

# **RESSALVA**

Atendendo solicitação da autora,  
o texto completo desta tese será  
disponibilizado somente a partir  
de 01/03/2025.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA  
CÂMPUS DE ARAÇATUBA

**TALITA CAROLINA BRAGANÇA DE OLIVEIRA**

**Análise Espaço-Temporal, Vulnerabilidade Social e Fatores  
de Risco para Leishmaniose Visceral em Área Endêmica do  
Noroeste Paulista**

ARAÇATUBA – SP

2023

**TALITA CAROLINA BRAGANÇA DE OLIVEIRA**

**Análise Espaço-Temporal, Vulnerabilidade Social e Fatores de Risco para Leishmaniose Visceral em Área Endêmica do Noroeste Paulista**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

Orientadora: Profa. Ass. Katia Denise Saraiva Bresciani.

Coorientadora: Dra. Anaiá da Paixão Sevá, Dr. Rafael Silva Cipriano.

ARAÇATUBA – SP

2023

O48a Oliveira, Talita Carolina Bragança de  
Análise Espaço-Temporal, Vulnerabilidade Social e Fatores de Risco para Leishmaniose Visceral em Área Endêmica do Noroeste Paulista / Talita Carolina Bragança de Oliveira. -- Araçatuba, 2023  
58 f.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba  
Orientadora: Katia Denise Saraiva Bresciani  
Coorientadora: Anaiá da Paixão Sevá

1. Leishmaniose. 2. Análise Espacial. 3. Cluster. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária, Araçatuba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Araçatuba

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Análise Espaço-Temporal, Vulnerabilidade Social e Fatores de Risco para Leishmaniose  
Visceral em Área Endêmica do Noroeste Paulista

AUTORA: TALITA CAROLINA BRAGANÇA DE OLIVEIRA

ORIENTADORA: KATIA DENISE SARAIVA BRESCIANI

COORDENADOR: RAFAEL SILVA CIPRIANO

COORDENADORA: ANAIÁ DA PAIXÃO SEVÁ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Ciência Animal, área: Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. ANAIÁ DA PAIXÃO SEVÁ (Participação Virtual)  
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais / Universidade Estadual de Santa Cruz

Profa. Dra. DANIELA BERNADETE ROZZA (Participação Presencial)  
Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. IVERALDO DOS SANTOS DUTRA (Participação Presencial)  
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Pesquisadora JULIANA GALERA CASTILHO KAWAI (Participação Presencial)  
Centro de Laboratório Regional de Araçatuba / Instituto Adolfo Lutz

Dra. LILIAN APARECIDA COLEBRUSCO RODAS (Participação Presencial)  
Pesquisadora Científica VI - Instituto Pasteur

Araçatuba, 01 de março de 2023.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Análise Espaço-Temporal, Vulnerabilidade Social e Fatores de Risco para Leishmaniose  
Visceral em Área Endêmica do Noroeste Paulista

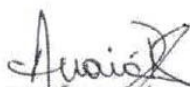
AUTORA: TALITA CAROLINA BRAGANÇA DE OLIVEIRA

ORIENTADORA: KATIA DENISE SARAIVA BRESCIANI

COORIENTADOR: RAFAEL SILVA CIPRIANO

COORIENTADORA: ANAIÁ DA PAIXÃO SEVÁ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Ciência Animal,  
área: Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. ANAIÁ DA PAIXÃO SEVÁ (Participação Virtual)  
Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais / Universidade Estadual de Santa Cruz

Profa. Dra. DANIELA BERNADETE ROZZA (Participação Presencial)  
Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Prof. Dr. IVERALDO DOS SANTOS DUTRA (Participação Presencial)  
Departamento de Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária - Câmpus de Araçatuba/UNESP

Pesquisadora JULIANA GALERA CASTILHO KAWAI (Participação Presencial)  
Centro de Laboratório Regional de Araçatuba / Instituto Adolfo Lutz

Dra. LILIAN APARECIDA COLEBRUSCO RODAS (Participação Presencial)  
Pesquisadora Científica VI - Instituto Pasteur

Araçatuba, 01 de março de 2023.

*À minha mãe que é exemplo de*

*força, coragem e resiliência.*

*Ao meu filho, que me faz forte,*

*todos os dias...*

## AGRADECIMENTOS

À Deus e a Nossa Senhora, por serem minha força e rocha, pela fonte de amor e candura.

À minha orientadora professora Kátia Denise Saraiva Bresciani pelos direcionamentos e ensinamentos. Por confiar e acreditar em mim e contribuir com o meu crescimento científico.

À minha coorientadora Anaiá da Paixão Sevá, pela generosidade, parceria e incentivo, que com leveza e didática impecável, me faz acreditar que sou capaz. Esta tese é prova disso.

Aos meus pais e irmão - Fatima, Luis e Junior - por acreditarem nos meus sonhos, mesmo quando eles me levaram para longe. Pelas orações, pelo amor e apoio incondicional.

Ao meu marido e filho, Tiago e Emanuel, pela paciência, carinho e respeito. Por caminharmos juntos nos apoiando e vivendo os sonhos uns dos outros.

Aos meus sobrinhos, Gustavo e Isis Mie, por me ensinarem candura, leveza e por tantos sorrisos. E à minha cunhada Erika que é apoio dessa família há tanto tempo.

À Zilma e Neiva, por que com Deus o amor nunca diminui, por serem mães de coração, por tudo e por tanto. Pelo apoio e incentivo, por estarem com meu filho quando muitas vezes eu não pude, e fazerem com que ele se sinta tão amado. E tanto estiveram com ele enquanto eu perseguia meus sonhos que se tornam um pouquinho doutoras também. Por tudo, muito obrigada!

À Pastoral da Sobriedade por estar comigo nesta caminhada e por tantas oportunidades de amadurecimento.

À equipe da UVZ/CCZ pelo carinho, amizade e apoio. Por todas as conversas, os sorrisos, as risadas e por confiar no meu trabalho. Equipe que ao longo dos anos têm demonstrado comprometimento na luta contra leishmaniose com extremo cuidado e respeito pelos animais.

À Tania, pela amizade, pelos momentos de incentivo, apoio e principalmente pela parceria.

Aos amigos do Laboratório de Parasitologia e enfermidades parasitárias, que tem formado pessoas admiráveis em pesquisadores incríveis.

Aos Guilherme e Gislene, pelas conversas, conselhos e incentivo.

À Prefeitura Municipal de Araçatuba, na pessoa da secretaria Carmem Silvia, pela disponibilização dos dados e ampla acesso ao processo de trabalho. Além do incentivo, estímulo e confiança.

Aos alunos de Iniciação Científica, João Alfredo Biagi Camargo Neto, Letícia, Geovana da Silva Custódio, Laura Beatriz de Socorro Poletto e Leticia Colin Panegossi, pela colaboração no projeto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro.

Aos animais, a quem dedicado minha vida desde sempre.

“A compaixão pelos animais está intimamente ligada a bondade de caráter, e quem é cruel com os animais não pode ser um bom homem.”

Arthur Schopenhauer

OLIVEIRA, T. C. B. **Análise Espaço-Temporal, Vulnerabilidade Social e Fatores de Risco para Leishmaniose Visceral em Área Endêmica do Noroeste Paulista** 2023. 58 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2023.

## RESUMO

A Leishmaniose Visceral é uma zoonose que pode levar a óbito pela gravidade de sua evolução, a caracterização como negligenciada a fez alvo da priorização de vigilância e controle. O agente etiológico é um parasito intracelular obrigatório, no Brasil é *Leishmania (infantum) chagasi*, cujo vetor é *Lutzomyia longipalpis*. O principal hospedeiro, o cão, possui uma relação próxima ao homem, por isso tem papel de destaque nas ações de vigilância e controle instituídas pelos programas voltados à enfermidade, como testagem diagnóstica destes, sobretudo nas áreas endêmicas. Para que as ações sejam assertivas, faz-se necessário que a identificação de áreas prioritárias de risco seja estabelecida, assim as estratégias que priorizam os cães sejam voltadas à essa área. Assim, espera-se que a incidência da leishmaniose em humanos seja diminuída. Portanto, por meio de análises espaciais, com delimitação dos aglomerados de casos (clusters) de risco relativo em comparação com as áreas não delimitadas. Além de necessário considerar variáveis ambientais para que os fatores relacionados à biologia do vetor sejam considerados.

**Palavras-chave:** Leishmaniose. Análise Espacial. Cluster.

OLIVEIRA, T. C. B. **Space-Time Analysis, Social Vulnerability and Risk Factors for Visceral Leishmaniasis in an Endemic Area in Northwest São Paulo.** 2023. 58 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2023.

## **ABSTRACT**

Visceral Leishmaniasis is a zoonosis that can lead to death due to the severity of its evolution, the characterization as neglected made it the target of prioritization of surveillance and control. The etiological agent is an obligate intracellular parasite, in Brazil it is *Leishmania (infantum) chagasi*, whose vector is *Lutzomyia longipalpis*. The main host, the dog, has a close relationship with humans, which is why it plays a prominent role in surveillance and control actions instituted by programs aimed at the disease, such as diagnostic testing, especially in endemic areas. For the actions to be assertive, it is necessary that the identification of priority areas of risk be established, so that the strategies that prioritize the dogs are focused on this area. Thus, it is expected that the incidence of leishmaniasis in humans will be reduced. Therefore, by means of spatial analyses, with delimitation of clusters of cases (clusters) of relative risk in comparison with non-delimited areas. Besides, it is necessary to consider environmental variables so that factors related to the biology of the vector are considered.

**Keywords:** Leishmaniasis. Spacial Analysis. Cluster

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Localização do município de Araçatuba em relação ao estado de São Paulo e o país. 26
- Figura 2 - Distribuição espacial dos domicílios com cães negativos, no DPP, e positivos no DPP e ELISA, para *Leishmania* spp. , com localização dos clusters com diferença significativa nos anos de 2013 a 2022, no perímetro urbano do município de Araçatuba, São Paulo. 29
- Figura 3 - Intensidade da distribuição espacial dos cães positivos e localização dos clusters dos animais positivos nos anos de 2013 a 2022, no perímetro urbano do município de Araçatuba, São Paulo. 32
- Figura 4 - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) com localização dos reagentes e não reagentes, com buffer de 250 metros destes, nos anos de 2013 a 2022, no perímetro urbano no município de Araçatuba, São Paulo. 34
- Figura 5 - Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) com localização dos reagentes e não reagentes, com buffer de 150 metros destes, nos anos de 2013 a 2022, no perímetro urbano no município de Araçatuba, São Paulo. 36
- Gráfico 1 - A: Dias da coleta de amostra de sangue dos cães até a realização do teste de triagem DPP. B: Comparação entre os dias de coleta da amostra de sangue do animal e a realização do DPP (coldpp), a coleta e realização do ELISA (coeli), coleta e eutanásia (coleut) e a realização do ELISA e a eutanásia (elieut) e nos anos de 2013 a 2022, no município de Araçatuba, São Paulo. 38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resultados da análise de cluster local usando a estatística de varredura espacial presentes nas figuras 2 e 3	31
Tabela 2 -	Frequência e porcentagem dos animais registrados nos anos de 2013 a 2022, no perímetro urbano no município de Araçatuba, São Paulo. Em que “N” refere-se a negativo, “P” positivo, “Inc” como resultado inconclusivo, “SI” sem informação quanto ao resultado dos animais, “NR” em que o teste não foi realizado.	37
Tabela 3 -	Grupos de comparação do tempo entre coleta das amostras de sangue de cães e testagem de DPP, dos anos 2013 a 2022, com frequência, valores de estatística e p.	38
Tabela 4 -	Número e porcentagem de animais soropositivos e soronegativos para <i>Leishmania</i> spp. com OR e valores de p.	40

## LISTA DE ABREVIATURAS

DGI	Divisão de Geração de Imagens
DPP	Dual Path Plataform
ELISA	Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Inpe	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LV	Leishmaniose Visceral
LVH	Leishmaniose Visceral Humana
NDVI	Índice de Vegetação da Diferença Normalizada
NDWI	Índice de Água de Diferença Normalizada
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	16
1.1 Leishmaniose Visceral.....	16
1.2 Etiologia.....	16
1.3 Vetor.....	16
1.4 Reservatório.....	17
1.5 Aspectos Zoonóticos.....	18
1.6 Fatores Socioeconômicos.....	18
1.7 Fatores Ambientais e Climáticos.....	19
1.8 Análise Espacial.....	19
1.8.1 Mapa de pontos.....	20
1.8.2 Estimativa de intensidade.....	20
1.8.3 Cluster.....	20
1.8.4 NDVI e NDWI.....	21
1.9 Prevenção e Controle.....	21
1.10 Objetivo.....	22
2 CAPÍTULO 1 - IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE DA INFECÇÃO POR <i>Leishmania</i> spp. EM HUMANOS, EM ÁREA ENDEMICA DO NOROESTE PAULISTA.....	23
2.1 RESUMO.....	23
2.2 ABSTRACT.....	23
2.3 INTRODUÇÃO.....	24
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
2.4.1 Área de Estudo.....	25
2.4.2 Fonte dos Dados.....	26
2.4.3 Análise Estatística.....	27
2.4.3.1 Faixa Etária.....	27
2.4.3.2 Intervalo entre as coletas.....	27
2.4.3.3 NDVI e NDWI.....	27
2.4.3.4 Cluster Local.....	28

2.5 RESULTADOS.....	28
2.6 DISCUSSÃO.....	40
2.7 CONCLUSÃO.....	43
2.8 REFERÊNCIAS .....	44
APÊNDICE A - REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	47
ANEXO A - COMITÊ DE ÉTICA.....	52
ANEXO B - NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA.....	53

# 1 INTRODUÇÃO GERAL

## 1.1 Leishmaniose Visceral

A Leishmaniose Visceral (LV), apresenta considerável relevância por acometer animais e humanos, com evolução clínica grave e até óbito (BRASIL, 2016; MARTINS-MELO *et al.*, 2014) o que a torna mais preocupante (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Diante da sua importância e a caracterização desta enfermidade como negligenciada, esforços têm sido elaborados a fim de que esta realidade seja alterada, como a implantação de estratégias de prevenção e controle, por meio do “Plano de Ação para Fortalecer a Vigilância e o Controle da Leishmaniose nas Américas”, desenvolvido pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), em conjunto ao Ministério da Saúde a fim de reduzir a incidência e letalidade da doença em 50% até o ano de 2022 (OPAS; OMS, 2016; PAHO; WHO, 2017). Associado a isto é essencial ressaltar que seu controle está intimamente ligado à sua abordagem em Saúde Única (MARCONDES; DAY, 2019).

## 1.2 Etiologia

A espécie comumente associada à sua incidência no Brasil é o protozoário *Leishmania infantum* (sin. *Leishmania chagasi*), que integra a família Trypanosomatidae (SHAW, 2006).

Este parasito digenético de ciclo heteróximo tem como hospedeiros intermediários e definitivos, o flebotomíneo considerado vetor e os mamíferos, respectivamente. O patógeno é transferido no repasto sanguíneo, em que a forma promastigota seja inserida na corrente sanguínea, após a fagocitose proliferam-se nos fagossomos, transformam-se na forma amastigota, até que o rompam e parasitem outras células. Isso ocorre até que sejam ingeridos por outro vetor, assim, o ciclo se mantém (BATES; ROGERS, 2005; BLANCO; NASCIMENTO-JÚNIOR, 2017; MEIRA; GEDAMU, 2019).

## 1.3 Vetor

As espécies de importância são *Lutzomyia longipalpis* e a *Lutzomyia cruzi* no Brasil (GALATI *et al.*, 1997), estes flebotomíneos fazem parte da Ordem Diptera, Família Psychodidae, Subfamília Phlebotominae (ALVAR; YACTAYO; BERN, 2006).

A distribuição cosmopolita e o impacto em Medicina Veterinária e Humana fazem com que este vetor desempenhe função essencial na distribuição e impacto desta zoonose.

A fêmea, do popularmente conhecido “mosquito-palha”, ovipõe após o repasto sanguíneo, sendo assim, este é de importância significativa para manutenção da espécie (MAROLI *et al.*, 2013).

Os flebotomos geralmente apresentam concordância gonotrófica, em que para cada oviposição é precedida por um repasto sanguíneo, entretanto algumas espécies têm-se observado um segundo repasto precedendo a oviposição (CHRISTENSEN; HERRER, 1980), com ocorre com o *Lu. longipalpis*. Essa necessidade estaria relacionada a manutenção do equilíbrio hídrico devido a fatores climático, portanto amplia o poder de transmissão, uma vez que o flebotomo que pode ser infectado no primeiro repasto sanguíneo pode levar o parasito a outro hospedeiro, sendo assim tem grande importância epidemiológica.

A disseminação urbana destes artrópodes, quando adultos, pode chegar até 243 metros (OLIVEIRA *et al.*, 2013), mas podem se manter no mesmo local que ofereça abrigo e comida, por isso essa baixa dispersão, agrava o fator de risco para incidência da LV (OLIVEIRA *et al.*, 2013; VIANNA *et al.*, 2016).

A biologia deste inseto, que possui hábito alimentar eclético e o comportamento antropofílico, favorece a transmissão do parasito que prima pela busca de fonte alimentar próxima aos seus criadouros (MISSAWA; LOROSA; DIAS, 2008), que ocorrem em locais com elevadas umidade e matéria orgânica em decomposição. Além do pico de atividade que ocorre período noturno (BRAZIL; RODRIGUES; ANDRADE FILHO, 2015).

## 1.4 Reservatório

Entre os reservatórios domésticos o cão desempenha um papel importante na transmissão urbana da LV (FISA *et al.*, 1999). O que torna um fator de risco à transmissão zoonótica, pois atualmente a consolidação das famílias multiespecies tem estreitado o relacionamento entre homem-cão (CHOMEL; SUN, 2011), uma vez que essa proximidade facilita o repasto sanguíneo do flebotomíneo.

## 1.5 Aspectos Zoonóticos

A emergência das zoonoses em humanos é favorecida pela interação entre as espécies patógenas envolvidas em sua transmissão, os hospedeiros susceptíveis e os vetores no meio ambiente (REPERANT, 2010).

A LV, por envolver interação complexa entre o parasito, a biologia do vetor e a sua distribuição, o reservatório e a população humana, requer uma abordagem ampla como a Saúde Única (MARCONDES; DAY, 2019; PALATNIK-DE-SOUSA; DAY, 2011).

Taxas elevadas de cães infectados em uma determinada área, em geral empobrecidas, têm sido identificadas previamente à incidência de epidemia de casos humanos, podendo ser caracterizada como um preditor de surto nesta população. Há ainda a relação de que se os testes caninos fossem mais sensíveis e o período de testagem e eutanásia fosse menor, a incidência de casos humanos seria menor (PALATNIK-DE-SOUSA *et al.*, 2001; PALATNIK-DE-SOUSA; DAY, 2011).

## 1.6 Fatores Socioeconômicos

A incidência desta enfermidade está proximamente relacionada à condições de pobreza e vulnerabilidade social. Pois, situações precárias de moradia, alta concentração de pessoas, saneamento básico deficiente e coleta de lixo ocasionais são fatores que podem aumentar a população do vetor e favorecer o acesso à fonte alimentar, como humanos e animais (ALVAR; YACTAYO; BERN, 2006; BURZA; CROFT; BOELAERT, 2018; MARCONDES; DAY, 2019).

O peso da enfermidade recai de forma heterogênea sobre a comunidade, em que os mais afetados são os segmentos mais vulneráveis (ALVAR; YACTAYO; BERN, 2006). Assim sendo, o local de permanência pode exercer papel protetivo ou de risco à infecção pela LV (TOLEDO *et al.*, 2017).

Vale ressaltar ainda que a situação de determinada área de transmissão está ligada ao comportamento da comunidade residente, assim é possível que comportamentos individuais reflitam no coletivo, dessa forma ações praticadas pelo sujeito se espelhem no ambiente (TELES *et al.*, 2015).

Associado ao exposto a LV pode também acentuar a pobreza, pois ainda que os cuidados diretos e tratamento sejam oferecidos pelo Sistema Único de Saúde,

transporte e perda de ganhos financeiros por afastamento do trabalho não são ressarcidos (WHO, 2010).

## 1.7 Fatores Ambientais e Climáticos

As condições ecológicas têm se estabelecido como um fator ligado à presença, adaptação e manutenção da presença do vetor. Em que, locais com vegetação mais escassa registra maior incidência de hospedeiros, além de que a desflorestação apresenta um aumento significativo na incidência da LV (ABRANTES *et al.*, 2018; BELO *et al.*, 2013a, 2013b; SANTOS *et al.*, 2021).

As mudanças ambientais causadas por ações do homem, com ocupação desordenada e invasão em áreas florestais com objetivo de urbanização podem resultar em um aumento da incidência da doença, assim o vetor se mantém mais próximo ao peridomicílio e domicílio e ciclos das leishmanioses ocorram nesse ambiente modificado (WHO, 2010).

Umidade relativa, índice pluviométrico e temperatura tem impacto no desenvolvimento do vetor, temperaturas mais altas favorecem a dispersão do vetor. Assim como estações chuvosas aumentam a densidade do vetor (GALVIS-OVALLOS *et al.*, 2017; SEVÁ *et al.*, 2017; WHO, 2010).

## 1.8 Análise Espacial

As informações espaciais, ou espaços-temporais, compõem campo da epidemiologia, a análise espacial, que associa o fenômeno de propagação das enfermidades ou população exposta, por meio de tecnologia avançada e dados analíticos (CHOI, 2013; JACQUEZ, 2000).

A análise espacial visa detalhar os padrões espaciais identificar os aglomerados de risco relativo com sua explicação ou ainda predição (JACQUEZ, 2000).

As principais aplicações são o mapeamento de enfermidades; estudos geológicos; identificação de aglomerados espaciais e monitoramento ambiental (SANTOS; SOUZA, 2007).

Além da identificação, localização e visualização da ocorrência dos fenômenos em espaço geográfico delimitado, é essencial modelar estes episódios, adicionando fatores determinantes, a estrutura de distribuição espacial ou a

identificação de padrões. Por isso, o uso destes instrumentos tem sido gradativamente mais utilizado pelos serviços de saúde (GRAHAM; ATKINSON; DANSON, 2004; SANTOS; SOUZA, 2007).

### **1.8.1 Mapa de pontos**

A representação espacial dos dados mais comumente utilizado é por pontos, em que a localização pontual, ou seja, as coordenadas do evento são representadas no mapa (PFEIFFER *et al.*, 2008).

Tal representação oferece flexibilidade para traçar a distribuição espacial sem que haja unidade de agregação de área predeterminada (SANTOS; SOUZA, 2007).

### **1.8.2 Estimativa de intensidade**

A estimativa de intensidade, também conhecida por estimativa de Kernel, constitui uma superfície de densidade de coordenadas por meio de interpolação exploratória afim de que a identificação visual de “áreas quentes” possa representar, ainda que de forma subjetiva, uma concentração de casos (SANTOS; SOUZA, 2007). Tal técnica estatística torna a distribuição de pontos em uma superfície contínua de risco (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005).

Portanto, este método permite explorar o padrão dos pontos em determinada delimitação geográfica, mesmo que não seja uma forma de detecção de aglomerados por si (CROMLEY; MCLAFFERTY, 2014).

### **1.8.3 Cluster**

A identificação dos aglomerados espaciais, os *clusters*, visa individualizar um conjunto de eventos em grupos conforme o padrão de semelhança mensurado a partir de um conjunto de variáveis, definido em espaço n-dimensional combinado às variáveis mensuradas em cada observação (CROMLEY; MCLAFFERTY, 2014).

Portanto, o cluster é composto por um aglomerado de eventos não casuais, sendo a sua delimitação um dado essencial para análises em estatística espacial (CROMLEY; MCLAFFERTY, 2014).

#### 1.8.4 NDVI e NDWI

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é possível mapear, quantificar, e medir a condição da vegetação em determinada área (ROUSE, 1973). Pois, sensoriamento remoto é capaz de estimar dados sobre o tipo de vegetação, temperatura da superfície da terra e umidade do solo, por exemplo (JACQUEZ, 2000).

O NDVI se baseia na assinatura espectral das plantas, em que as verdes, com maior presença de clorofila, absorvem a radiação solar na região vermelho, em que as células das plantas refletem na região do infravermelho (LISSNER; GUASSELLI, 2013). Esse reflexo varia de acordo com a condição em que estavam quando absorvidas, assim quanto mais nutridas maior absorção de vermelho, maior reflectância do infravermelho. Assim, quanto mais verde a vegetação, maior a diferença mensurada (BORATTO; GOMIDE, 2013):

$$NDVI = \frac{(VERMELHO - INFRAVERMELHO)}{(VERMELHO + INFRAVERMELHO)}$$

Como derivado, o NDWI foi desenvolvido visando delinear as feições na água vigente no ambiente de estudo, sendo que sua presença é realçada digitalmente e obtida por sensoriamento remoto, sendo assim é possível ressaltar as feições de água e minimizar o restante dos alvos (BRENNER; GUASSELLI, 2015; MCFEETERS, 1996). Diferente do NDVI, este índice é menos sensível aos efeitos atmosféricos e não remove completamente a reflectância do fundo do solo. Sendo assim, este vem a ser um índice independente e complementar, mas não um substituto (GAO, 1996).

$$NDWI = \frac{(VERDE - INFRAVERMELHO)}{(VERDE + INFRAVERMELHO)}$$

### 1.9 Prevenção e Controle

O controle da LV mostra-se desafiador, uma vez que envolvem diferentes variáveis que envolvem medidas dirigidas aos vetores e às populações humana e canina, além das ações educativas (BRASIL, 2014; PALATNIK-DE-SOUSA; DAY, 2011). Assim, acredita-se que as atuações destinadas a este agravo devam ser integrativas.

Dentre as medidas preconizadas pelo Ministério da Saúde estão vigilâncias entomológica, canina e humana, além das ações educativas. As diretrizes

direcionadas ao vetor constitui-se em captura de exemplares de *Lu. longipalpis*, afim de identificar o padrão de dispersão, e manejo ambiental dos possíveis criadouros. Quanto aos cães é realizado diagnóstico sorológico para LV, com eutanásia dos reservatórios soropositivos. Em relação a epidemiologia dos casos humanos, constitui-se no diagnóstico precoce e tratamento oportuno dos positivos (BRASIL, 2014).

Associado ao exposto, permeando todas as ações, há educação e sensibilização da comunidade, afim de promover a compreensão e aceitação da complexidade envolvida na incidência da enfermidade, além de fortalecer os conceitos de guarda responsável.

### **1.10 Objetivo**

Neste estudo o objetivo foi direcionar a tomada de decisões dos Serviços de Saúde para o controle da leishmaniose visceral humana, por meio da identificação das áreas críticas de risco para incidência dos casos caninos da enfermidade utilizando ferramentas de análise espacial, na área urbana do Município de Araçatuba, São Paulo, Brasil.

## APÊNDICE A - REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ABRANTES, T. R.; WERNECK, G. L.; ALMEIDA, A. S.; FIGUEIREDO, F. B. Environmental factors associated with canine visceral leishmaniasis in an area with recent introduction of the disease in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, artigo e00021117, 12 p., 2018. DOI: 10.1590/0102-311X00021117.

ALVAR, J.; YACTAYO, S.; BERN, C. Leishmaniasis and poverty. **Trends in Parasitology**, Oxford, , v. 22, n. 12, p. 552-557, 2006. DOI: 10.1016/j.pt.2006.09.004.

BATES, P. A.; ROGERS, M. E. New insights into the developmental biology and transmission mechanisms of *Leishmania*. **Current Molecular Medicine**, Boca Raton, v. 4, n. 6, p. 601-609, 2005. DOI: 10.2174/1566524043360285.

BELO, V. S.; STRUCHINER, C. J.; WERNECK, G. L.; BARBOSA, D. S.; OLIVEIRA, R. B.; TEIXEIRA NETO, R. G.; SILVA, E. S. A systematic review and meta-analysis of the factors associated with *Leishmania infantum* infection in dogs in Brazil. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 195, n. 1-2, p. 1-13, 2013a. DOI: 10.1016/j.vetpar.2013.03.010.

BELO, V. S.; WERNECK, G. L.; BARBOSA, D. S.; SIMÕES, T. C.; NASCIMENTO, B. W. L.; SILVA, E. S.; STRUCHINER, C. J. Factors associated with visceral Leishmaniasis in the Americas: a systematic review and meta-analysis. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, San Francisco, v. 7, n. 4, artigo e2182, 12 p., 2013b. DOI: 10.1371/journal.pntd.0002182.

BLANCO, V. R.; NASCIMENTO-JÚNIOR, N. M. Leishmaniasis: general aspects related with the disease, the parasite cycle, available drugs, novel prototypes and vaccines. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 9, n. 3, p. 861-876, 2017. DOI: 10.21577/1984-6835.20170055.

BORATTO, I. M. D. P.; GOMIDE, R. L. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SELPER, 2013. p. 7345-7352.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. **Guia de vigilância em saúde**: volume único. Brasília, DF, Ministério da Saúde, 2016. 773 p. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_vigilancia\\_saude\\_1ed\\_atual.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_1ed_atual.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2014. 120 p. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_vigilancia\\_controle\\_leishma](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_controle_leishma)

niose\_viscerai\_1edicao.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

BRAZIL, R. P.; RODRIGUES, A. A. F.; ANDRADE FILHO, J. D. Sand fly vectors of leishmania in the Americas: a mini review. **Entomology , Ornithology & Herpetology: current research**, Brussels, v. 4, n. 2, artigo 1000144, 4 p., 2015. DOI: 10.4172/2161-0983.1000144.

BRENNER, V. C.; GUASSELLI, L. A. Índice de diferença normalizada da água (NDWI) para identificação de meandros ativos no leito do canal do Rio Gravataí/RS - Brasil. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 17., 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015. p. 6381-6388.

BURZA, S.; CROFT, S. L.; BOELAERT, M. Leishmaniasis. **The Lancet**, London, v. 392, artigo 10151, p. 951-970, 2018. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)31204-2.

CARVALHO, M. S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005. DOI: 10.1590/S0102-311X2005000200003.

CHOI, M. Book review: spatial analysis in epidemiology. **Healthcare Informatics Research**, Seoul, v. 19, n. 2, p. 148-149, 2013. DOI: 10.4258/hir.2013.19.2.148.

CHOMEL, B. B.; SUN, B. Zoonoses in the bedroom. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 17, n. 2, p. 167-172, 2011. DOI: 10.3201/eid1702.101070.

CHRISTENSEN, H. A.; HERRER, A. Panamanian Lutzomyia (Diptera: Psychodidae) host attraction profiles. **Journal of Medical Entomology**, Honolulu, v. 17, n. 6, p. 522-528, 1980. DOI: 10.1093/jmedent/17.6.522.

CROMLEY, E. K.; MCLAFFERTY, S. L. **GIS and public health**. New York: Guilford Press, 2014. 503 p.

FISA, R.; GÁLLEGO, M.; CASTILLEJO, S.; AISA, M. J.; SERRA, T.; RIERA, C.; CARRIÓ, J.; GÁLLEGO, J.; PORTÚS, M. Epidemiology of canine leishmaniosis in Catalonia (Spain) the example of the Priorat focus. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 83, n. 2, p. 87-97, 1999. DOI: 10.1016/s0304-4017(99)00074-6.

GALATI, E. A. B.; NUNES, V. L. B.; REGO JR., F. A.; OSHIRO, E. T.; CHANG, M. R. Estudo de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) em foco de leishmaniose visceral no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 378-390, 1997. DOI: 10.1590/S0034-89101997000400007.

GALVIS-OVALLOS, F.; CASANOVA, C.; SEVÁ, A. P.; GALATI, E. A. B. Ecological parameters of the (S)-9-methylgermacrene-B population of the Lutzomyia longipalpis complex in a visceral leishmaniasis area in Sao Paulo state, Brazil. **Parasites & Vectors**, London, v. 10, artigo 269, 9 p., 2017. DOI: 10.1186/s13071-017-2211-8.

GAO, B.-C. NDWI - a Normalized Difference Water Index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, Amsterdam, v. 58, n. 3, p. 257-266, 1996. DOI: 10.1016/S0034-4257(96)00067-3.

GRAHAM, A. J.; ATKINSON, P. M.; DANSON, F. M. Spatial analysis for epidemiology. **Acta Tropica**, Amsterdam, v. 91, n. 3, p. 219-225, 2004. DOI: 10.1016/j.actatropica.2004.05.001.

JACQUEZ, G. M. Spatial analysis in epidemiology: nascent science or a failure of GIS? **Journal of Geographical Systems**, Heidelberg, v. 2, p. 91-97, 2000. DOI: 10.1007/s101090050035.

LISSNER, J. B.; GUASSELLI, L. A. Variação do índice de vegetação por diferença normalizada na Lagoa Itapeva, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil, a partir de análise de séries temporais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 427-440, 2013. DOI: 10.1590/S1982-45132013000200016.

MARCONDES, M.; DAY, M. J. Current status and management of canine leishmaniasis in Latin America. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v. 123, p. 261-272, 2019. DOI: 10.1016/j.rvsc.2019.01.022. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528818303631>. Acesso em: 20 fev. 2023.

MAROLI, M.; FELICIANGELI, M. D.; BICHAUD, L.; CHARREL, R. N.; GRADONI, L. Phlebotomine sandflies and the spreading of leishmaniasis and other diseases of public health concern. **Medical and Veterinary Entomology**, Oxford, v. 27, n. 2, p. 123-147, 2013. DOI: 10.1111/j.1365-2915.2012.01034.x.

MARTINS-MELO, F. R.; LIMA, M. S.; RAMOS JUNIOR, A. N.; ALENCAR, C. H.; HEUKELBACH, J. Mortality and case fatality due to visceral leishmaniasis in Brazil: A nationwide analysis of epidemiology, trends and spatial patterns. **PLoS One**, San Francisco, v. 9, n. 4, artigo 93770, 14 p., 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0093770.

MCFEETERS, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. **International Journal of Remote Sensing**, Abingdon, v. 17, n. 7, p. 1425-1432, 1996. DOI: 10.1080/01431169608948714.

MEIRA, C. S.; GEDAMU, L. Protective or detrimental? the role of host immunity in Leishmaniasis. **Microorganisms**, Basel, v. 7, n. 12, artigo 695, 25 p., 2019. DOI: 10.3390/microorganisms7120695.

MISSAWA, N. A.; LOROSA, E. S.; DIAS, E. S. Preferência alimentar de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) em área de transmissão de leishmaniose visceral em Mato Grosso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 41, n. 4, p. 365-368, 2008. DOI: 10.1590/S0037-86822008000400008.

OLIVEIRA, A. M.; VIEIRA, C. P.; DIBO, M. R.; GUIRADO, M. M.; RODAS, L. A. C.; CHIARAVALLIOTTI-NETO, F. Dispersal of *Lutzomyia longipalpis* and expansion of canine and human visceral leishmaniasis in Sao Paulo State, Brazil. **Acta Tropica**, Amsterdam, v. 164, p. 233-242, 2016. DOI: 10.1016/j.actatropica.2016.09.014.

OLIVEIRA, E. F.; SILVA, E. A.; CASARIL, A. E.; FERNANDES, C. E. S.; PARANHOS FILHO, A. C.; GAMARRA, R. M.; RIBEIRO, A. A.; BRAZIL, R. P.;

OLIVEIRA, A. G. Behavioral aspects of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera : Psychodidae) in urban area endemic for visceral Leishmaniasis. **Journal of Medical Entomology**, Cary, v. 50, n. 2, p. 277-284, 2013. DOI: 10.1603/ME12082.

OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE; OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Plano de ação para a eliminação de doenças infecciosas negligenciadas e ações pós-eliminação 2016-2022**. Washington, DC: OPAS; OMS, 2016. 4 p. Disponível em:  
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/31439/CD55-R9-p.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 20 fev. 2023.

PAHO - PAN AMERICAM HEALTH ORGANIZATION; WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Plan of action to strengthen the surveillance and control of leishmaniasis in the americas 2017-2022**. Washington, DC: PAHO; WHO, 2017. 64 p. Disponível em:  
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34147/PlanactionLeish20172022-eng.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. Acesso em: 20 feve. 2023.

PALATNIK-DE-SOUSA, C. B.; DAY, M. J. One health: the global challenge of epidemic and endemic leishmaniasis. **Parasites & Vectors**, London, v. 4, artigo 197, 10 p., 2011. DOI: 10.1186/1756-3305-4-197.

PALATNIK-DE-SOUSA, C. B.; SANTOS, R. W. ; FRANÇA-SILVA, J. C.; COSTA, R. T.; REIS, A. B.; PALATNIK, M; MAYRINK, W.; GENARÓ, O. Impact of canine control on the epidemiology of canine and human. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Northbrook, v. 65, n. 5, p. 510-517, 2001. DOI: 10.4269/ajtmh.2001.65.510.

PFEIFFER, D. U.; ROBINSON, T. P.; STEVENSON, M.; STEVENS, K. B.; ROGERS, D. J.; CLEMENTS, A. C. A. **Spatial analysis in epidemiology**. Oxford: Oxford University Press, 2008. 142 p.

REPERANT, L. A. Applying the theory of island biogeography to emerging pathogens: Toward predicting the sources of future emerging zoonotic and vector-borne diseases. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, Larchmont, v. 10, n. 2, p. 105-110, 2010. DOI: 10.1089/vbz.2008.0208.

ROUSE, J. W. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. Texas: Texas A&M University, 1973. 120 p. (Progress report RSC, 1978-1). Disponível em:  
<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19730017588/downloads/19730017588.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

SANTOS, C. V. B.; SEVÁ, A. P.; WERNECK, G. L.; Does deforestation drive visceral leishmaniasis transmission? a causal analysis. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 288, n. 1957, artigo 20211537, 9 p., 2021. DOI: 10.1098/rspb.2021.1537.

SANTOS, S. M.; SOUZA, W. V. (Orgs.). **Introdução à estatística espacial para a saúde pública**. Brasília,DF : Ministério da Saúde, 2007. 120 p. (Série Capacitação

e Atualização em Geoprocessamento em Saúde; 3). Disponível em: [http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS\\_CURSO\\_VIGILANCIA/capacitacao\\_e\\_atualizacao\\_em\\_geoprocessamento\\_em\\_saude\\_3.pdf](http://www.escoladesaude.pr.gov.br/arquivos/File/TEXTOS_CURSO_VIGILANCIA/capacitacao_e_atualizacao_em_geoprocessamento_em_saude_3.pdf). Acesso em: 20 fev. 2023.

SEVÁ, A. P.; MAO, L.; GALVIS-OVALLOS, F.; LIMA, J. M. T.; VALLE, D. Risk analysis and prediction of visceral leishmaniasis dispersion in São Paulo State, Brazil. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, San Francisco, v. 11, n. 2, artigo e0005353, 17 p., 2017. DOI: 10.1371/journal.pntd.0005353.

SHAW, J. J. Further thoughts on the use of the name *Leishmania (Leishmania) infantum chagasi* for the aetiological agent of American visceral leishmaniasis. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 101, n. 5, p. 577-579, 2006. DOI: 10.1590/S0074-02762006000500017.

TELES, A. P. S.; HERRERA, H. M.; AYRES, F. M.; BRAZUNA, J. C. M.; ABREU, U. G. P. Risk factors associated with the occurrence of visceral Leishmaniasis in the urban area of CampoGrande/MS. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 11, n. 21, p. 35-48, 2015.

TOLEDO, C. R. S.; ALMEIDA, A. S.; CHAVES, S. A. M.; SABROZA, P. C.; TOLEDO, L. M.; CALDAS, J. P. Vulnerability to the transmission of human visceral leishmaniasis in a Brazilian urban area. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 51, artigo 49, 11 p., 2017. DOI: 10.1590/S1518-8787.2017051006532.

VIANNA, E. N.; MORAIS, M. H. F.; ALMEIDA, A. S.; SABROZA, P. C.; REIS, I. A.; DIAS, E. S.; CARNEIRO, M. Abundance of *Lutzomyia longipalpis* in urban households as risk factor of transmission of visceral leishmaniasis. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 111, n. 5, p. 302-310, 2016. DOI: 10.1590/0074-02760150366.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Control of the leishmaniases**: report of a meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniases, Geneva, 22-26 March 2010. Geneva: WHO, 2010. 186 p. (WHO Technical report series, 949).