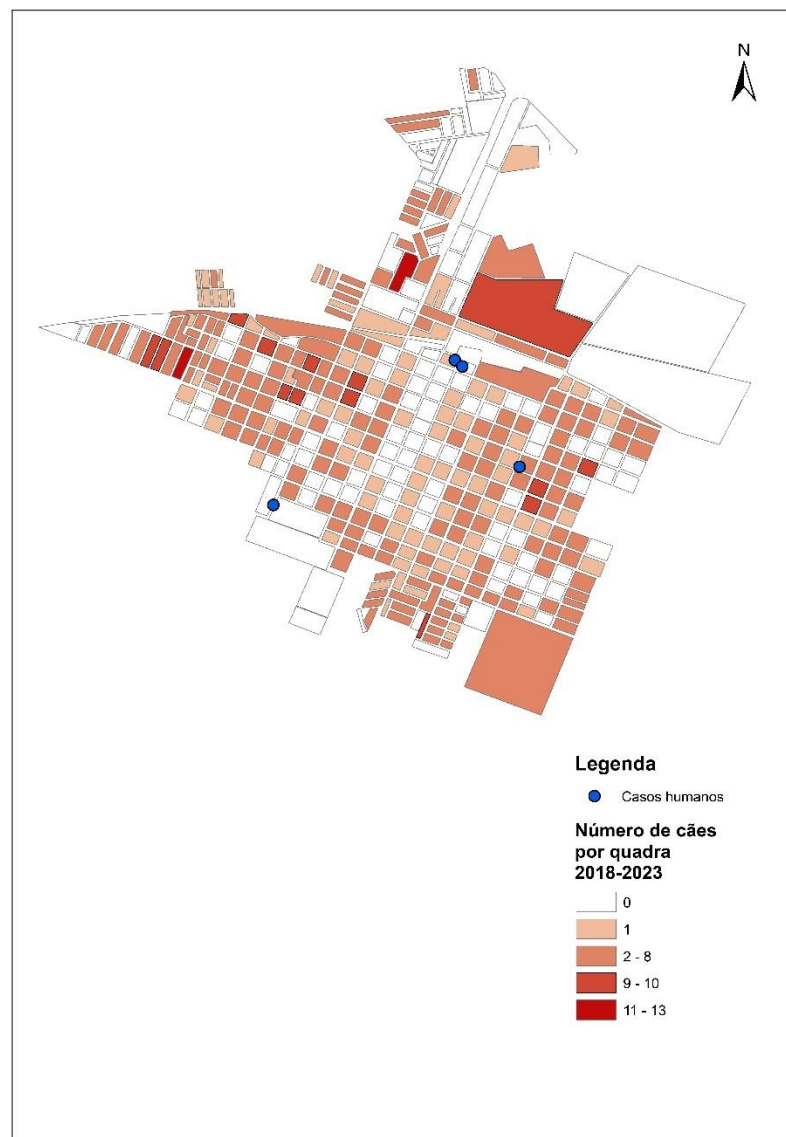
#### 4.1.2 Casos Humanos

Para a análise dos casos de leishmaniose visceral em humanos foram utilizados dados coletados entre 2018 a 2023 de maneira conjunta.

São apresentados na figura 10, os casos de leishmaniose visceral canina e humana sobrepostos, em que os pontos se referem a casos em humanos e as quadras a casos caninos.

Observa-se que o caso identificado a oeste estava bastante próximo de duas quadras com alta concentração de casos caninos e que o outro caso, localizado a leste, se encontrava próximo de quadras com concentração média alta, além de que ambos se localizavam dentro de quadras com 2 ou 3 incidências de cães infectados

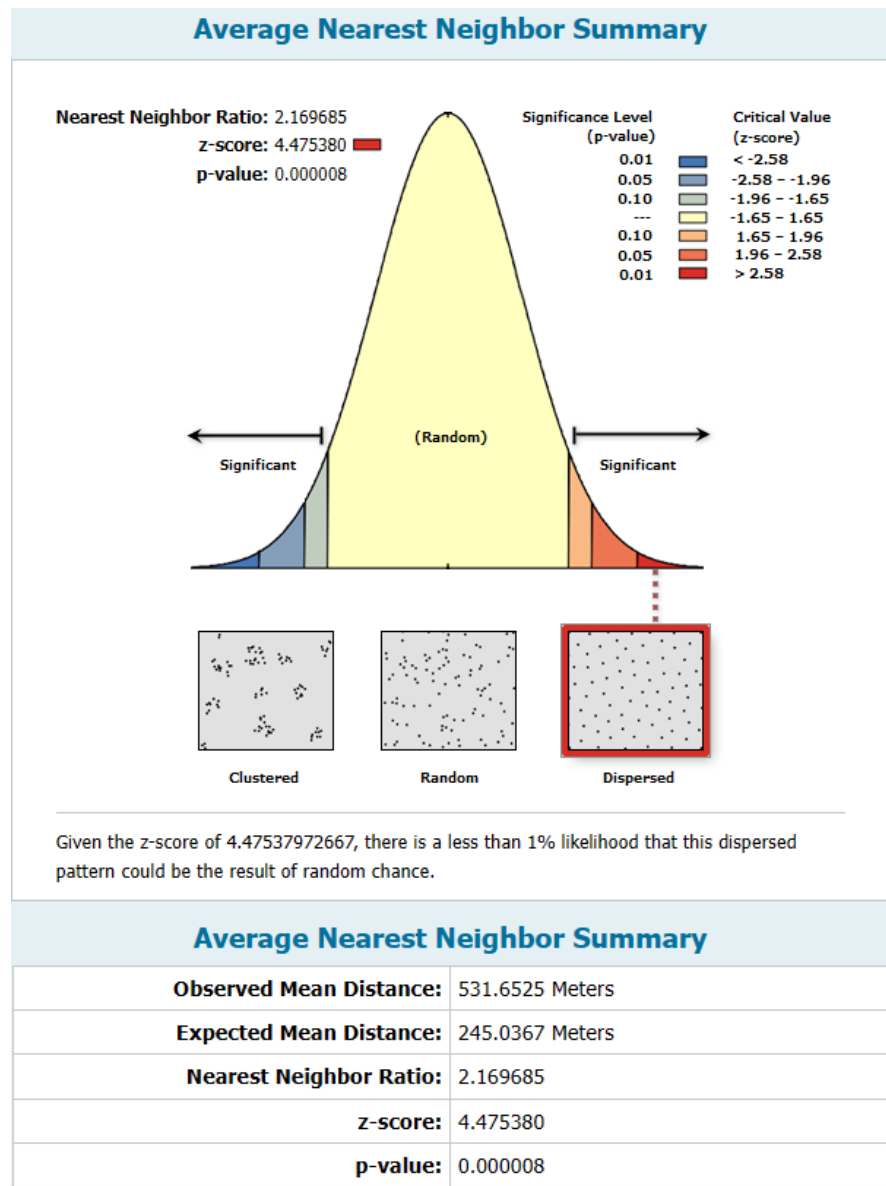
Figura 10 – Mapa de casos de leishmaniose visceral canina e humana em Junqueirópolis entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Dado que apenas quatro casos humanos de infecção pela doença foram registrados no município, a capacidade de análise era limitada e por isso o Vizinho Mais Próximo deu disperso, como visto na figura 11.

Figura 11 – Vizinho Mais Próximo para os casos reagentes humanos na cidade de Junqueirópolis entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

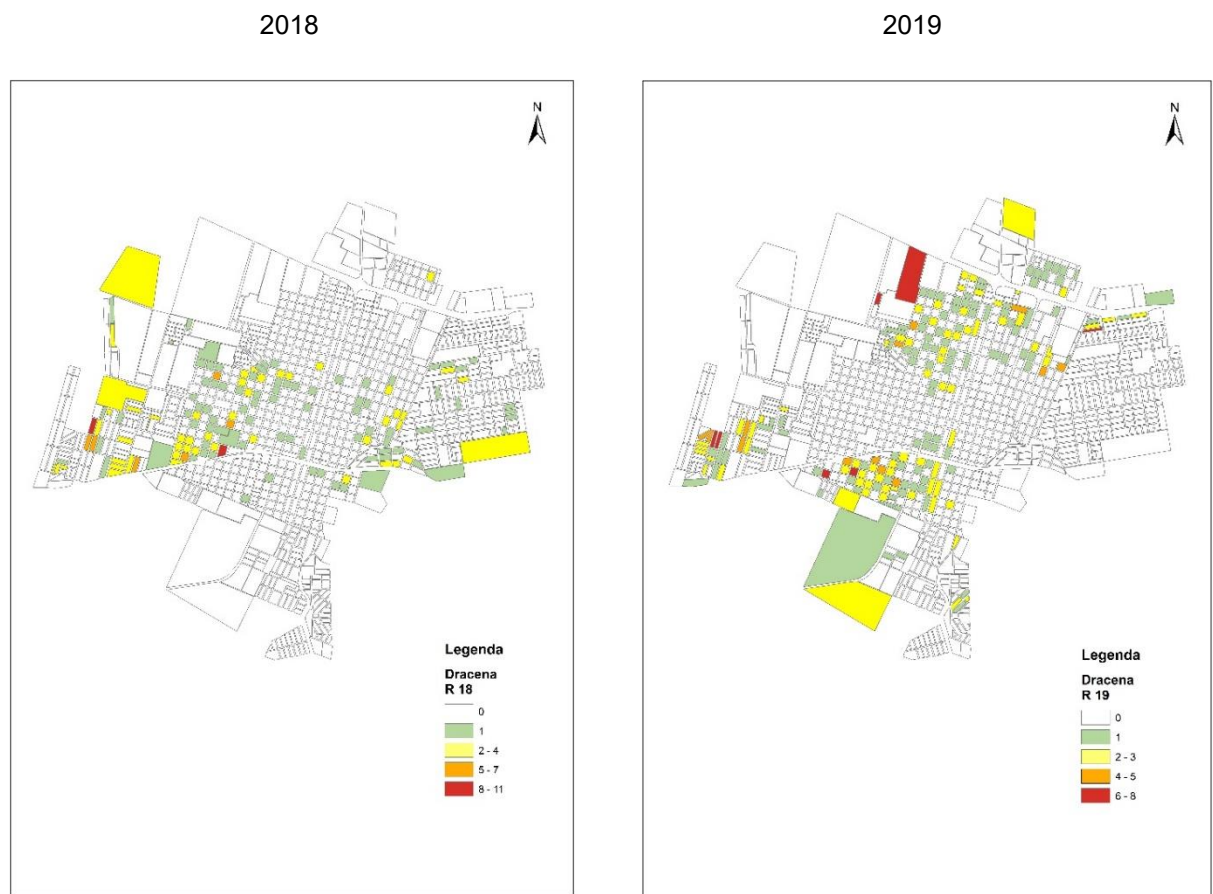
## 4.2. DRACENA

### 4.2.1. Casos Caninos

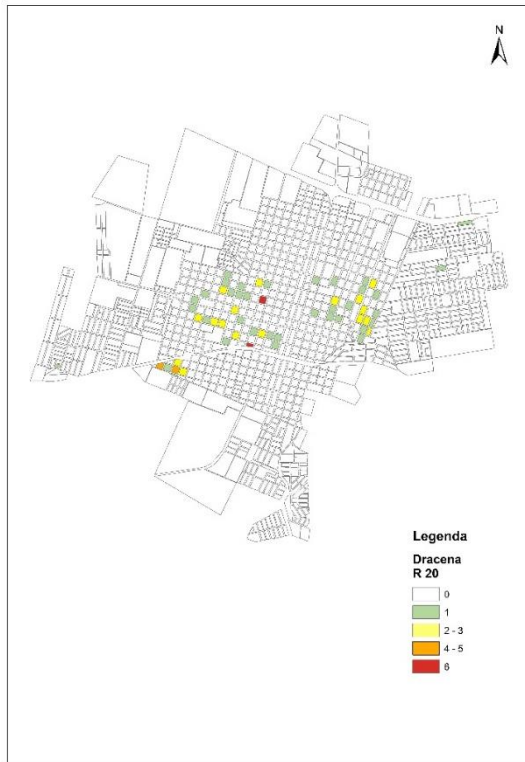
Foi aplicada a técnica de análise espacial dos casos por quadra e utilizada a técnica de *graduated color* para que fosse possível visualizar as concentrações com maior facilidade.

No ano de 2018, verifica-se que os casos reagentes de Leishmaniose Visceral (LV) estão localizados no centro, região Leste e Oeste da cidade e foram registrados 263 casos. Já em 2019, com 374 casos, encontram-se espalhados pela cidade, mas concentram-se na região Norte e Sul. Em 2020, o número de quadras com casos reagentes de leishmaniose diminuiu para 94 casos registrados, isto pode ter acontecido devido a pandemia, em que menos testes foram realizados. Em 2021 e 2022, os casos voltaram a aparecer, tendo em ambos, respectivamente, 340 e 262 casos, concentrados nas extremidades da cidade, com enfoque na região Leste. Essa concentração se manteve para o ano de 2023, que registrou 378 casos reagentes (figura 12).

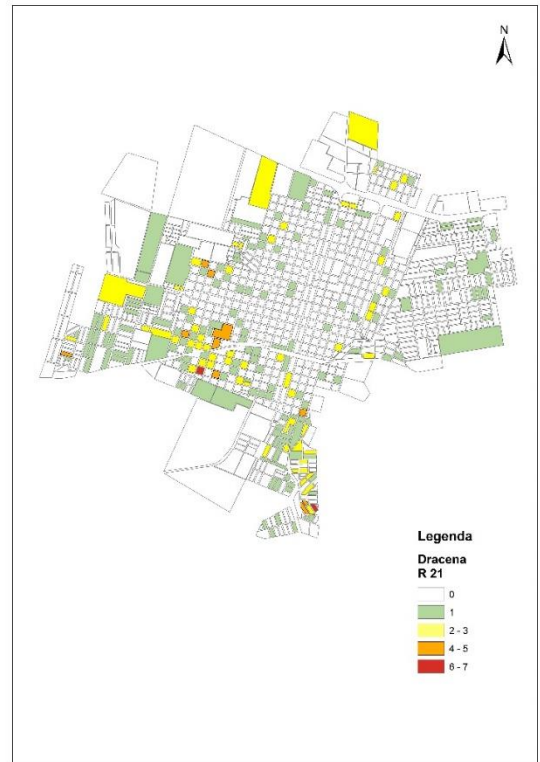
Figura 12 - Mapas de Concentração dos Casos de Cães Reagentes à Leishmaniose Visceral em Dracena de 2018 a 2023



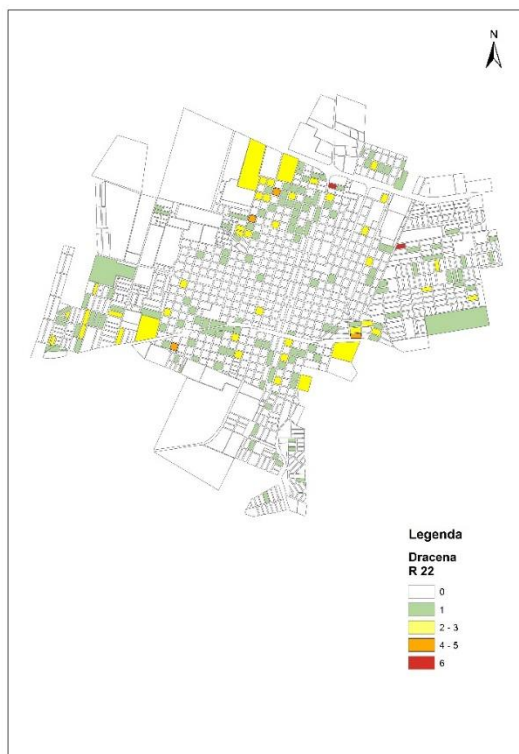
2020



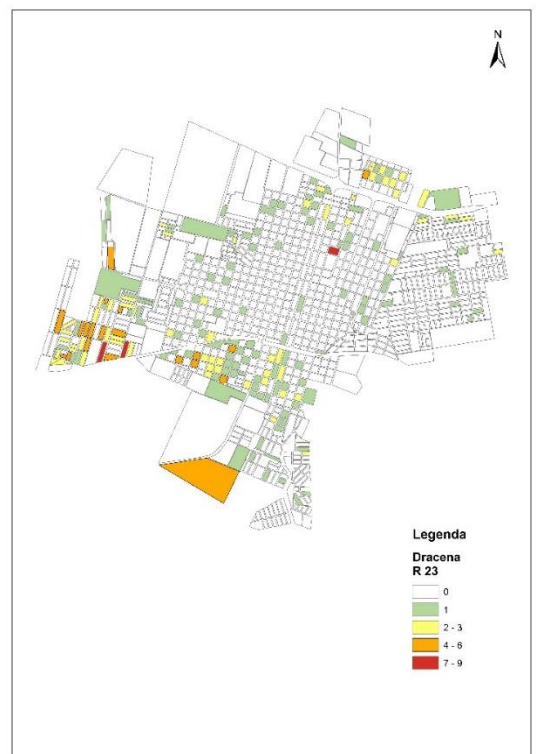
2021



2022



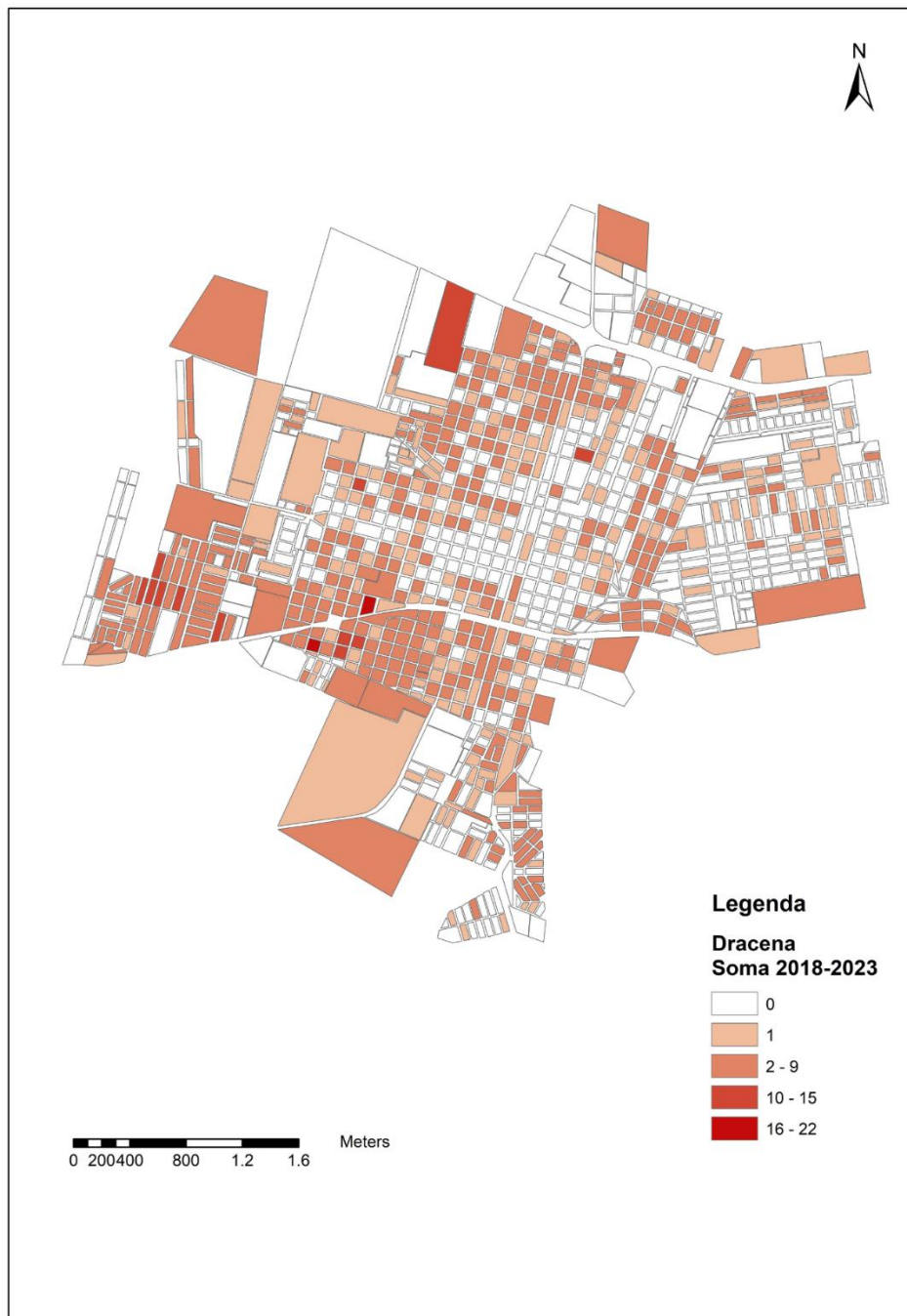
2023



Fonte: Autoria própria, 2024

A maior concentração de casos de leishmaniose visceral em cães por quadra entre 2018 e 2023 é na região onde está localizado o Cento de Controle de Zoonoses (CCZ), como observado na figura 13. Portanto, retiramos essa região para a cidade ser analisada sem esse viés, pois os cães de rua sem tutores e abandonados nas cidades, foram todos castrados nesse endereço.

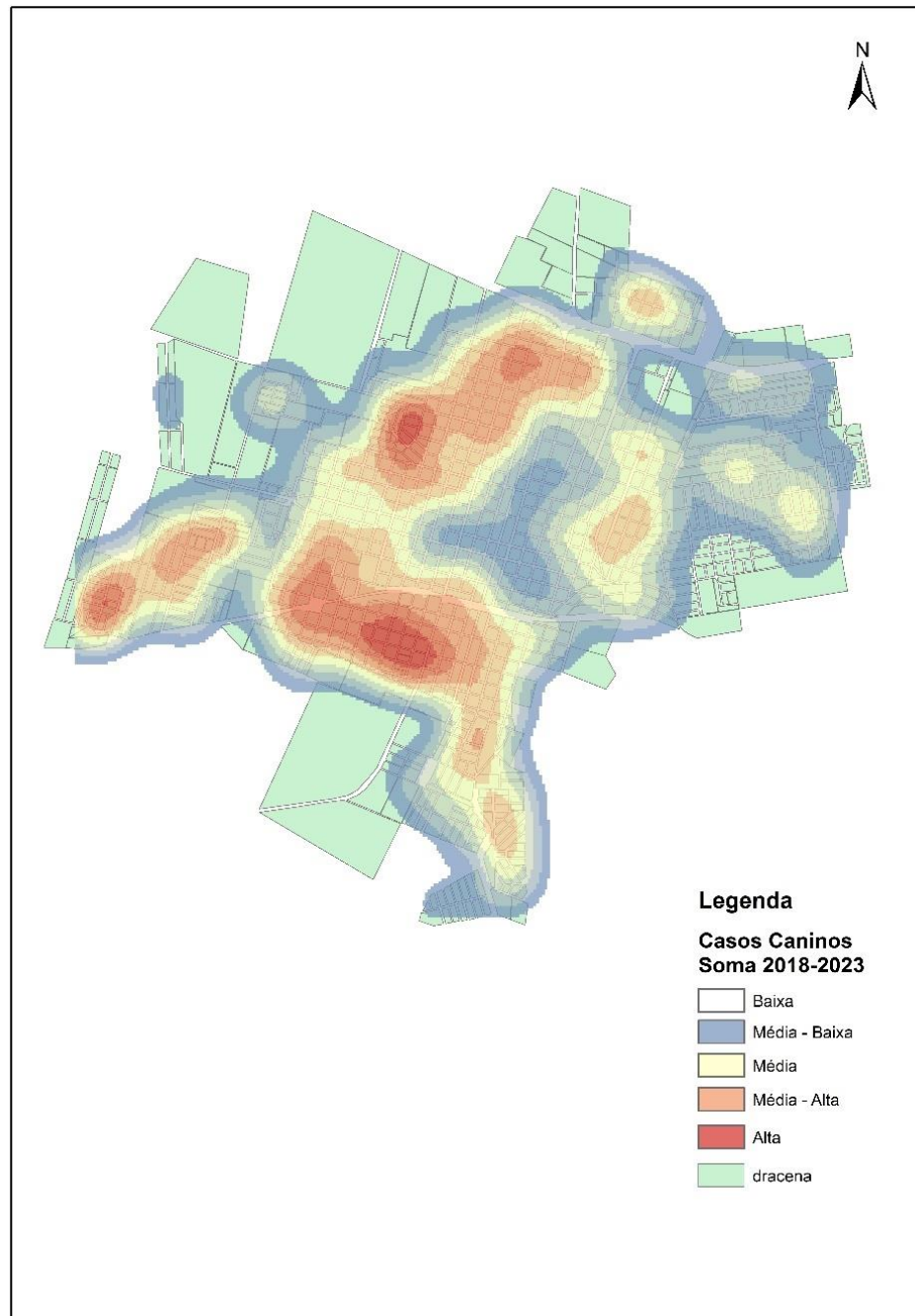
Figura 13 – Casos totais reagentes de leishmaniose visceral em cães por quadra na cidade de Dracena entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Como os dados caninos foram fornecidos pelas quadras dos municípios, no ArcGIS foi calculado o centroide de cada polígono para transformá-los em dados pontuais e assim ser possível aplicar o Estimador de Kernel, demonstrado na figura 14.

Figura 14 – Estimador de kernel de cães por quadra na cidade de Dracena entre 2018 e 2023

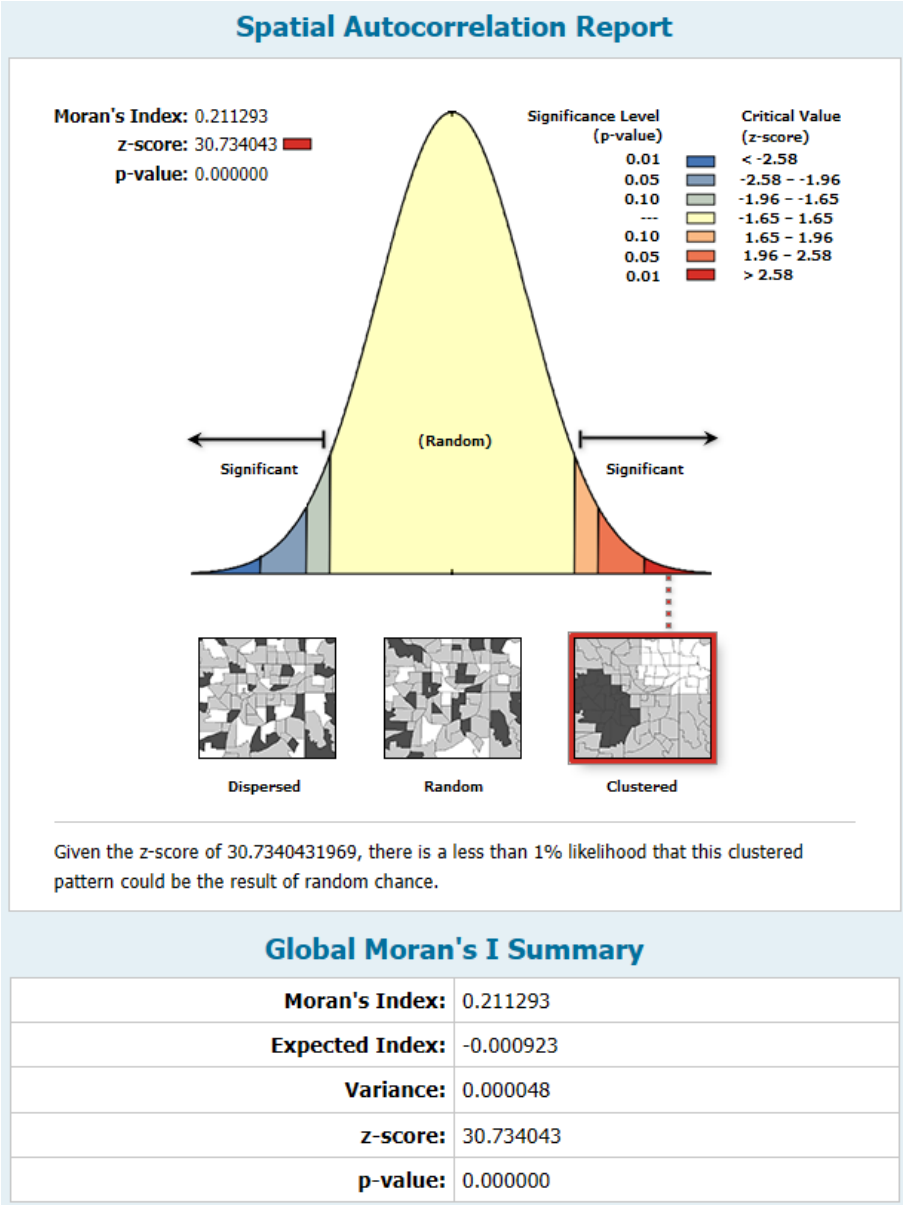


Fonte: Autoria própria, 2024

Na figura 15, foi feito a autocorrelação espacial de Moran através do gráfico bidimensional para a soma de todos os casos dos anos de 2018 a 2023 de cada área urbana do município de estudo.

O resultado do Índice de Moran fornece evidências científicas de que as ocorrências de cães infectados estavam fortemente correlacionadas com as áreas específicas onde foram registradas.

Figura 15 – Autocorrelação Espacial para os casos reagentes caninos na cidade de Dracena entre 2018 e 2023

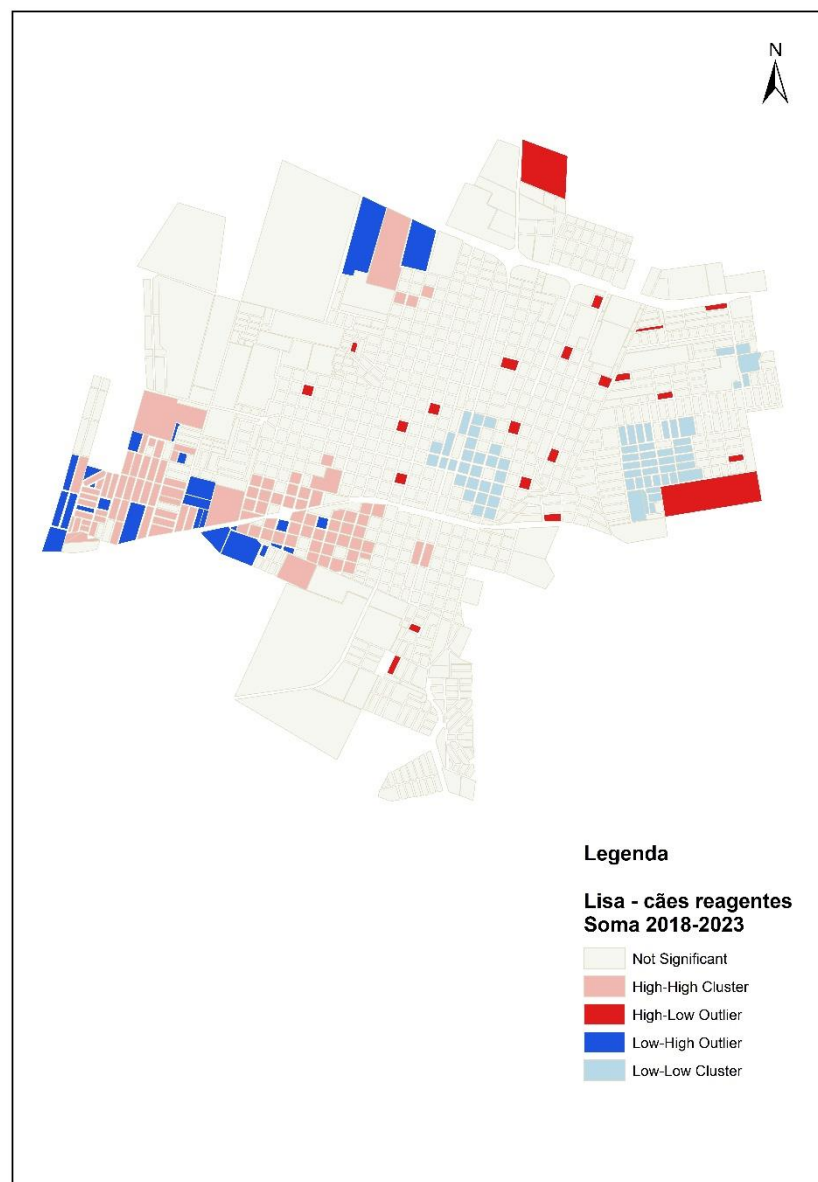


Fonte: Autoria própria, 2024

Foi elaborado o mapa de cluster LISA para identificar e visualizar o grau de semelhança entre as quadras mais próximas, mostrado na figura 16.

Podemos observar os focos localizados na região leste e norte da cidade, em que possui correlações bastante significantes com quadras com altos números de casos próximo a quadras com baixo número de casos. Na região central também se formaram algumas concentrações de quadras com baixos e altos números de reagentes.

Figura 16: Mapa de LISA para análise dos casos reagentes caninos em Dracena entre 2018 e 2023



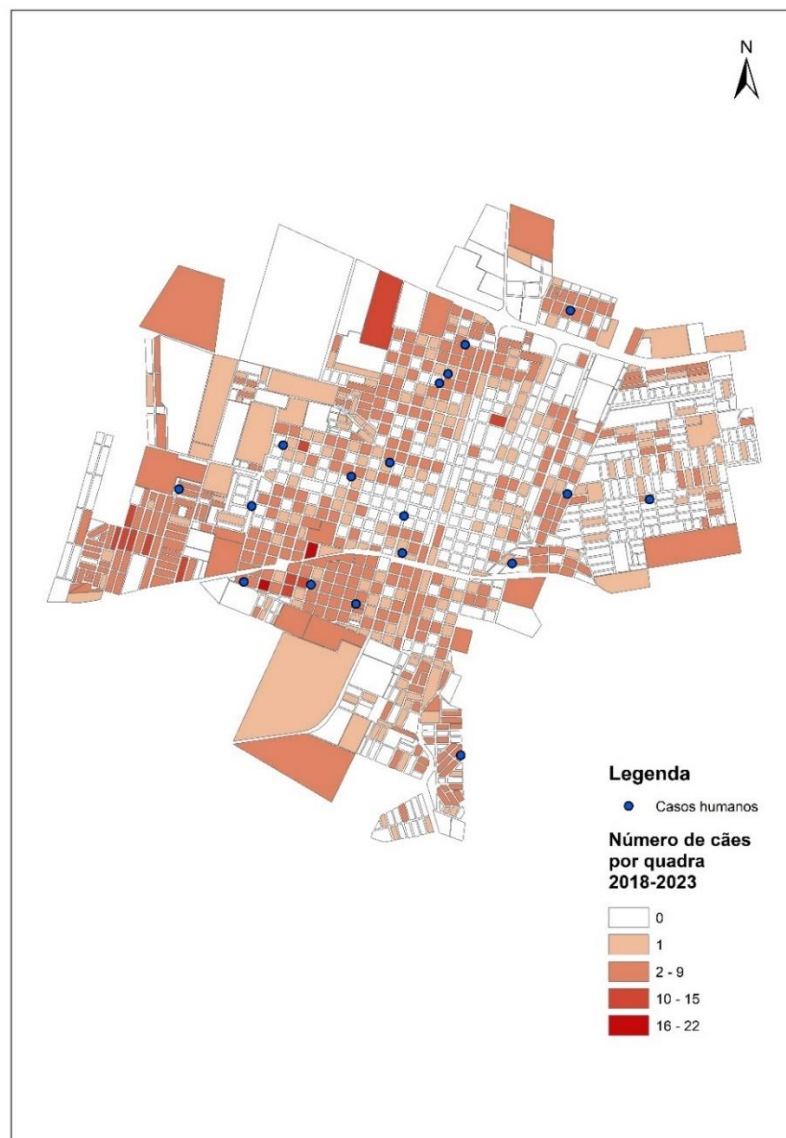
Fonte: Autoria própria, 2024

#### 4.2.2 Casos Humanos

Devido ao baixo número de casos de LV em humanos, uma análise anual separada não se mostrava viável. Assim, a análise dos dados pontuais humanos foi realizada agrupando os casos dos cinco anos em estudo de cada município.

Entre os anos de 2018 e 2023 ocorreram 22 casos de leishmaniose visceral em humanos, pelo mapa é possível observar que os casos humanos estão localizados em quadras que possuem concentração de casos caninos, sendo possível observar na figura 17.

Figura 17 – Mapa de casos de leishmaniose visceral canina e humana em Dracena entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Devido ao baixo número de casos humanos, não foi viável realizar o cálculo do Vizinho Mais Próximo, pois não daria uma boa correlação.

#### 4.4. PANORAMA

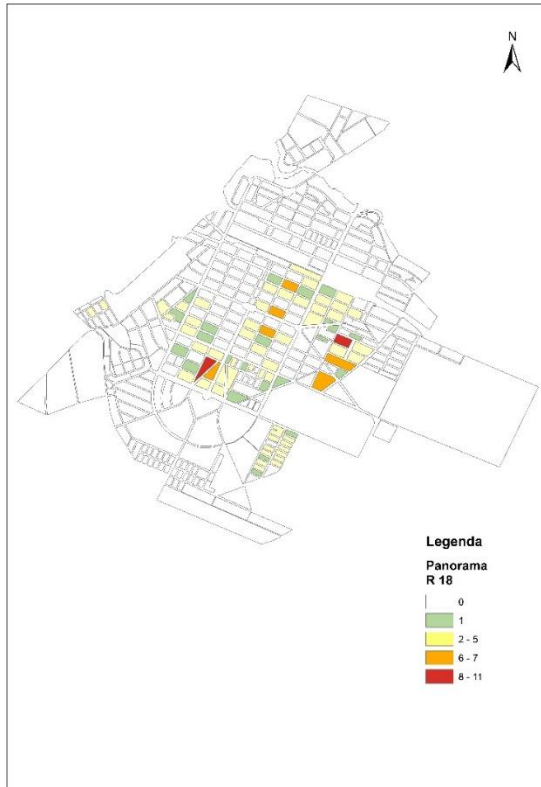
##### 4.4.1. Casos Caninos

Na figura 18, observa-se os Mapas de Concentração e os Mapas de Kernel para análise dos casos caninos reagentes à Leishmaniose Visceral no município de Panorama.

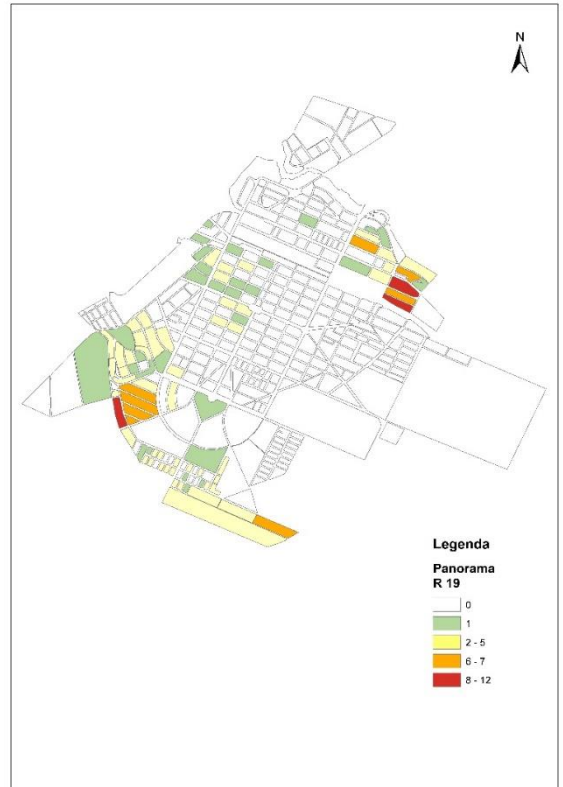
Em 2018, a cidade apresentou 249 casos reagentes, em que a maior concentração foi nas quadras centrais da cidade. Em 2019, com 254 casos, as quadras onde foram detectadas o maior número de reagentes estão localizadas na região sudoeste do município. No ano de 2020, o número de casos aumentou para 316 reagentes, as quadras da região sudeste apresentaram o maior número de casos, seguida pela região norte. Em 2021, os casos se concentraram um pouco mais para o centro, mas sua maior concentração foi na região Sul, com 13 casos por quadra e 227 casos no ano. Já em 2022 e 2023, houve uma redução dos casos, registrando respectivamente, 160 e 140 reagentes.

Figura 18 - Mapas de Concentração dos Casos de Cães Reagentes à Leishmaniose Visceral em Panorama entre 2018 – 2023

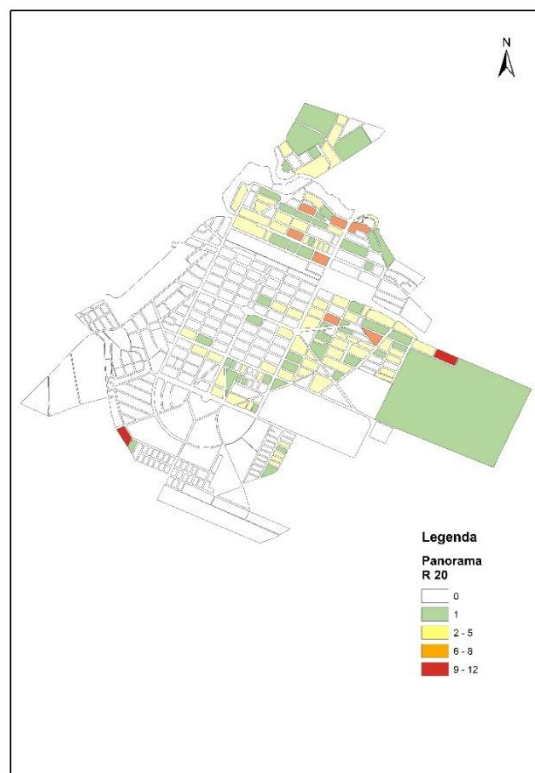
2018



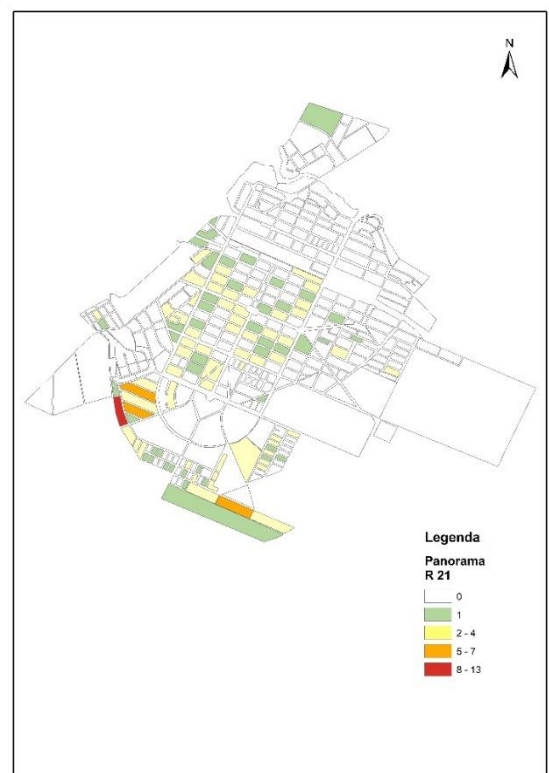
2019



2020



2021

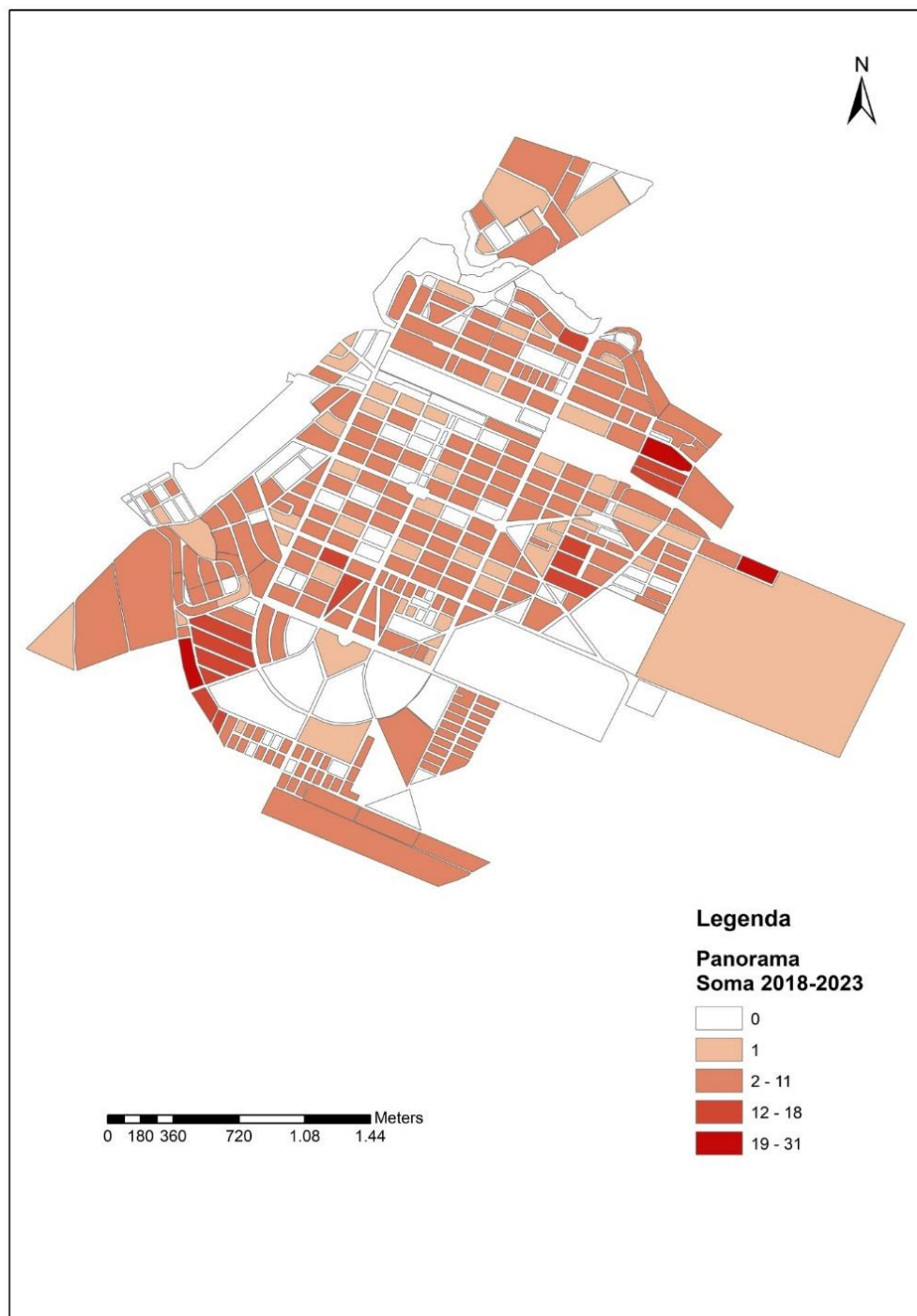




Fonte: Autoria própria, 2024

Observando a figura 19, tem-se uma concentração maior na região sudoeste, variando entre 19 e 31 casos de leishmaniose visceral em cães por quadra entre 2018 e 2023.

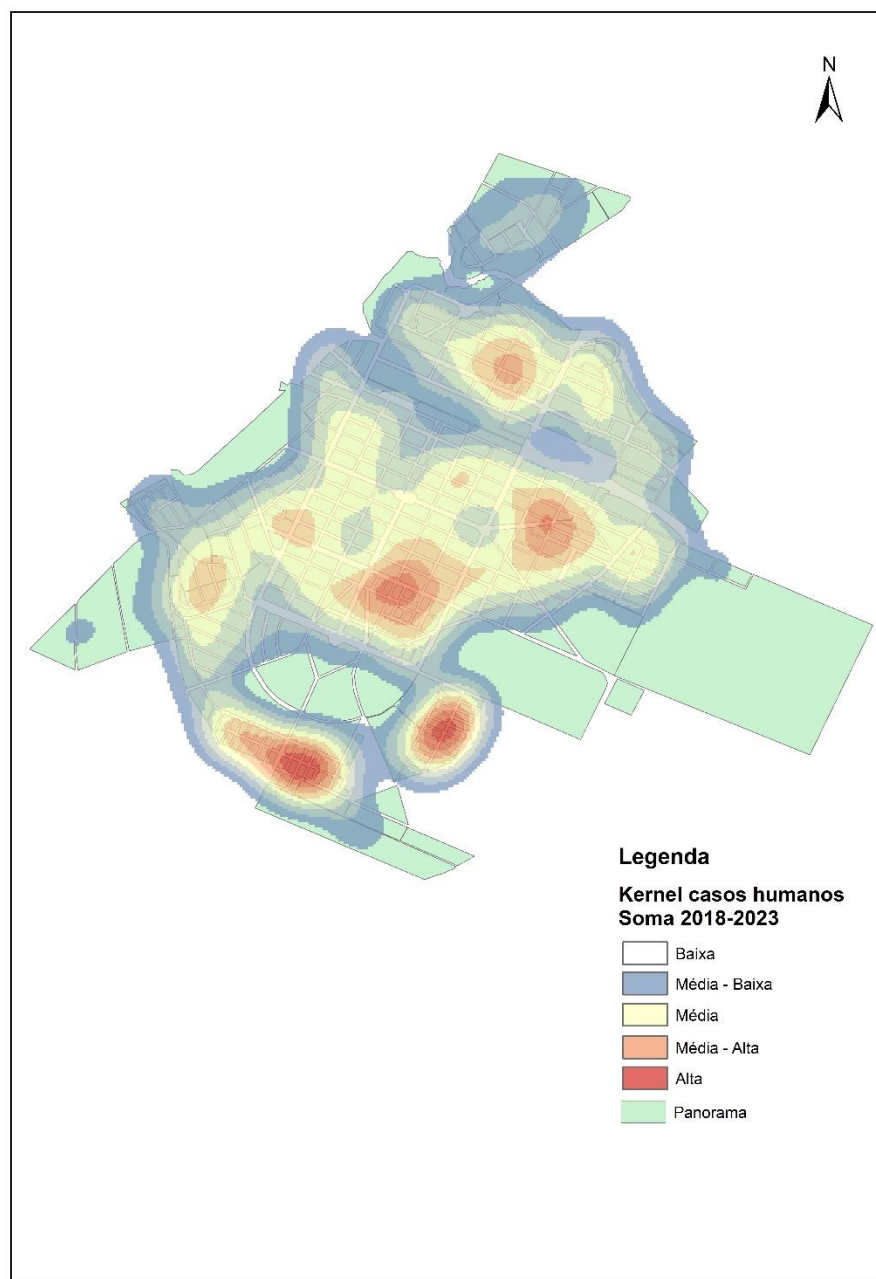
Figura 19 – Casos totais reagentes de leishmaniose visceral em cães por quadra na cidade de Panorama entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Podemos observar também através do estimador de kernel, na figura 20.

Figura 20 – Estimador de kernel de cães por quadra na cidade de Panorama entre 2018 e 2023

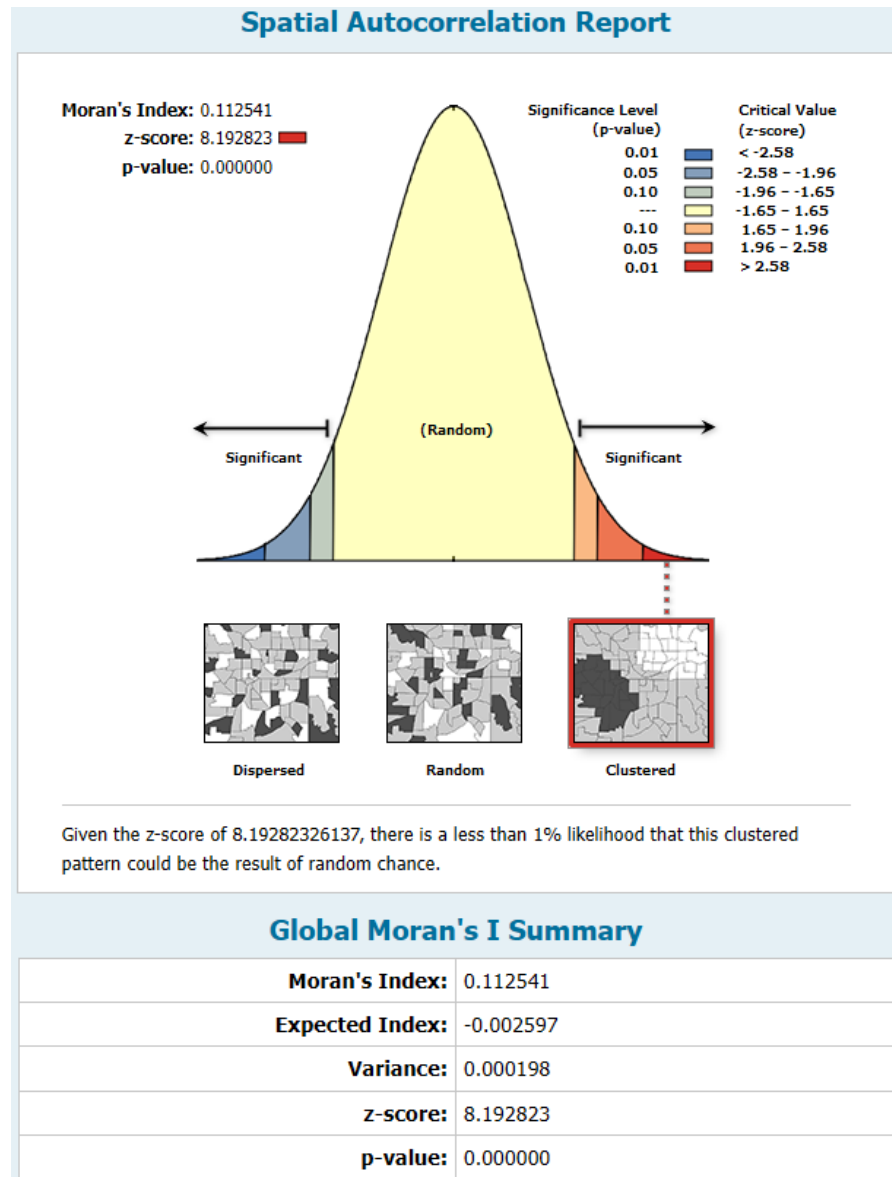


Fonte: Autoria própria, 2024

Para analisar com precisão estatística a distribuição das incidências caninas infectados pela doença, foi realizado a autocorrelação espacial de Moran, demonstrado na figura 21.

Os resultados do Índice de Moran para o período de 2018 a 2023 fornecem evidências científicas de que as ocorrências de cães infectados na cidade estavam fortemente correlacionadas com as áreas específicas onde são registradas.

Figura 21 – Autocorrelação Espacial para os casos reagentes caninos na cidade de Panorama entre 2018 e 2023

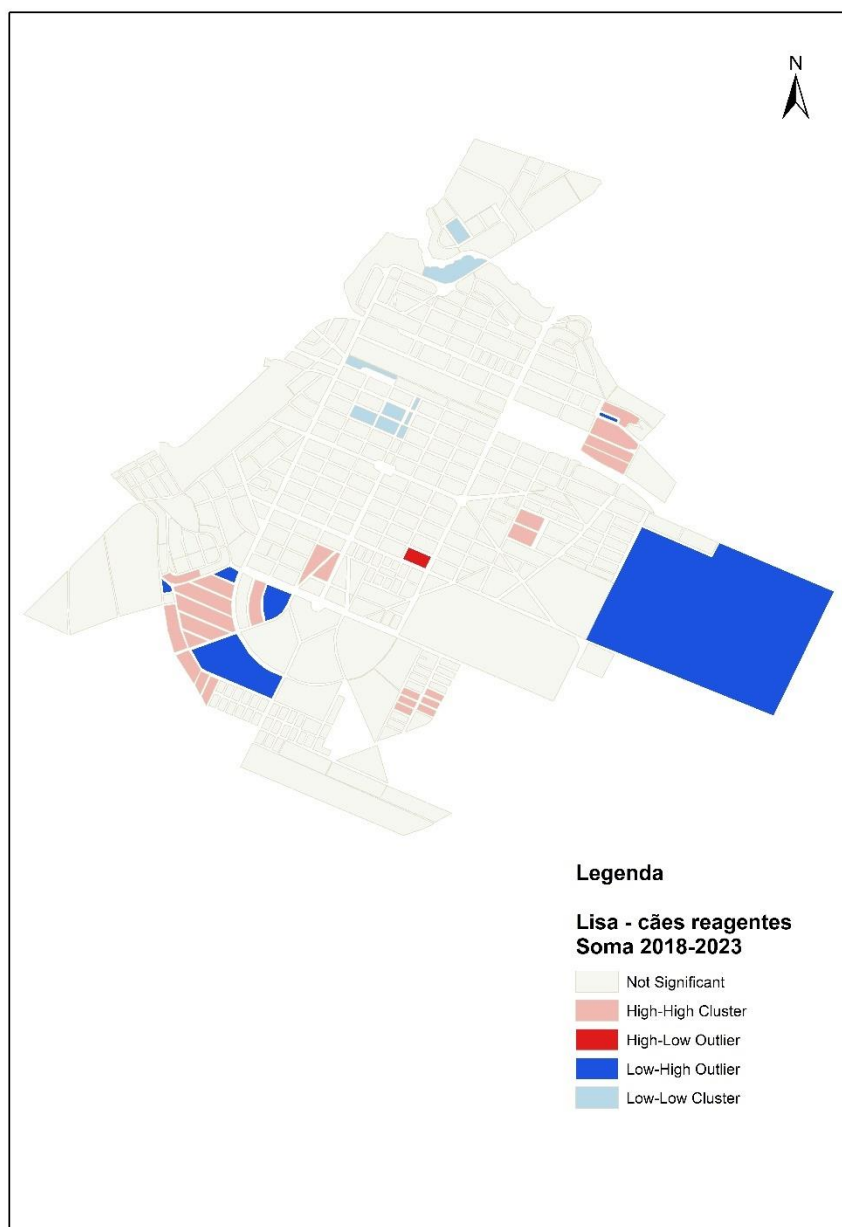


Fonte: Autoria própria, 2024

Foi elaborado o mapa de cluster LISA para identificar e visualizar o grau de semelhança entre as quadras mais próximas.

Podemos observar na figura 22, os focos localizados na região oeste da cidade, em que possui correlações bastante significantes com quadras com altos números de casos próximo a quadras com baixo e alto número de casos.

Figura 22: Mapa de LISA para análise dos casos reagentes caninos em Panorama entre 2018 e 2023



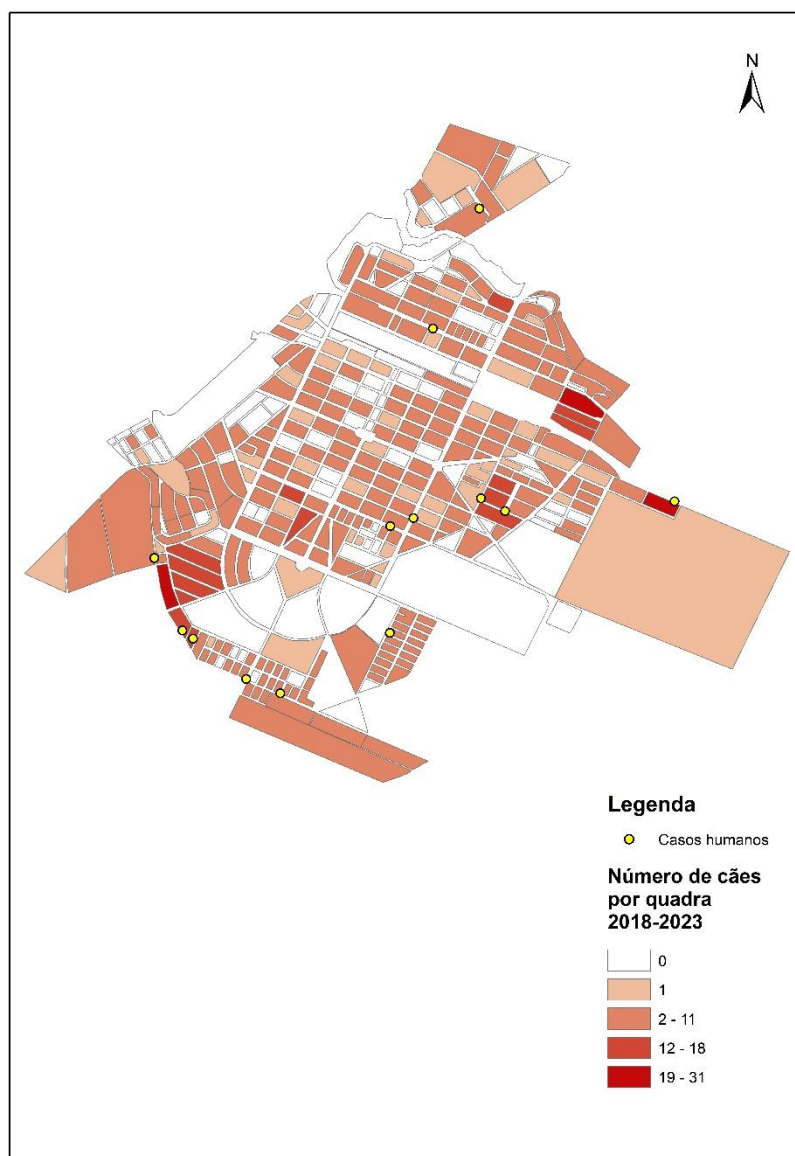
Fonte: Autoria própria, 2024

#### 4.4.2. Casos Humanos

Em seguida, foram analisados os casos de humanos infectados pela LV em Panorama. Entre os anos de 2018 e 2023 ocorreram 13 casos de leishmaniose visceral em humanos, verifica-se que eles estão localizados em quadras que possuem alta concentração de casos caninos e nas regiões periféricas da cidade, mostrado na

figura 23. Devido ao baixo número de casos humanos, não foi viável realizados o cálculo do Vizinho Mais Próximo, visto que daria aleatório.

Figura 23 – Casos totais reagentes de leishmaniose visceral em humanos por pontos na cidade de Panorama entre 2018 e 2023

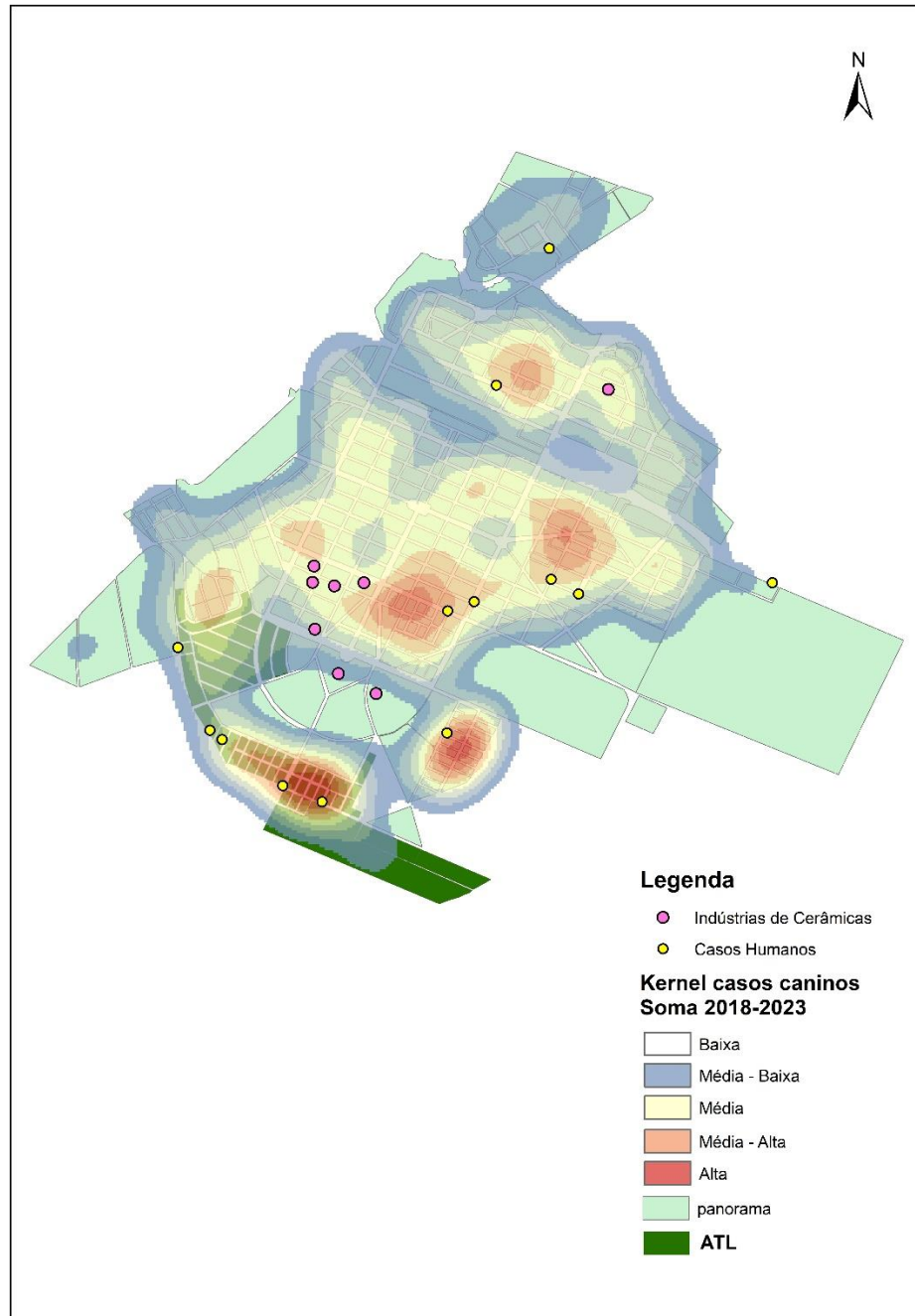


Fonte: Autoria própria, 2024

Podemos observar também que a maior concentração de casos de leishmaniose canina ocorreu na região sudeste do município. Em resposta, foi realizada uma ação de encoleiramento (ATL) nos cães dessa área, visando reduzir os focos de transmissão da doença. Observamos na figura 24, uma possível correlação entre os casos caninos e humanos, além da localização das indústrias cerâmicas

presentes na região, oferecendo uma visão abrangente da distribuição dos casos e das intervenções realizadas.

Figura 24 – Estimador de kernel de cães por quadra na cidade de Panorama entre 2018 e 2023 correlacionando com ATL, Casos Humanos e Indústrias Cerâmicas



Fonte: Autoria própria, 2024

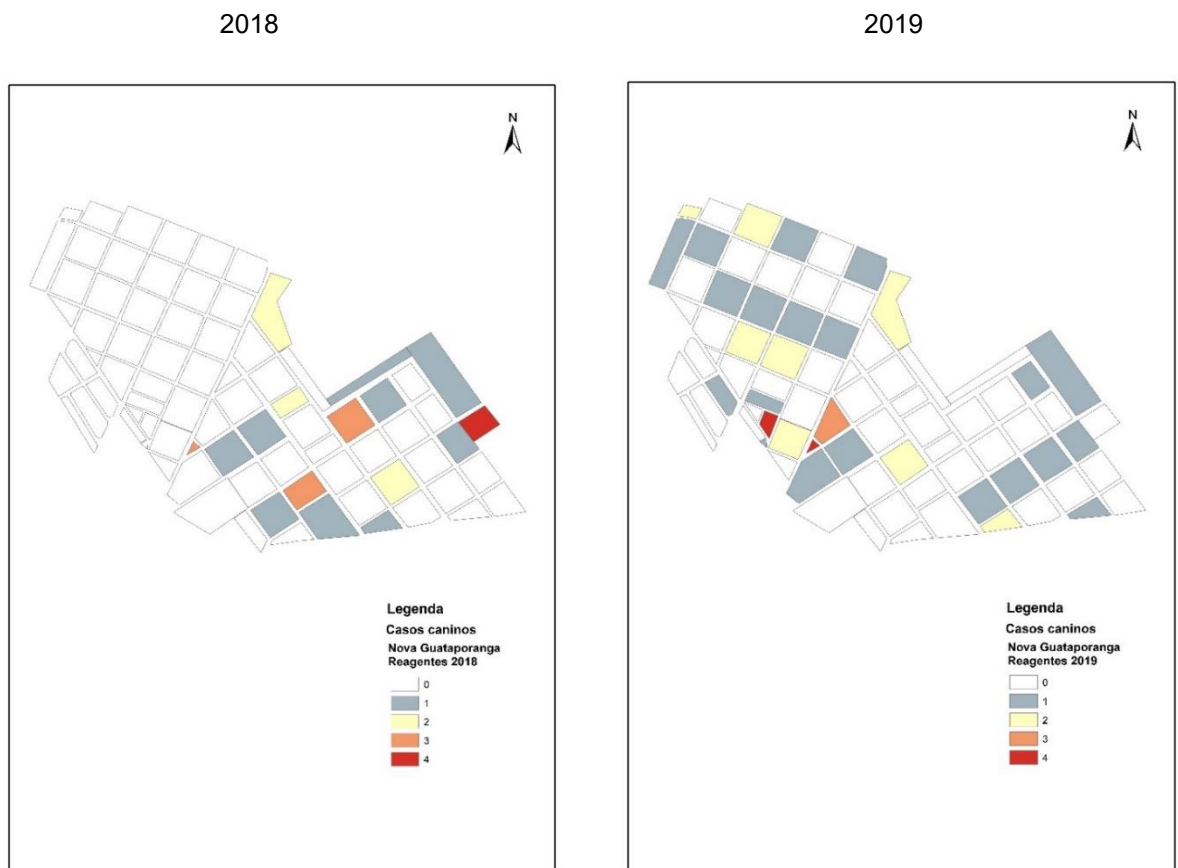
## 4.5. NOVA GUATAPORANGA

### 4.5.1. Casos Caninos

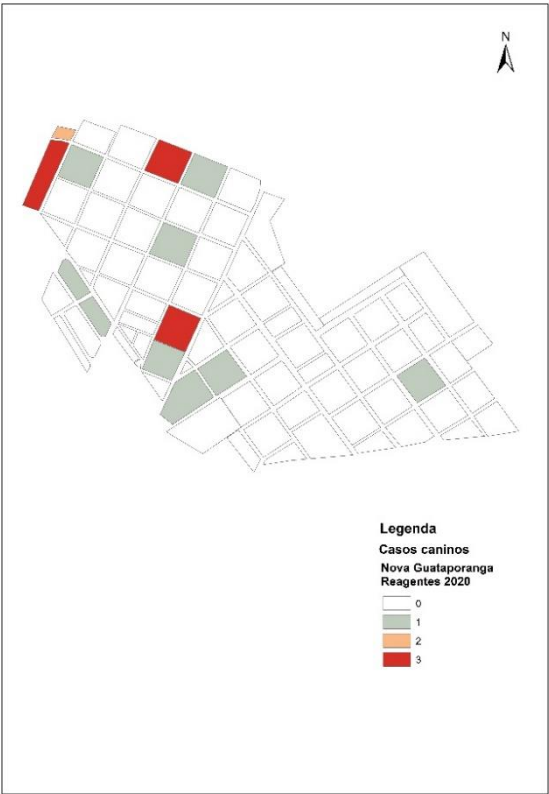
Na figura 25, observa-se os Mapas de Concentração e os Mapas de Kernel para análise dos casos caninos reagentes à Leishmaniose Visceral no município de Nova Guataporanga.

No ano de 2018, na cidade de Nova Guataporanga, verifica-se que os casos reagentes de Leishmaniose Visceral (LV) estão localizados no centro e na região Leste da cidade e foram registrados 28 casos. Já em 2019, os 47 casos reagentes encontram-se espalhados pela cidade, mas concentram-se na região Oeste. Em 2020, o número de quadras com casos reagentes de leishmaniose diminuiu para 20 casos registrados, porém as quadras foram registradas com maior número de reagentes. Em 2021 e 2022, os casos voltaram a aparecer, tendo respectivamente, 35 e 28 casos, concentrados nas extremidades da cidade. Já em 2023, o número de reagentes aumentou para 73, tendo os casos espalhados pela cidade.

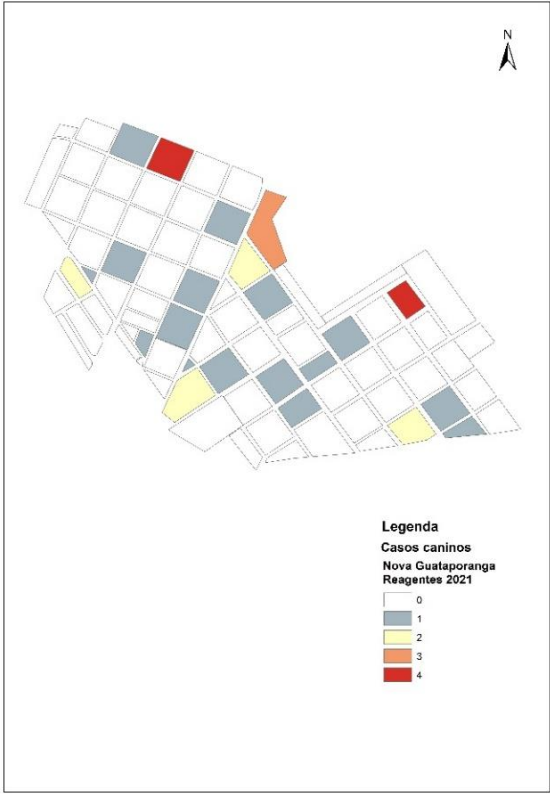
Figura 25 - Mapas de Concentração dos Casos de Cães Reagentes à Leishmaniose Visceral em Nova Guataporanga entre 2018 – 2023



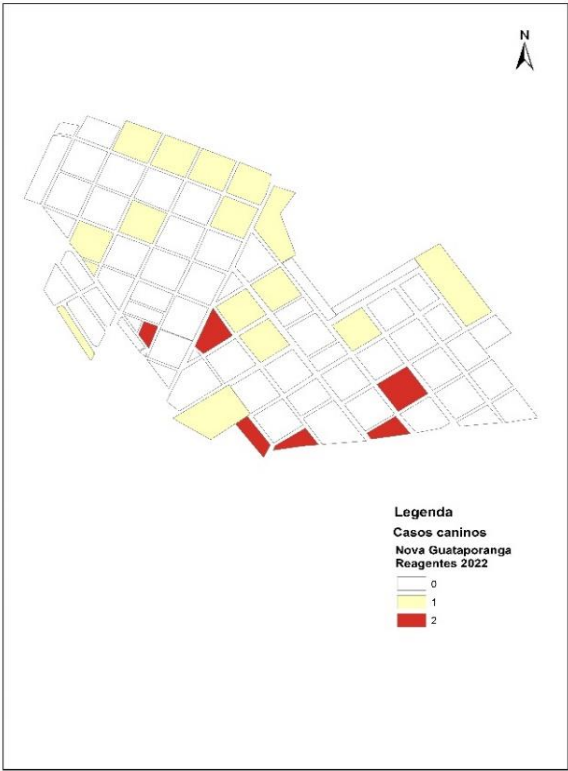
2020



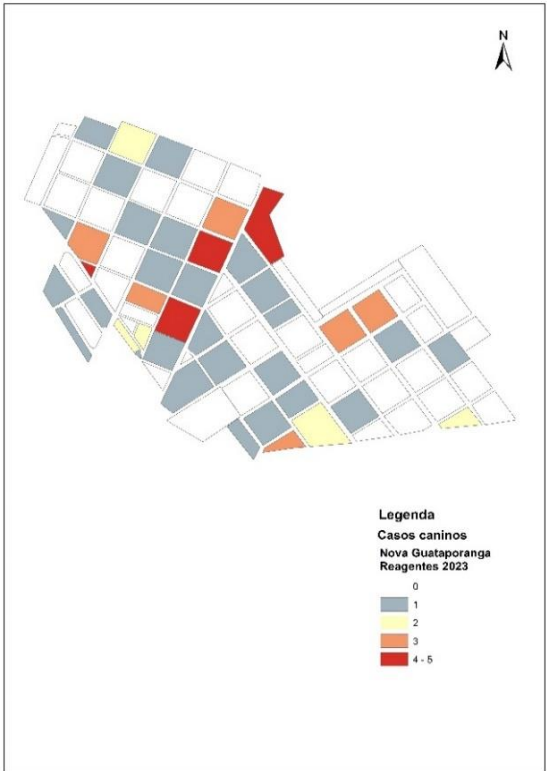
2021



2022

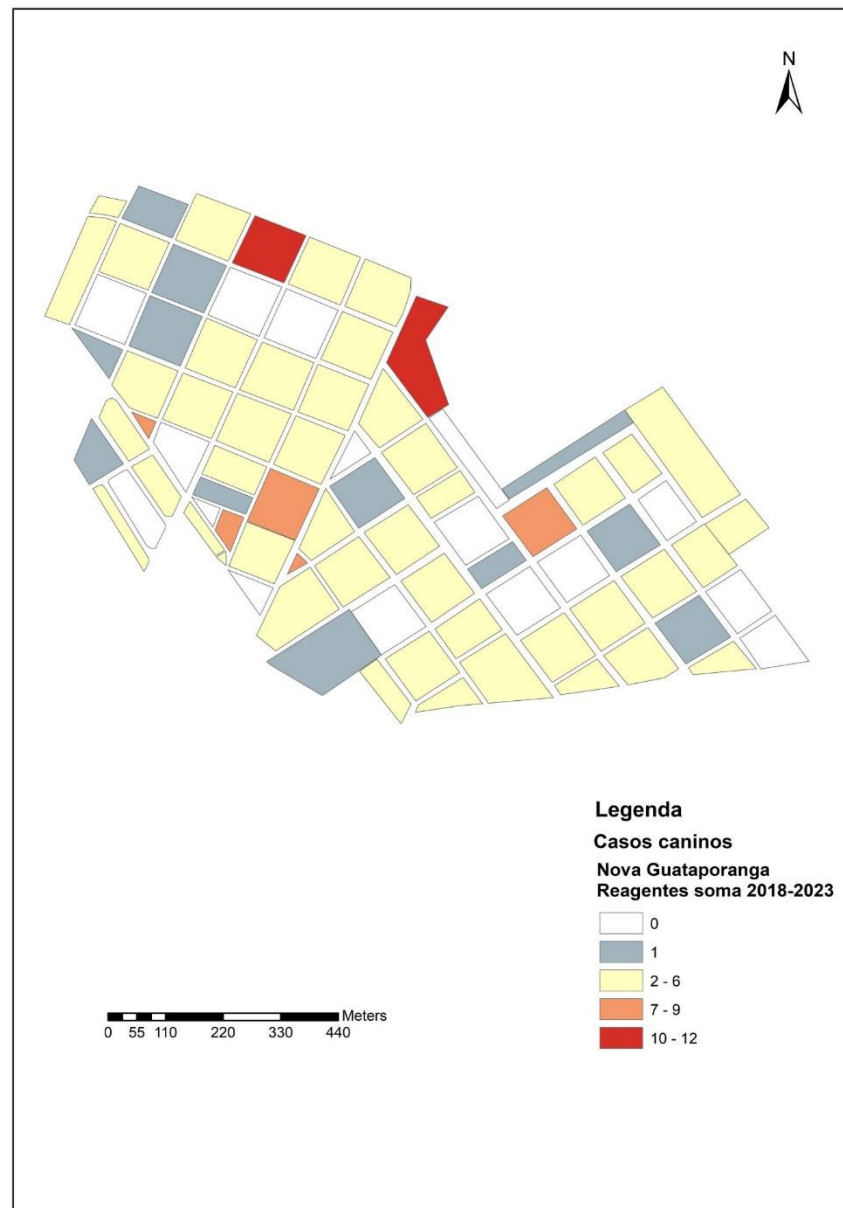


2023



Através da figura 26, observa-se uma concentração maior na região norte, variando entre 7 e 9 casos e na região sul variando entre 10 e 12 casos de cães infectados por quadra.

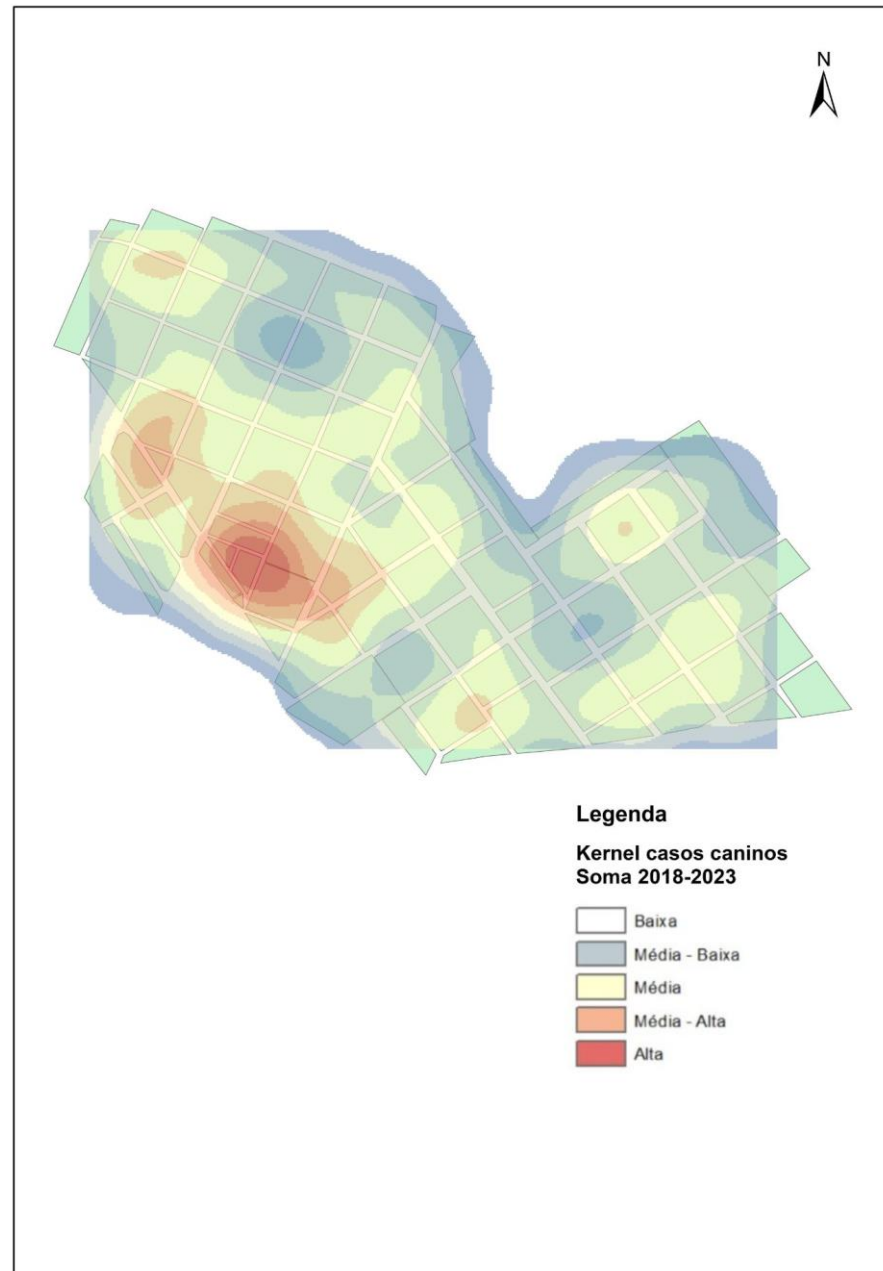
Figura 26 – Casos totais de Leishmaniose Visceral por quadra em cães na cidade de Nova Guataporanga entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Podemos observar também através do estimador de kernel, mostrado na figura 27.

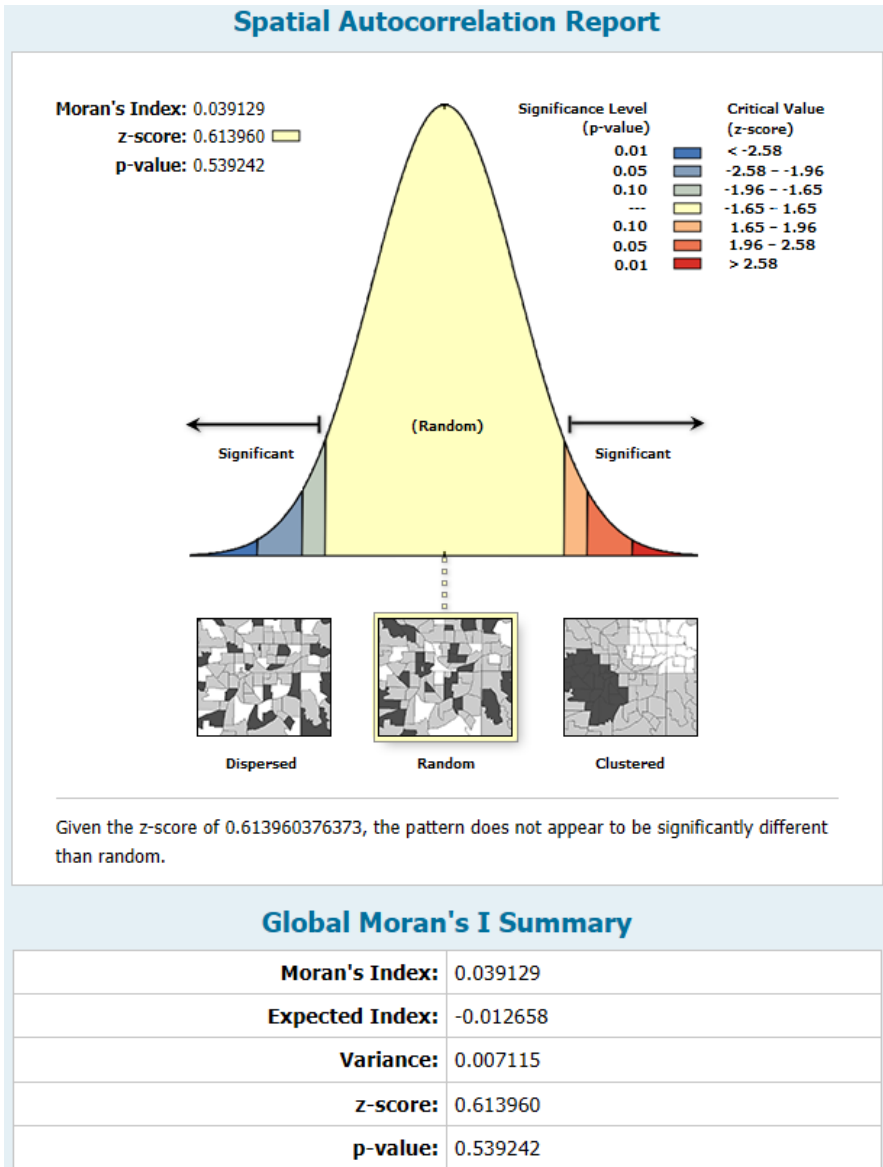
Figura 27 – Estimador de kernel de cães por quadra na cidade de Nova Guataporanga entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Para analisar com precisão estatística a distribuição das incidências caninas infectados pela doença, foi feito a autocorrelação espacial de Moran. Podemos observar através da figura 28, que o resultado foi aleatório. O que se deve ao fato de os casos estarem espalhados pela cidade e a correlação espacial entre eles não serem significativas.

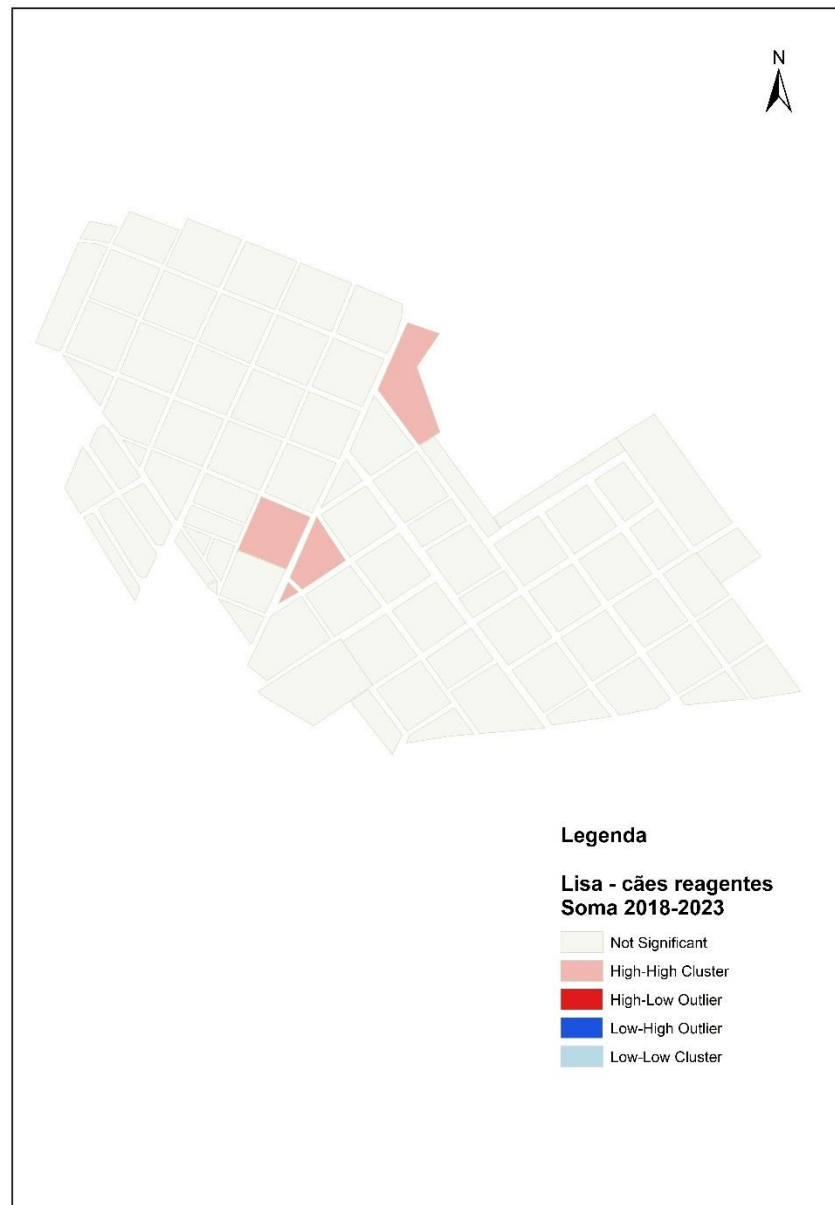
Figura 28 – Autocorrelação Espacial para os casos reagentes caninos na cidade de Nova Guataporanga entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Foi elaborado o mapa de cluster LISA para identificar e visualizar o grau de semelhança entre as quadras mais próximas e podemos observar na figura 29, poucos focos na cidade, em que possui correlações bastante significantes com quadras com altos números de casos próximo a quadras com alto número de casos.

Figura 29: Mapa de LISA para análise dos casos reagentes caninos em Panorama entre 2018 e 2023



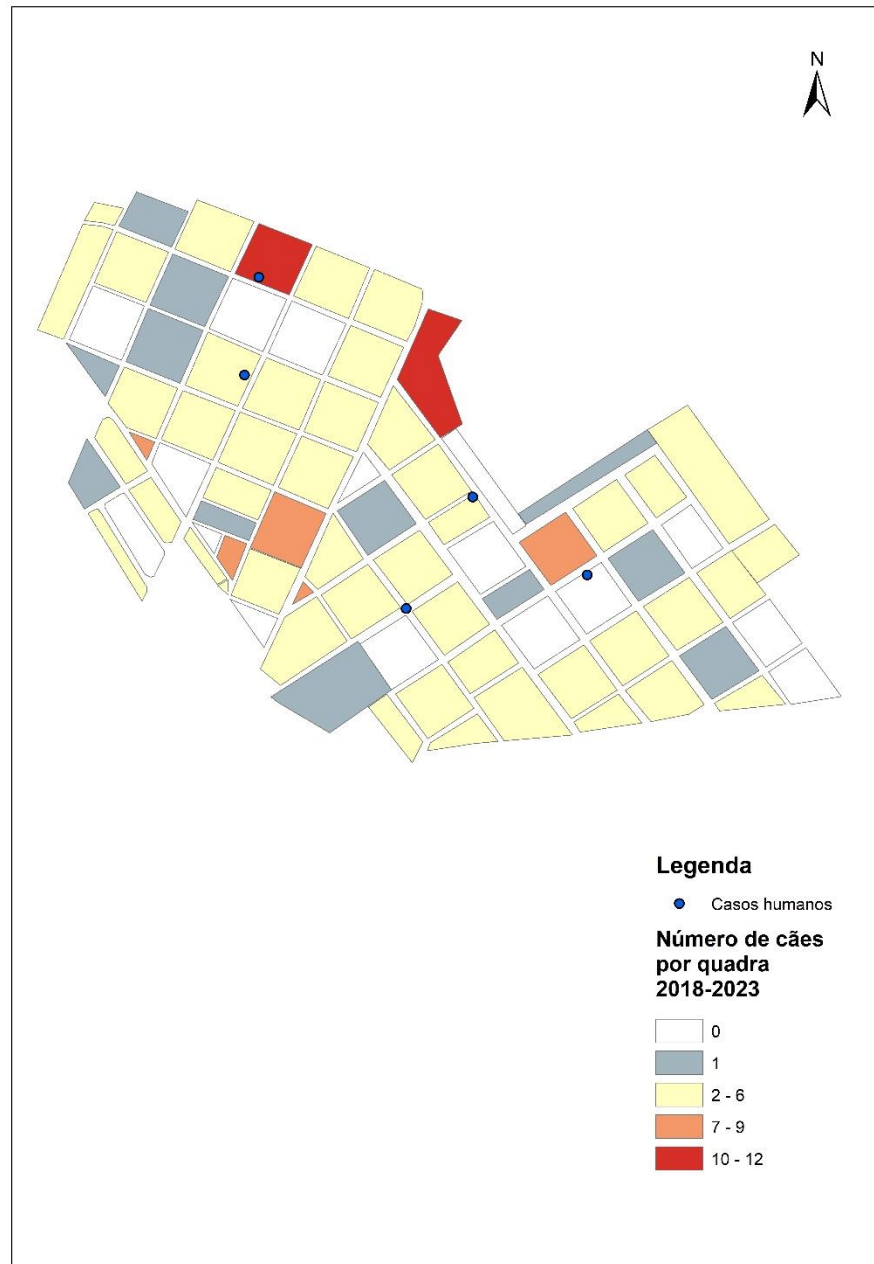
Fonte: Autoria própria, 2024

#### 4.5.2. Casos Humanos

Em seguida, na figura 30, foram analisados os casos de humanos infectados pela Leishmaniose Visceral (LV) em Nova Guataporanga. Entre os anos de 2018 e 2023 ocorreram 5 casos de leishmaniose visceral em humanos, verifica-se que eles estão localizados em quadras que possuem alta concentração de casos caninos e nas regiões periféricas da cidade.

Devido ao baixo número de casos humanos, não foi viável realizados o cálculo do Vizinho Mais Próximo, visto que daria aleatório.

Figura 30 – Casos totais reagentes de leishmaniose visceral em humanos por pontos na cidade de nova Guataporanga entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

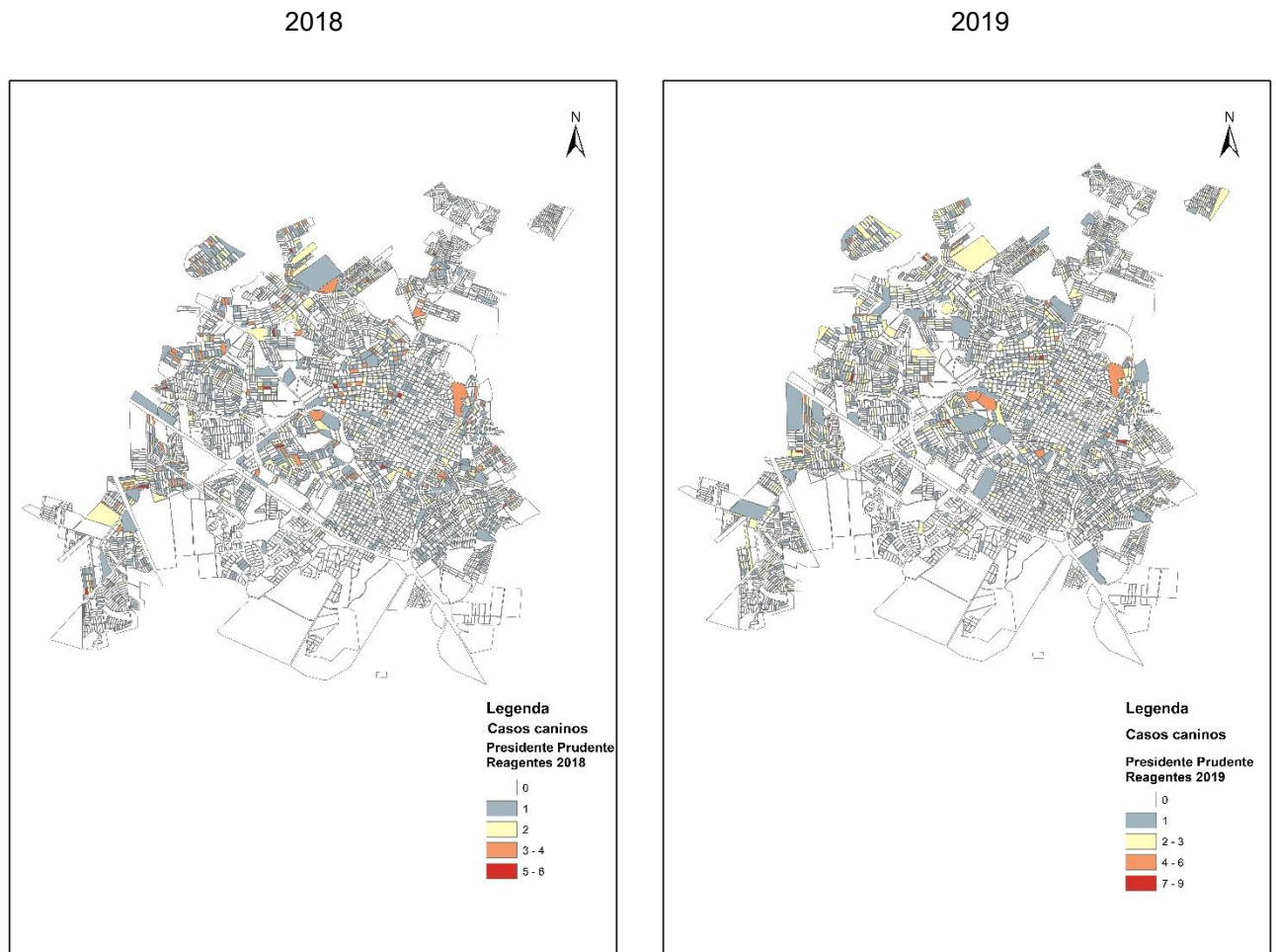
#### 4.6. PRESIDENTE PRUDENTE

##### 4.6.1 Casos Caninos

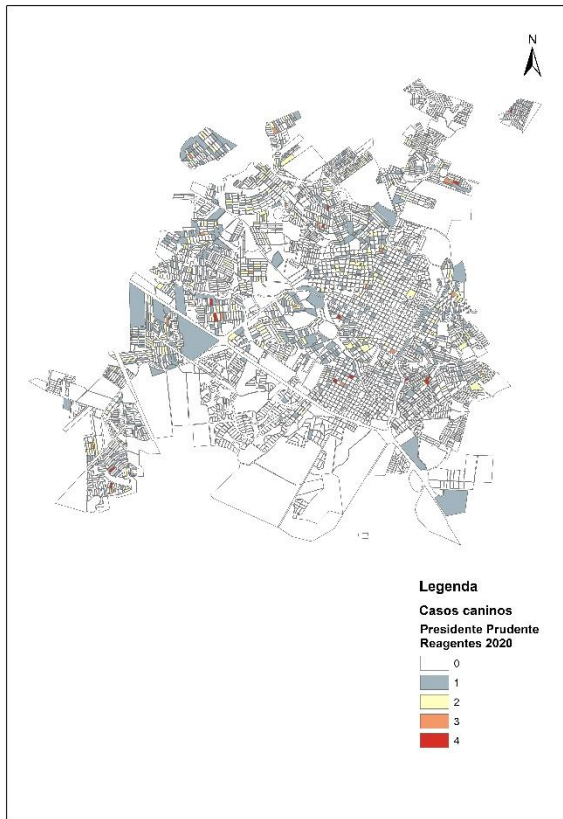
Na figura 31, observa-se os Mapas de Concentração e os Mapas de Kernel para análise dos casos caninos reagentes à Leishmaniose Visceral no município de Presidente Prudente.

No ano de 2018, verifica-se que os casos reagentes de LV estão localizados nas extremidades da cidade e foram registrados 1651 casos. Já em 2019, os 1771 casos encontram-se espalhados pela cidade, mas concentram-se na região Norte. Em 2020, o número de quadras com casos reagentes de leishmaniose diminuiu para 1084 casos registrados, isto pode ter acontecido devido a pandemia, em que menos testes foram realizados. Em 2021 e 2022, os casos diminuíram mais ainda, tendo respectivamente, 974 e 981 casos, concentrados nas extremidades da cidade, com enfoque na região Oeste. Já em 2023, os casos voltaram a aparecer mais para o centro da cidade, somando 1245 casos.

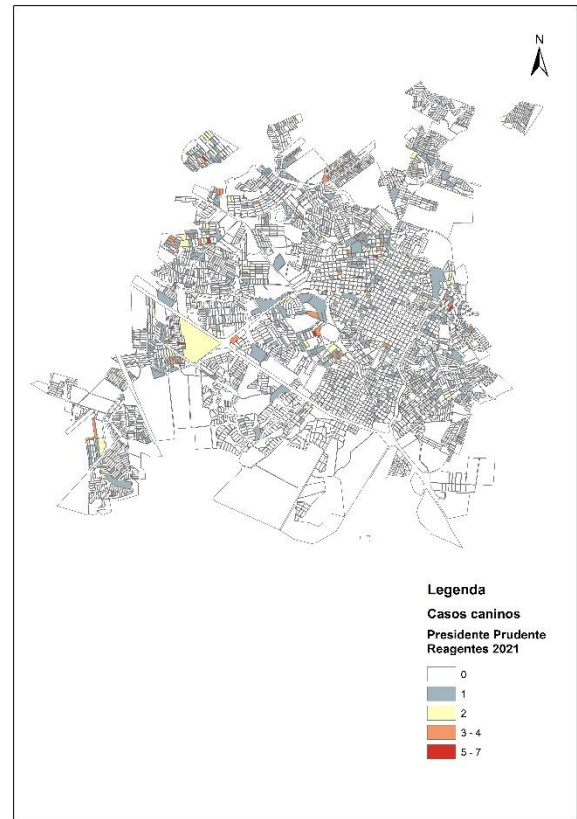
Figura 31 - Mapas de Concentração dos Casos de Cães Reagentes à Leishmaniose Visceral em Presidente Prudente de 2018 a 2023



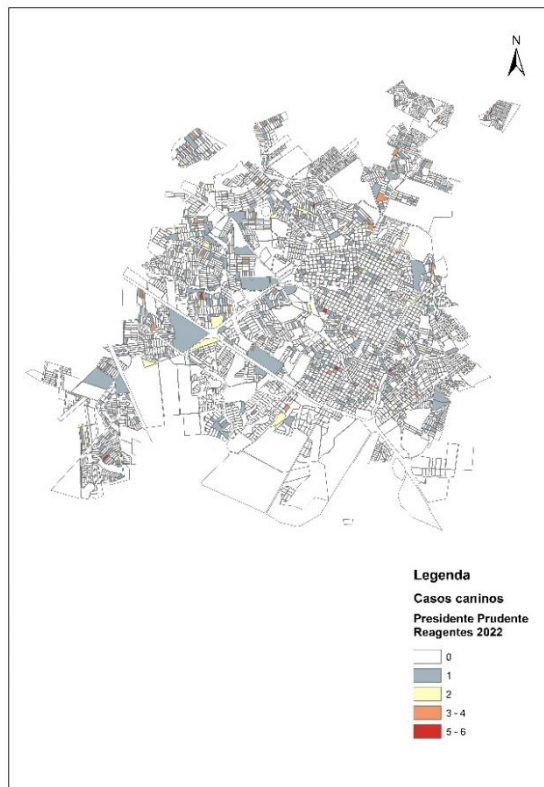
2020



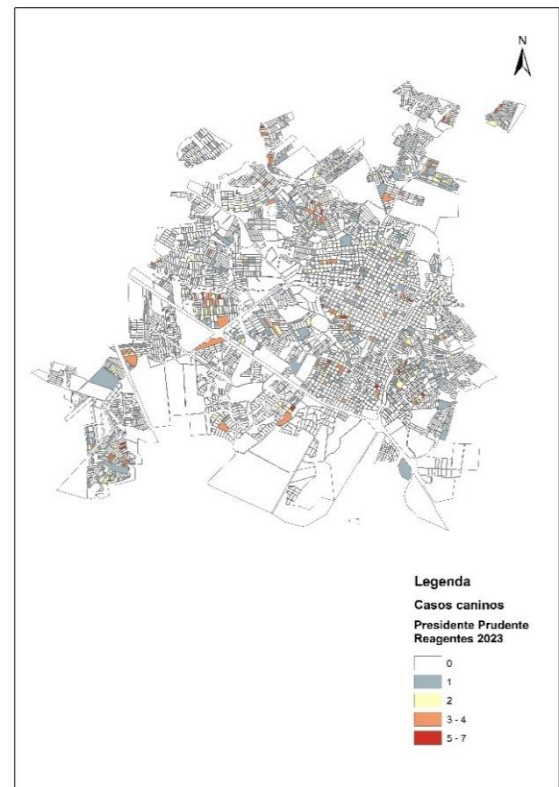
2021



2022



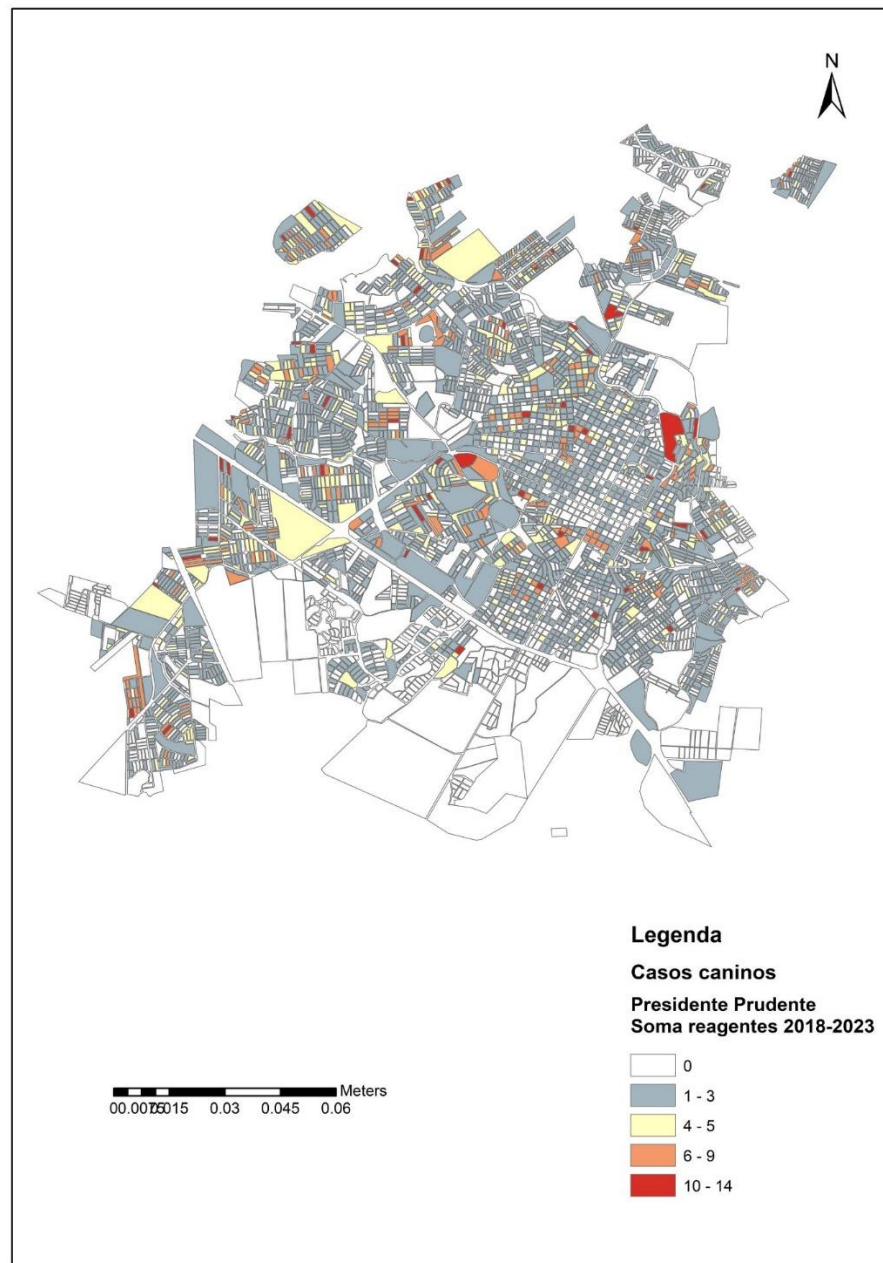
2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Ao observar a soma dos anos de 2018 a 2023, na figura 32, observamos que os casos estão espalhados pela cidade, com o maior número de cães por quadras variando entre 10 e 14 casos de leishmaniose visceral em cães por quadra. Durante os cinco anos, tivemos 7706 casos registrados.

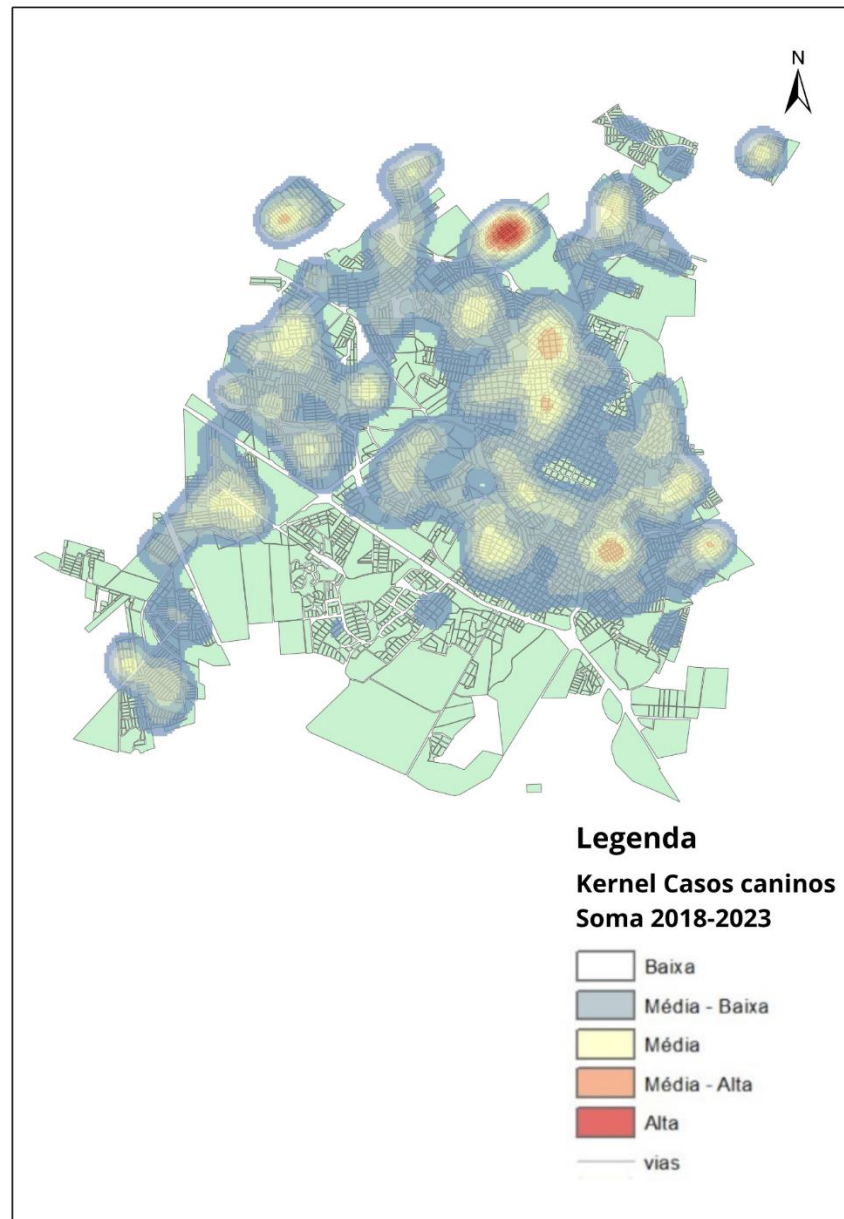
Figura 32 – Casos totais reagentes de leishmaniose visceral em cães por quadra na cidade de Presidente Prudente entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Podemos observar também através do estimador de kernel, demonstrado pela figura 33.

Figura 33 – Estimador de kernel de cães por quadra na cidade de Presidente Prudente entre 2018 e 2023

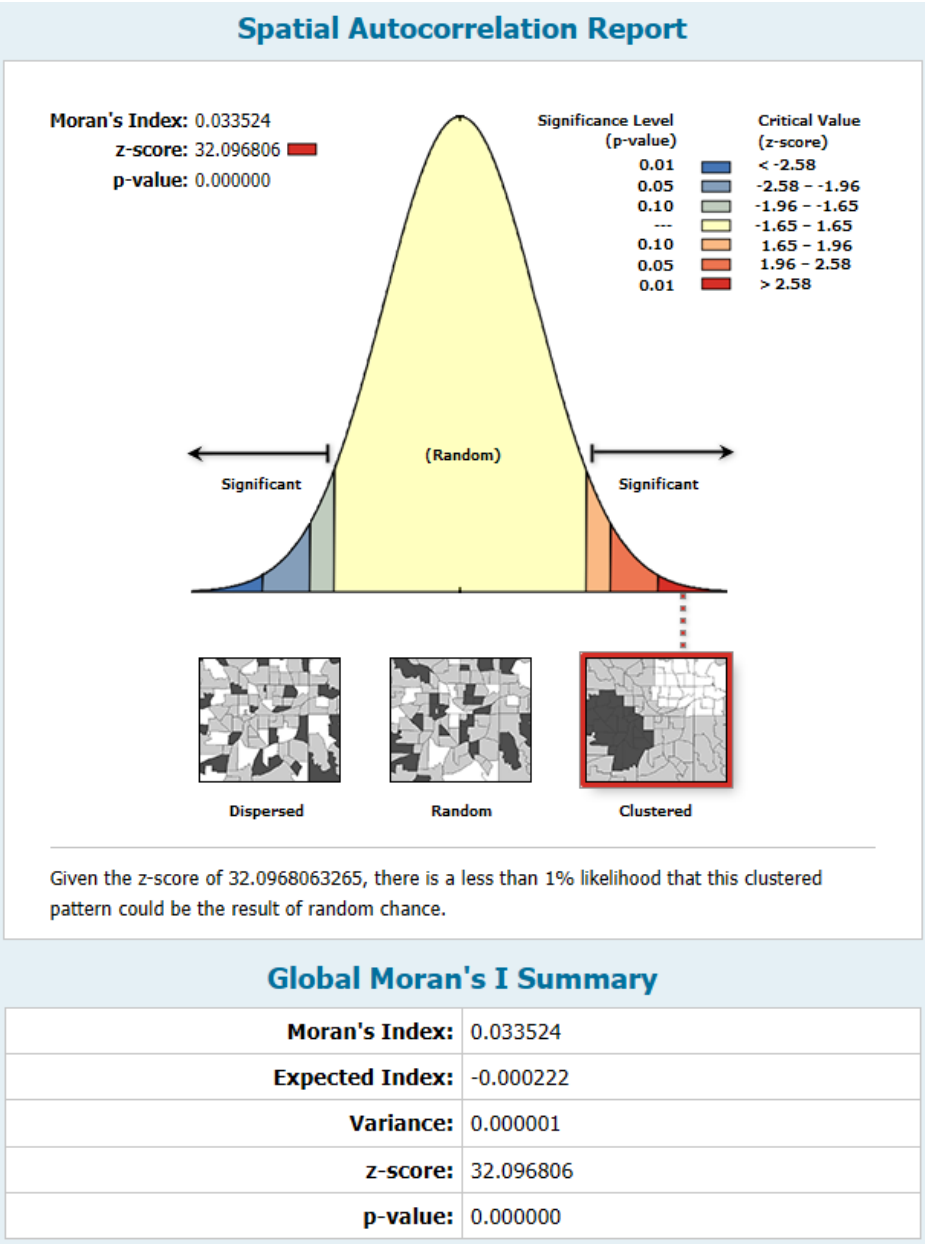


Fonte: Autoria própria, 2024

Para analisar com precisão estatística a distribuição das incidências caninas infectados pela doença, foi utilizado a autocorrelação espacial de Moran, observado na figura 34. Os resultados para o período de 2018 a 2023 fornecem evidências

científicas de que as ocorrências de cães infectados na cidade estavam fortemente correlacionadas com as áreas específicas onde são registradas.

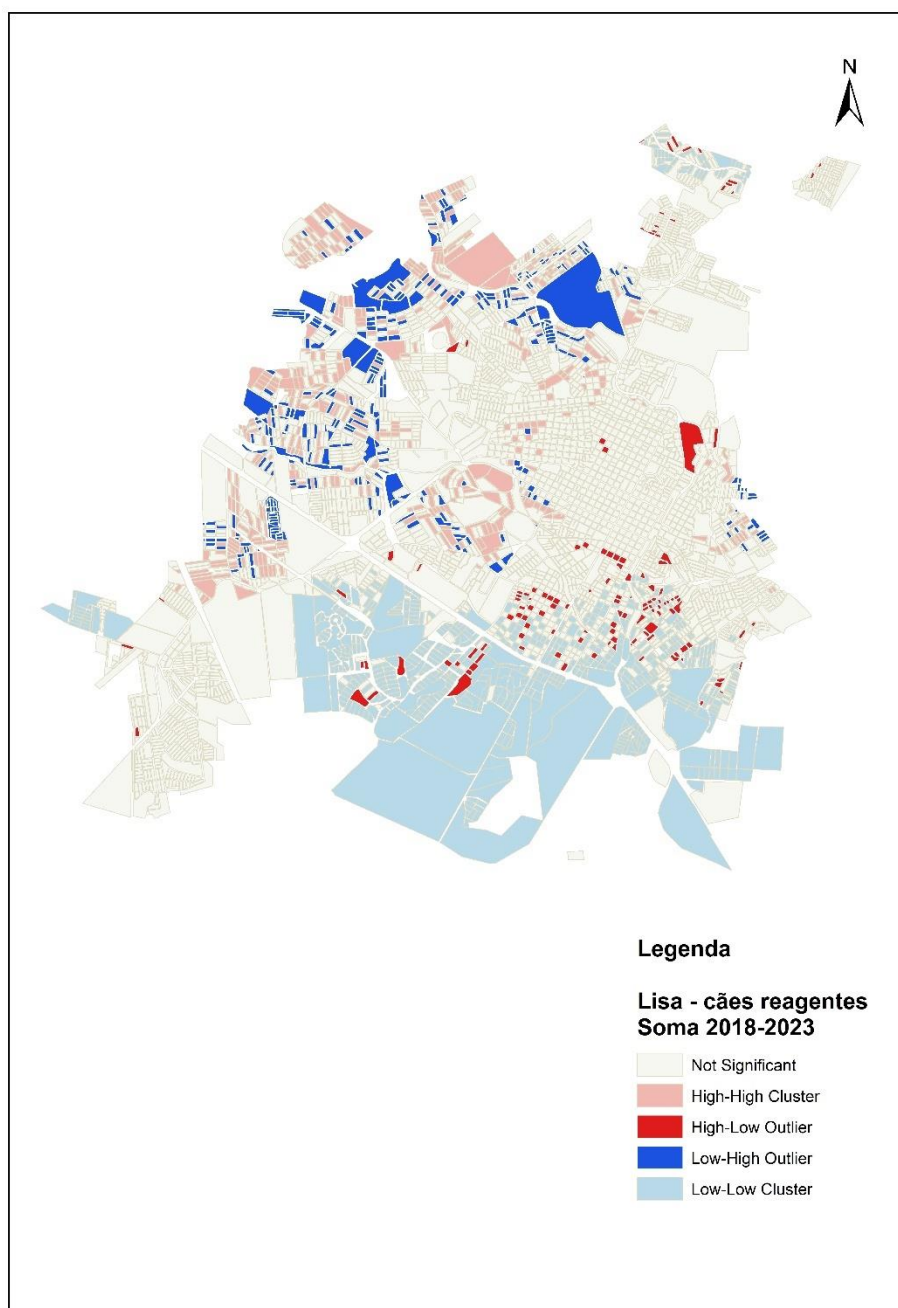
Figura 34 – Autocorrelação Espacial para os casos reagentes caninos na cidade de Presidente Prudente entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Na figura 35, foi elaborado o mapa de cluster LISA para identificar e visualizar o grau de semelhança entre as quadras mais próximas e podemos observar os focos nas extremidades da cidade, em que possui correlações bastante significativas com quadras com altos números de casos próximo a quadras com alto e baixo números de casos.

Figura 35: Mapa de LISA para análise dos casos reagentes caninos em Presidente Prudente entre 2018 e 2023



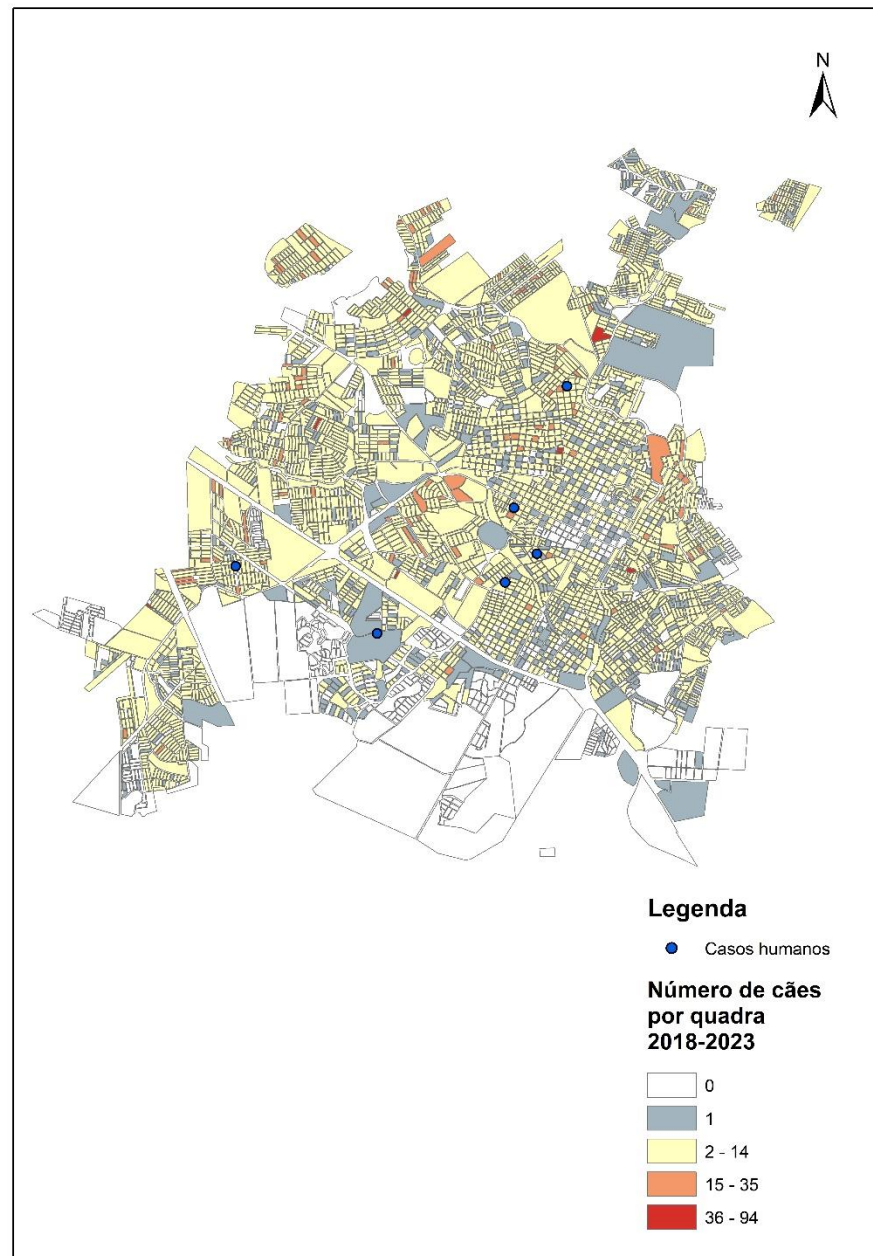
Fonte: Autoria própria, 2024

#### 4.6.2 Casos Humanos

Em seguida, foram analisados os casos de humanos infectados pela LV durante os anos de 2018 a 2021, pois não houve registros durante os anos de 2022 e 2023.

Podemos observar na figura 36, que os casos humanos seguem espalhados e próximos a quadras que possuem alto caso de cães infectados.

Figura 36 – Casos totais reagentes de leishmaniose visceral em humanos por pontos na cidade de Panorama entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

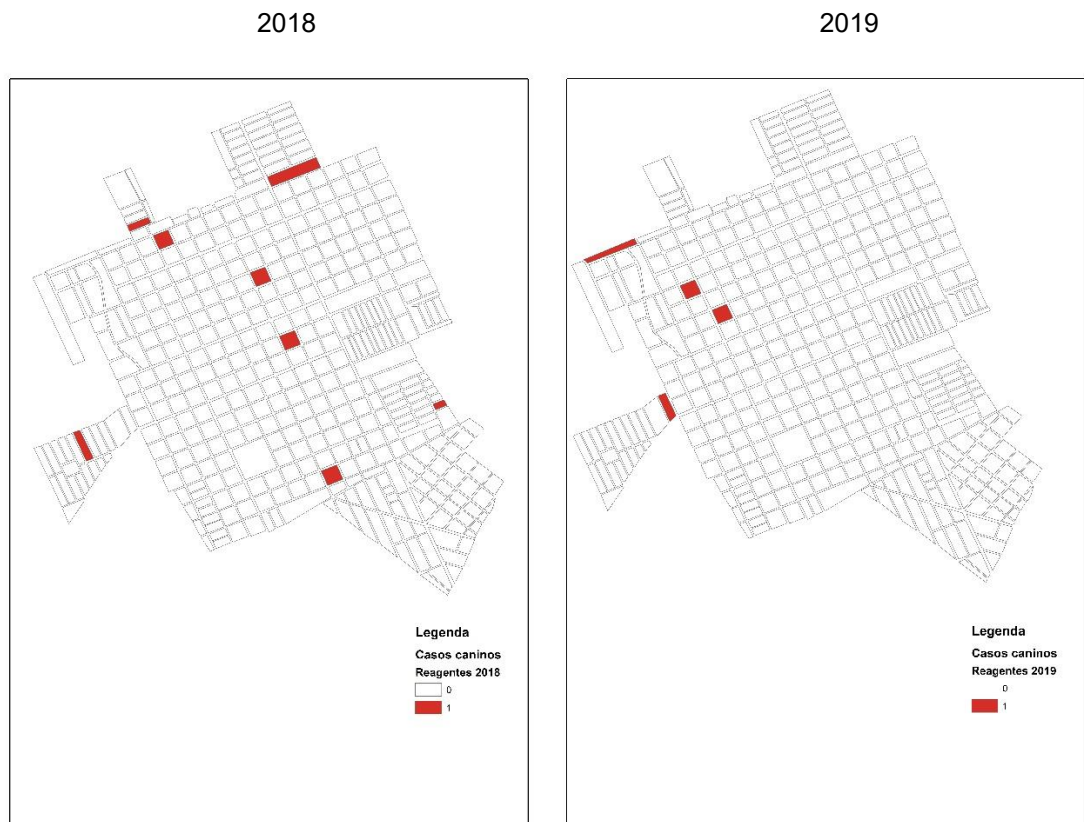
#### 4.7. TEODORO SAMPAIO

##### 4.7.1 Casos Caninos

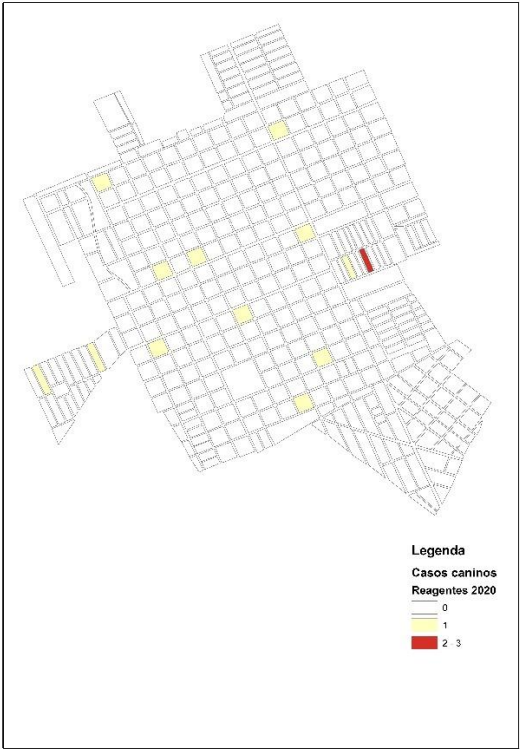
Na figura 37, observa-se os Mapas de Concentração e os Mapas de Kernel para análise dos casos caninos reagentes à Leishmaniose Visceral no município.

Em 2018, registraram-se 8 casos reagentes, em que a maior concentração foi nas quadras centrais e periféricas. Em 2019, com 4 casos, as quadras onde foram detectadas o maior número de reagentes estão localizadas na região oeste do município. No ano de 2020, o número de casos aumentou para 15 reagentes, concentrando de forma mais espalhada pela cidade. Em 2021, os casos continuaram a se espalhar, com máximo de 13 casos por quadra e 370 casos no ano. Já em 2022, houve uma redução dos casos, registrando 298 reagentes e em 2023 esse número aumentou para 392, se concentrando na região sul da cidade.

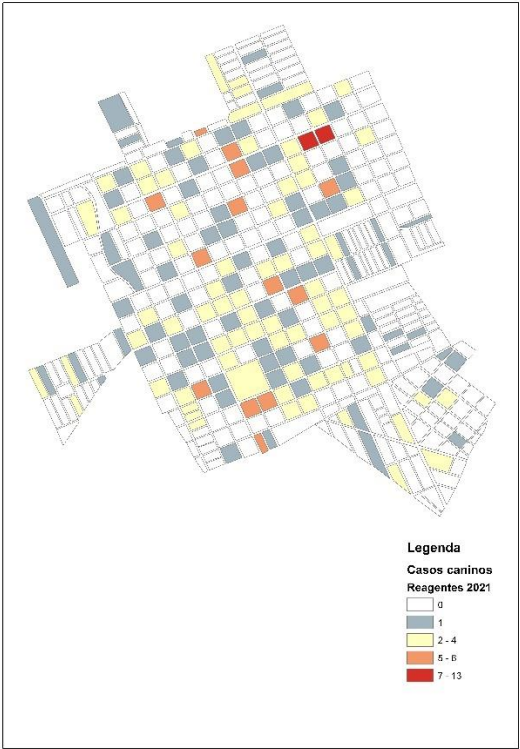
Figura 37 - Mapas de Concentração dos Casos de Cães Reagentes à Leishmaniose Visceral em Teodoro Sampaio entre 2018 e 2023



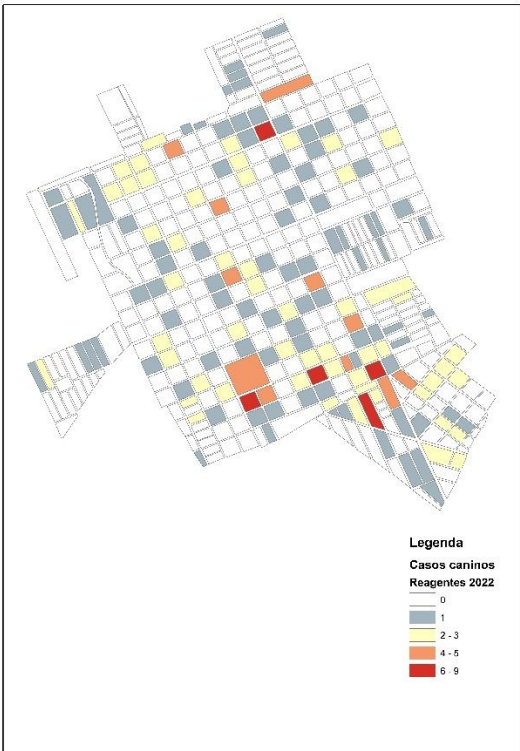
2020



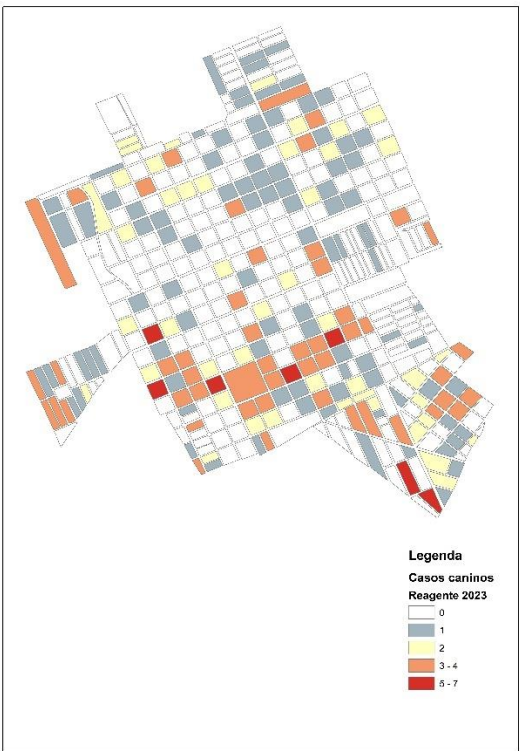
2021



2022



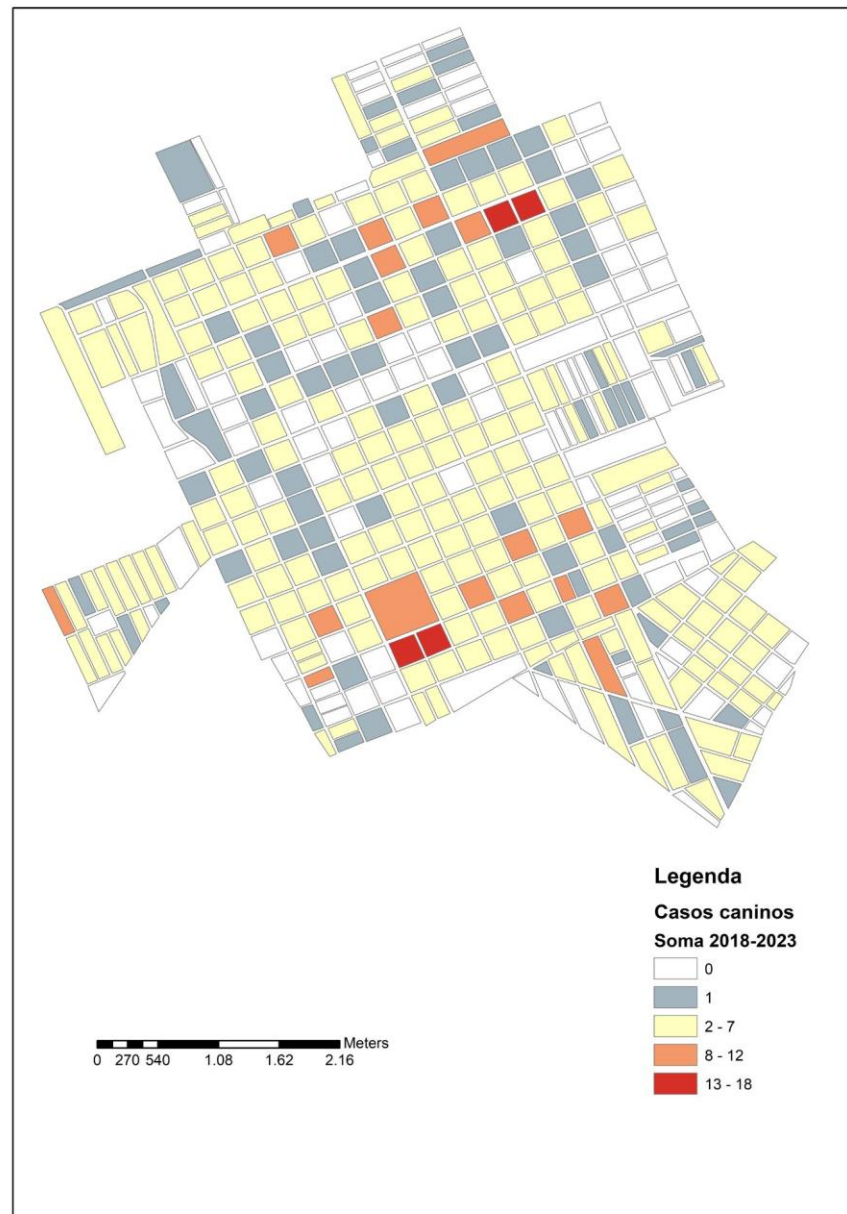
2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Ao observar a figura 38, em que foi realizado a soma dos anos de 2018 a 2023, concluímos que os casos estão espalhados pela cidade, com o maior número de cães por quadras variando entre 13 e 18 casos de leishmaniose visceral em cães por quadra. Durante os cinco anos, tivemos 1087 casos registrados.

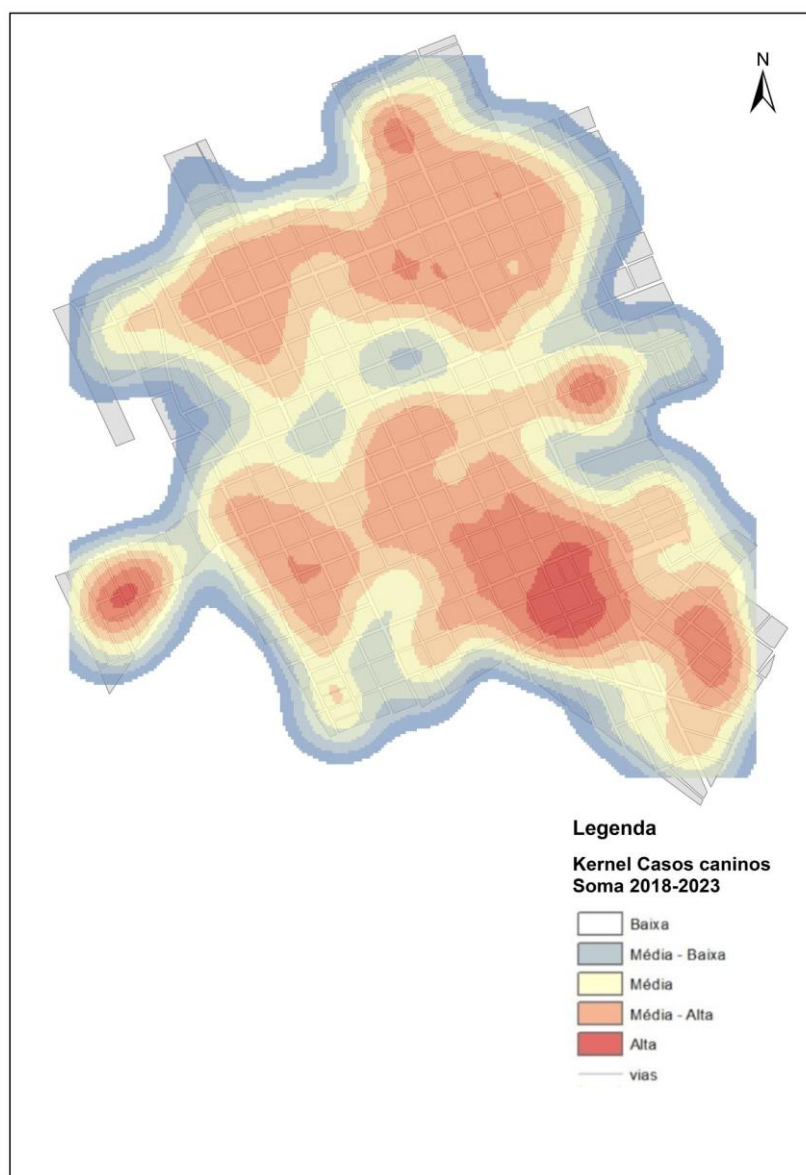
Figura 38 – Casos totais reagentes de leishmaniose visceral em cães por quadra na cidade de Teodoro Sampaio entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Podemos observar também através do estimador de Kernel, demonstrado na figura 39.

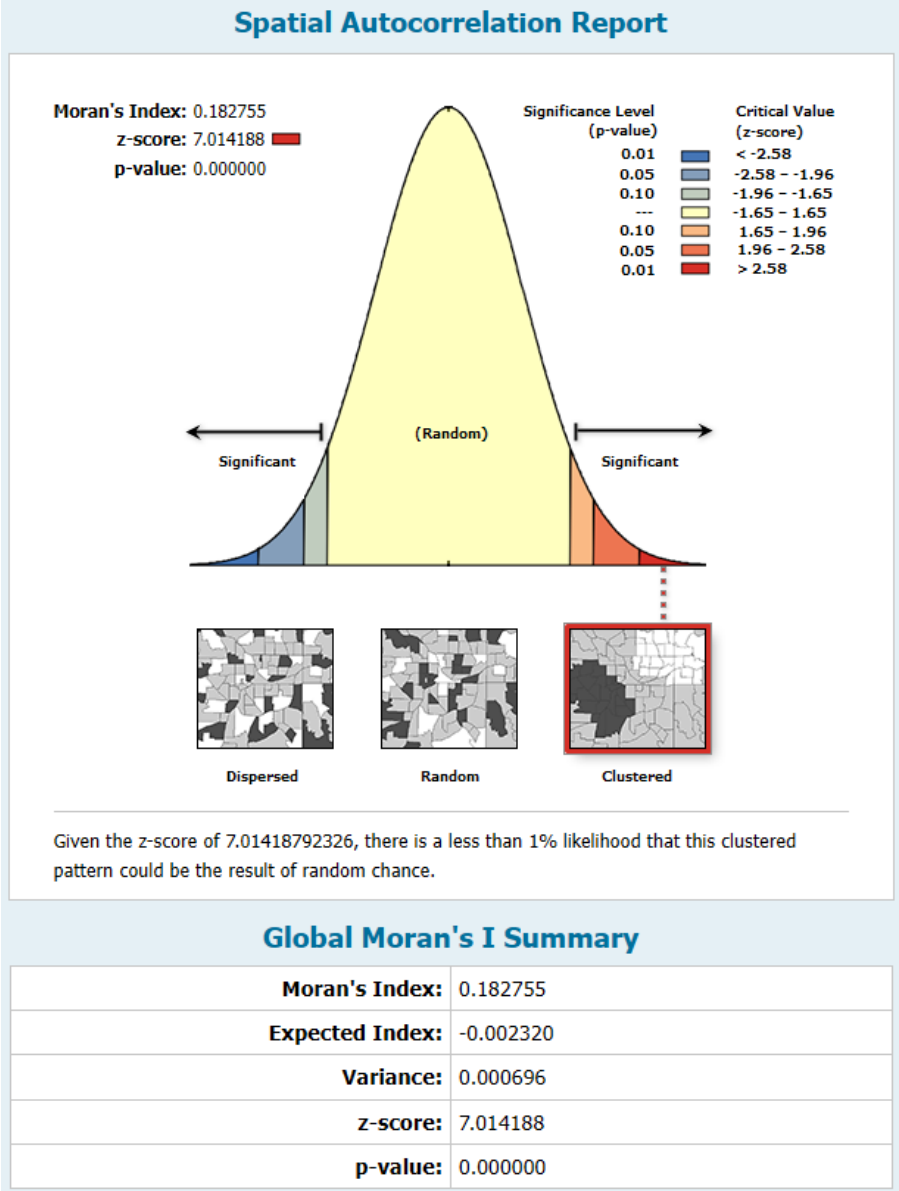
Figura 39 – Estimador de kernel de cães por quadra na cidade de Teodoro Sampaio entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Para analisar com precisão estatística a distribuição das incidências caninas infectados pela doença, foi utilizado a autocorrelação espacial de Moran. Os resultados para o período de 2018 a 2023 fornecem evidências científicas de que as ocorrências de cães infectados na cidade estavam fortemente correlacionadas com as áreas específicas onde são registradas, sendo possível observar na figura 40.

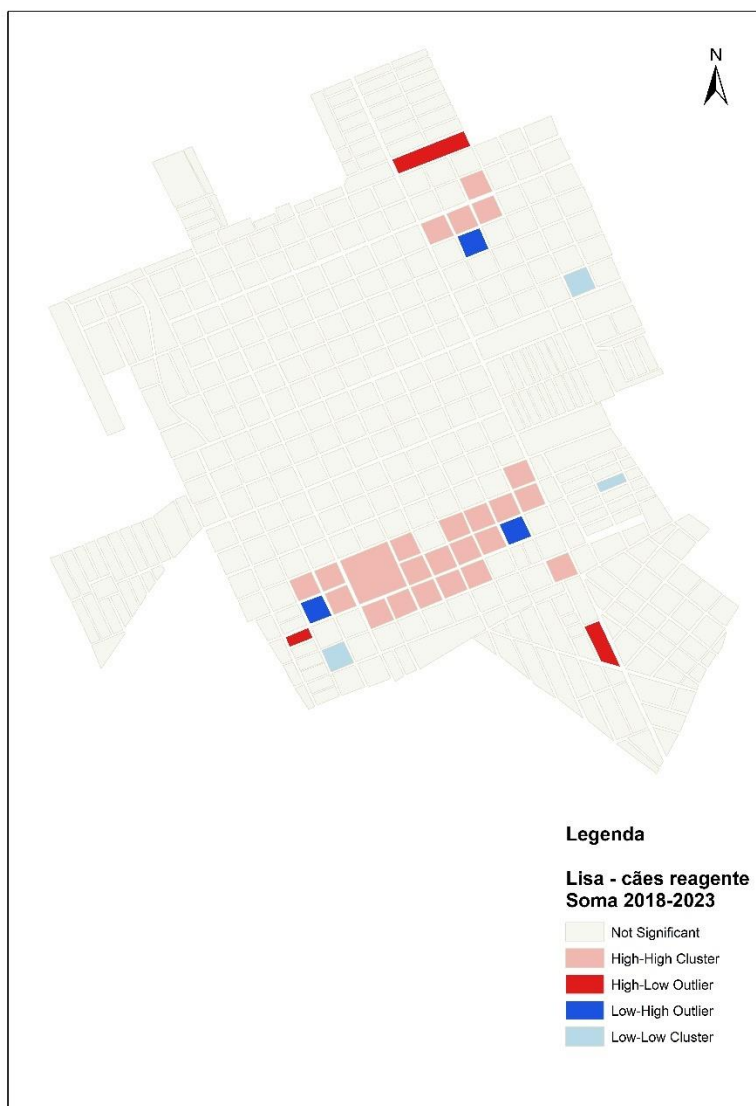
Figura 40 – Autocorrelação Espacial para os casos reagentes caninos na cidade de Teodoro Sampaio entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

Foi elaborado na figura 41, o mapa de cluster LISA para identificar e visualizar o grau de semelhança entre as quadras mais próximas e podemos observar os focos nas regiões sul e norte da cidade, em que possui correlações bastante significativas com quadras com altos números de casos próximas a quadras com alto e baixo números de casos.

Figura 41: Mapa de LISA para análise dos casos reagentes caninos em Teodoro Sampaio entre 2018 e 2023

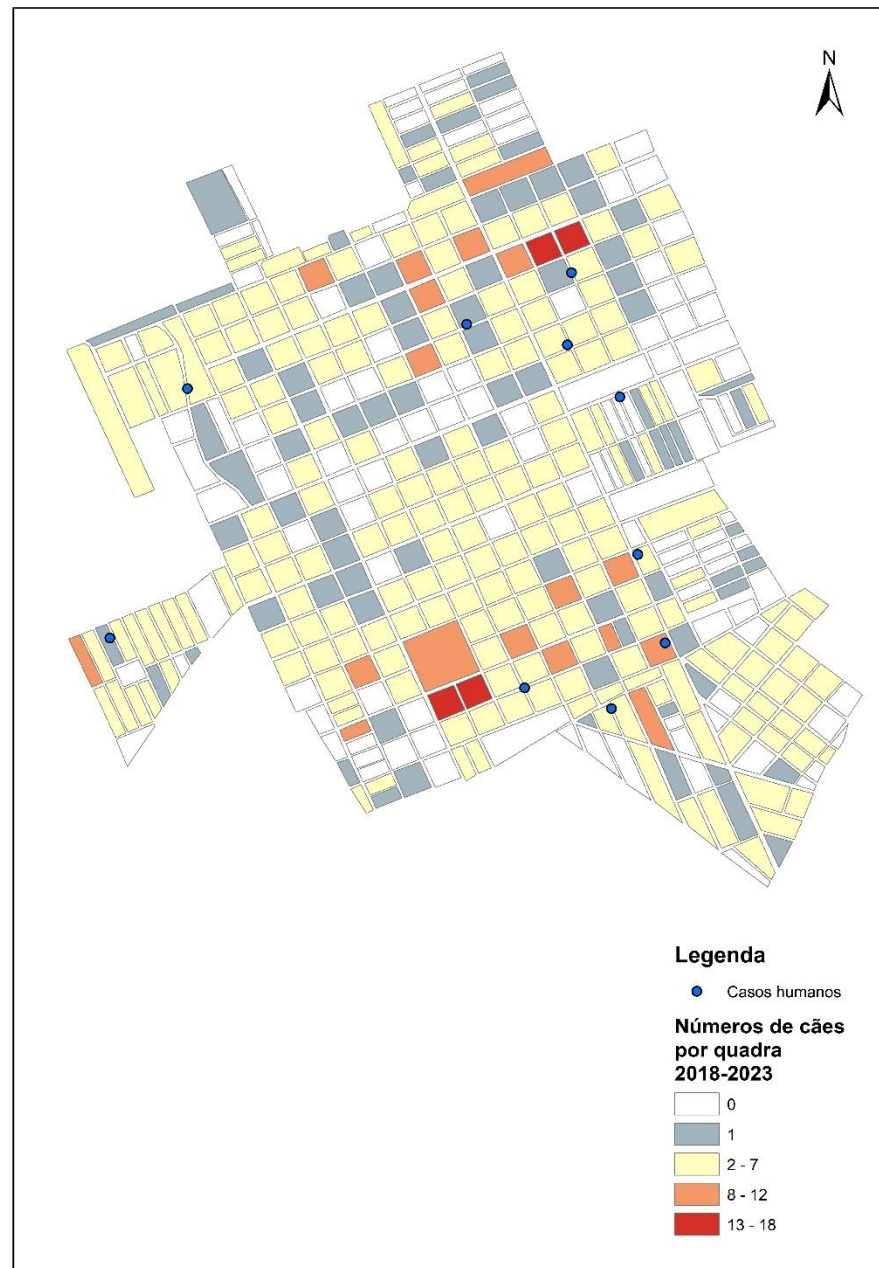


Fonte: Autoria própria, 2024

#### 4.7.2. Casos Humanos

Em seguida, foram analisados os casos de humanos infectados pela LV durante os anos de 2018 a 2023, e podemos afirmar, através da figura 42, que os casos humanos possuem uma forte correlação espacial com os casos caninos, visto que se encontram próximos a quadras com cães infectados.

Figura 42 – Casos totais reagentes de leishmaniose visceral em humanos por pontos na cidade de Teodoro Sampaio entre 2018 e 2023



Fonte: Autoria própria, 2024

## 5 CONCLUSÃO

As atividades descritas neste trabalho permitiram uma análise detalhada da distribuição espacial e temporal da Leishmaniose Visceral em cães e humanos nos municípios de Dracena, Junqueirópolis, Panorama, Presidente Prudente, Teodoro Sampaio e Nova Guataporanga, no período de 2018 a 2023. A aplicação de ferramentas geoespaciais avançadas, como a técnica de *graduated color* para representação gráfica, a análise de densidade Kernel e o cálculo do Índice de Moran, proporcionou uma visão abrangente da evolução da doença ao longo dos anos e entre diferentes localidades.

Os gráficos elaborados com a técnica de *graduated color* destacaram a distribuição anual dos casos em quadras específicas, permitindo identificar padrões de dispersão e áreas críticas. A soma dos casos ao longo de todo o período possibilitou observar tendências gerais e a progressão acumulada da doença. Por meio da densidade Kernel, foi possível identificar as áreas de maior concentração de casos, fornecendo subsídios valiosos para ações direcionadas de vigilância e controle da doença.

Além disso, os mapas LISA (Indicadores Locais de Associação Espacial) desempenharam um papel crucial ao destacar padrões locais de autocorrelação espacial, evidenciando zonas com concentrações significativamente altas ou baixas de casos em relação às áreas vizinhas. Essas informações são essenciais para a implementação de estratégias eficazes de prevenção e controle, possibilitando intervenções mais precisas e otimizadas.

Os resultados apontam para a importância da análise integrada entre casos humanos e caninos, considerando a interação entre essas populações na dinâmica de transmissão da Leishmaniose Visceral. A abordagem utilizada neste estudo reforça a relevância do uso de ferramentas de geoprocessamento para a compreensão de doenças tropicais negligenciadas, contribuindo para o planejamento de políticas públicas voltadas à saúde coletiva e ao bem-estar animal.

Por fim, este estudo destaca a necessidade de um monitoramento contínuo e estratégias de controle adaptadas às realidades locais de cada município. Investimentos em vigilância epidemiológica, educação em saúde e controle

populacional de vetores e reservatórios são fundamentais para mitigar os impactos da Leishmaniose Visceral em humanos e cães, promovendo uma convivência mais saudável e segura nas comunidades afetadas.

## REFERÊNCIAS

- ANSELIN, Luc. **Local Indicators of Spatial Association-LISA**. Geographical Analysis, Ohio State University Press, v. 27, n. 2, p.93-115, arilde 1995.
- ASSUNÇÃO, R. M., Estatística Espacial com aplicações em Epidemiologia, Economia, Sociologia, 7a Escola de Modelos de Regressão, UFSCar, 14 a 18/02/2001, São Carlos, SP., 131 pags.
- BAILEY, T. C., GATRELL, A. C. **Interactive Spatial Data Analysis**. London: Longman, 1995. 413p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Introdução à Estatística Espacial para Saúde Pública**. 1 ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral**. 1 ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.
- CÂMARA, G. et al. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília, EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>. Acesso em 30 out 2023.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.; D'Alge, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001. Disponível em: [www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf). Acesso em 11 jun. de 2024
- 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.
- DRUCK, S., CARVALHO, M.S., CÂMARA, G. MONTEIRO, A.V.M. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: [livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00075490.pdf](http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00075490.pdf). Acesso em 11 jun. de 2024.
- ESRI. **ArcGIS**. Versão 10.3. Redlands, Califórnia, 2009. Disponível em: <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html/>. Acesso em 27 fev. de 2021.
- FERREIRA, Leila Maria; SÁFADI, Thelma; DE LIMA, Renato Ribeiro. Técnicas da estatística espacial na análise de dados de áreas no estudo da dengue. **Revista Univap**, v. 24, n. 44, p. 13-27, 2018.
- 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.
- LORENA, Rodrigo Borrego; BERGAMASCHI, Rodrigo Bettin; Gilmar dos Reis Leite. **Análise Exploratória Espacial do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal do Estado do Espírito Santo**. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, Curitiba, PR, 30 de abril a 05 de maio de 2011. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São Paulo: INPE, 2011.p.4776-4782.
- MARQUES, Ana Paula da Silva; HOLZSCHUH, Marcelo Leandro; TACHIBANA, Vilma Mayumi; IMAI, Nilton Nobuhiro. **Análise exploratória de dados de área para índices de furto na mesorregião de Presidente Prudente-SP**. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO. Recife, PE, 27 a 30 de julho de 2010, Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Informação, Recife, 2010. p.1-8.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, F. O.; CRUZ SIMONE, M. Christovam Barcellos, organizadores. **ABORDAGENS ESPACIAIS NA SAÚDE PÚBLICA** MINISTÉRIO DA SAÚDE. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 136 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde). v. 1. Acesso em 19 jun. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, F. O. et al. Ministério da Saúde. **INTRODUÇÃO À ESTATÍSTICA ESPACIAL PARA A SAÚDE PÚBLICA** - 2007. 120 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde). v. 3. Acesso em 19 jun. 2024.

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