

**FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
INSTITUTO GONÇALO MONIZ**

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**FATORES EPIDEMIOLÓGICOS ASSOCIADOS À LEISHMANIOSE VISCERAL
CANINA E URBANIZAÇÃO EM CAMAÇARI – BA DE 2011 A 2015**

MARIA HELENA DE ATHAYDE MEIRELLES

**Salvador – Bahia
2022**

MARIA HELENA DE ATHAYDE MEIRELLES

Fatores epidemiológicos associados à Leishmaniose Visceral Canina e Urbanização
em Camaçari – BA de 2011 a 2015

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa

**FATORES EPIDEMIOLÓGICOS ASSOCIADOS À LEISHMANIOSE VISCERAL
CANINA E URBANIZAÇÃO EM CAMAÇARI-BA DE 2011 A 2015**

MARIA HELENA DE ATHAYDE MEIRELLES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa para a obtenção do grau de Mestra.

Orientadora: Profa. Dra. Deborah Bittencourt Mothé Fraga

Coorientadora: Profa. Dra. Manuela Solcà

Salvador – Bahia

2022

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca do
Instituto Gonçalo Moniz/ FIOCRUZ – Bahia - Salvador

M514 Meirelles, Maria Helena de Athayde.

Fatores epidemiológicos associados à leishmaniose visceral canina e urbanização em Camaçari-BA de 2011 a 2015. / Maria Helena de Athayde Meirelles. _ Salvador, 2022.

90 f.: il.: 30 cm

Orientadora: Profa. Dra. Deborah Bittencourt Mothé Fraga
Coorientadora: Profa. Dra. Manuela Solcà.

Dissertação (Mestrado em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa) – Instituto Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Salvador, 2022.

1. Leishmaniose visceral canina. 2. Urbanização. 3. Análise espacial. 4. Distribuição I. Título.

CDU 616.993.161

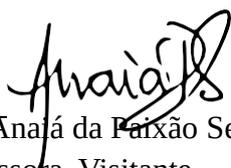
“FATORES EPIDEMIOLÓGICOS ASSOCIADOS À LEISHMANIOSE VISCERAL
CANINA E URBANIZAÇÃO EM CAMAÇARI – BA DE 2011 A 2015”.

MARIA HELENA DE ATHAYDE MEIRELLES

FOLHA DE APROVAÇÃO

Salvador, 18 de novembro de 2022.

COMISSÃO EXAMINADORA



Dra. Anaia da Paixão Seva
Professora Visitante
UESC

Documento assinado digitalmente
 RENATO BARBOSA REIS
Data: 28/11/2022 10:44:32-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Renato Barbosa Reis
Professor Titular
UNIFACS



Dra. Maria da Conceição Chagas de Almeida
Pesquisadora
IGM/FIOCRUZ

FONTES DE FINANCIAMENTO

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001."

À CAPES pelo fomento, apoio financeiro e consolidação do programa de pós-graduação em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, me ajudaram nessa jornada. Aos meus pais, Zito e Carol, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial como Médica Veterinária e na jornada para me tornar Mestre no atual cenário do país, tão difícil e desanimador para a ciência.

À minha irmã Luisa, que, mesmo de longe, consegue me dar suporte e estar presente nos momentos difíceis e felizes, acreditando na minha capacidade e contribuindo na minha formação.

Ao meu namorado Danilo, que esteve comigo em todos os momentos, tenham sido eles felizes ou tristes. Por sempre me acompanhar em cada etapa que vivi na escola, faculdade e agora na pós graduação, sendo sempre o meu porto seguro. Agradeço também aos meus sogros, Ivana e Ilmá, que me deram assistência em todos esses anos e a Mili, minha companheira pet, que me acompanhou em todo meu trajeto e, com certeza, foi um dos motivos que me fez escolher essa área, estando sempre em meu coração e memória.

Agradeço ainda aos meus avós João e Enóe pelo incentivo constante e aos meus avós Haydée e Félix, que, de onde estiverem, sei que estão velando os meus passos, deixando ensinamentos sobre como devemos lutar e não desistir daquilo que acreditamos e que é correto. Agradeço especialmente à minha orientadora Dr^a Deborah Bittencourt Mothé Fraga, que acreditou no meu potencial e me deu a oportunidade de realizar um trabalho científico de qualidade, sempre lutando pela ciência e por um futuro melhor. À Dr^a Manuela Solcà, por me coorientar e por ter paciência em me guiar em uma área nova, me apoiando e me ensinando a importância do geoprocessamento para a saúde.

À toda equipe de pesquisadores que viabilizaram a realização da minha dissertação compartilhando os seus dados e conhecimentos: Tiago Mota, Kelsilândia Aguiar, Marcelo Gonçalves e Maiara Arruda.

Aos nossos colaboradores da Universidade de Lancaster, em especial ao Dr. Emanuele Giorgi e Ms. Freya Clark que compartilharam os seus conhecimentos e auxiliaram em nossas decisões ao decorrer do trabalho.

Aos meus amigos do grupo Cão e do laboratório LaIPHE, que deixaram a realização desse trabalho mais leve e divertida.

À FIOCRUZ e ao Instituto Gonçalo Moniz (IGM), por disponibilizar uma estrutura e espaço de qualidade, e que, mesmo com todas as dificuldades, segue firme e resistente proporcionando trabalhos científicos de qualidade para a população brasileira.

E por fim, não poderia deixar de citar a CAPES, que, através da concessão de uma bolsa, foi fundamental para a realização desse projeto.

MEIRELLES, Maria Helena. **Fatores Epidemiológicos associados à Leishmaniose Visceral Canina e urbanização em Camaçari – BA de 2011 a 2015.** 92 f. il. Dissertação (Mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Salvador, 2022.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A urbanização é um processo que afeta diversos fatores relevantes para a Leishmaniose Visceral (LV). Devido a essa influência, características próprias da doença foram gradualmente adaptadas diante de uma nova realidade, acompanhando a progressão do processo de urbanização, tornando o cão o principal reservatório da doença em áreas urbanas. O aumento no número de casos da Leishmaniose Visceral Canina (LVC) resulta em um aumento de casos em humanos, tornando-se tópico de grande importância para a Saúde Pública. A associação do processo de urbanização com o aumento de diversos tipos de doenças como a LV e LVC, está intimamente relacionada à implementação de uma urbanização desordenada e sem planejamento. **OBJETIVO:** Dessa forma, este estudo teve como objetivo avaliar possíveis associações entre as alterações ambientais e socioeconômicas relacionadas ao nível de urbanização em Camaçari – BA com o número e distribuição de casos de Leishmaniose Visceral Canina no período de 2011 a 2015. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Trata-se de um estudo de corte transversal baseado em dados do censo demográfico (IBGE - 2010) e dados coletados de estudos realizados nos períodos de 2011 a 2012 e de 2014 a 2015. Foram realizadas análises espaciais, produzindo mapas de kernel, implementando Buffer nos locais de captura do *L. longipalpis* e classificação das áreas quanto a urbanização, além da análise dos dados dos questionários e do censo avaliando os dois períodos. **RESULTADOS:** Os resultados demonstraram um aumento da frequência relativa de casos positivos entre os períodos ($p < 0,05$), todavia com distribuições diferentes. Foi possível identificar áreas de aglomeração de casos em ambos os estudos, porém sem determinação de área de risco para a doença. Houve um aumento na porcentagem de residências que recebem incentivo do governo ($p < 0,05$). Nos dois períodos, foi possível observar casos positivos dentro dos buffers, com 75% de cães positivos no período 1 e 72,5% no 2, não havendo associação entre locais com captura de flebotômíneo e positividade para LVC. Não houve associação de captura de flebotômíneos com características domésticas e sociodemográficas. Foi possível identificar que houve associação entre a ocorrência de LVC nas residências e elementos como a presença de lixo associada a aumento de 1,35 vezes na prevalência, presença de esgoto a céu aberto com 0,54 e presença de área urbana com 1,31. A classificação da urbanização demonstrou um aumento entre os períodos em todos os distritos ($p < 0,05$), explicitando que houve aumento de urbanização no município. Houve correlação positiva entre as variáveis pessoa residente de cor preta, abastecimento de água de rede geral e coleta de lixo com presença de residências positivas para LVC. **CONCLUSÕES:** Foram identificadas características relacionadas ao aumento da prevalência de LVC como localização em área urbana e presença de lixo acumulado e correlações com fatores associados a urbanização como abastecimento de água em rede geral e coleta de lixo e fatores sociais como pessoa residente de cor preta, possibilitando um melhor foco e investimento, de forma apropriada, na prevenção e controle da Leishmaniose Visceral Humana e Canina em áreas que se apresentam em processo constante de urbanização.

Palavras-Chave: Leishmaniose Visceral Canina, Urbanização, Análise Espacial, Distribuição.

MEIRELLES, Maria Helena. **Epidemiological factors associated with Canine Visceral Leishmaniasis and urbanization in Camaçari – BA from 2011 to 2015.** 92 f. il. Dissertação (Mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz, Salvador, 2022.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Urbanization is a process that affects several relevant factors for Visceral Leishmaniasis (VL). Due to this influence, characteristics of the disease were gradually adapted to a new reality, following the progression of the urbanization process, turning the dog into the main reservoir of the disease in urban areas. The increase in the number of Canine Visceral Leishmaniasis (CVL) cases results in an increase in human cases, becoming a topic of great matter for Public Health. The association of the urbanization process with the increase of several types of diseases such as VL and CVL, is closely related to the implementation of a disorderly and unplanned urbanization. **OBJECTIVE:** Therefore, this study aimed to evaluate possible associations between environmental and socioeconomic changes related to the level of urbanization in Camaçari - BA with the number and distribution of Canine Visceral Leishmaniasis cases from 2011 to 2015. **MATERIALS AND METHODS:** This is a cross-sectional study based on a demographic census data (IBGE - 2010) and data collected from studies performed during 2011-2012 and 2014-2015. Spatial analysis were performed producing kernel maps, implementing Buffering at the capture sites of *L. longipalpis* and classifying areas according to urbanization, in addition to data analysis from questionnaires and IBGE census evaluating the two periods. **RESULTS:** The results showed an increase in the relative frequency of positive cases between the periods ($p < 0.05$), however with different distributions. It was possible to identify areas of cases agglomeration in both studies, but without defining the area of risk for the disease. There was an increase in the percentage of households receiving government incentives ($p < 0.05$). In both periods, it was possible to notice positive cases within the generated buffers, with 75% of positive dogs in period 1 and 72,5% in period 2, with no association between sites with sand fly capture and positivity for CVL. There was no association of capture of sandflies with household and sociodemographic characteristics. It was possible to identify that there was an association between the occurrence of CVL in homes and some elements such as the presence of garbage associated with a 1.35 times increase in prevalence, the presence of open sewage with 0.54 times and the presence of an urban area with 1.31 times. The classification of urbanization showed an increase between the periods in all districts ($p < 0.05$), showing that there was an increase in urbanization in the city. There was a positive correlation between the variables black resident person, water supply from general network and garbage collection with the presence of positive residences for CVL. **CONCLUSIONS:** Characteristics related to the increased prevalence of CVL were identified, such as location in an urban area and presence of accumulated garbage, and correlations with factors associated with urbanization, such as water supply in general network and garbage collection and social factors such as a black resident. Those results allow a better focus and investment, in an appropriate way, in the prevention and control of Human and Canine Visceral Leishmaniasis in areas that are in a constant process of urbanization.

Keywords: Canine Visceral Leishmaniasis, Urbanization, Spatial Analysis, Distribution

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Ciclo da Leishmania dentro do organismo do vetor e ao transmitir o agente para um reservatório..... | 16 |
| Figura 2: Fluxograma metodológico dos dados utilizados no trabalho..... | 32 |
| Figura 3: Mapa da área do estudo em Camaçari – BA..... | 33 |
| Figura 4: Mapa do Município de Camaçari demonstrando as áreas selecionadas para o trabalho e a diferença das áreas avaliadas em cada período do estudo..... | 38 |
| Figura 5: Mapa identificando os 09 setores censitários do distrito de Camaçari avaliados neste estudo..... | 38 |
| Figura 6: Mapa identificando os 13 setores censitários, do distrito de Monte Gordo avaliados neste estudo..... | 39 |
| Figura 7: Mapa identificando os 14 setores censitários do distrito de Abrantes avaliados neste estudo..... | 39 |
| Figura 8: Fluxograma da descrição populacional do estudo do período 1 e 2, detalhando os cães e residências que foram incluídos no presente trabalho..... | 48 |
| Figura 9 - Mapas de distribuição espacial de casos positivos e negativos de LVC presentes no município de Camaçari, nos setores censitário selecionados no trabalho, derivados do georreferenciamento de imagens do Google Earth. Distribuição espacial dos casos de LVC do distrito de (A) Camaçari no período 1. (B) Camaçari no período 2. (C) Abrantes no período 1 (D) Abrantes no período 2 (E) Monte Gordo no período 1 (F) Monte Gordo no período 2..... | 52 |
| Figura 10: Mapas de identificação de áreas de risco para a LVC no período 1. No distrito de Camaçari: (A) Densidade das residências positivas para LVC. (B) Densidade total das residências. No distrito de Abrantes: (C) Densidade das residências positivas para LVC. (D) Densidade total das residências. Do distrito de Monte Gordo: (E) Densidade das residências positivas para LVC. (F) Densidade total das residências..... | 55 |
| Figura 11: Mapas de identificação de áreas de risco para a LVC no período 2. No distrito de Camaçari: (A) Densidade das residências positivas para LVC. (B) Densidade total das residências. No distrito de Abrantes: (C) Densidade das residências positivas para LVC. (D) Densidade total das residências. Do distrito de Monte Gordo: (E) Densidade das residências positivas para LVC. (F) Densidade total das residências..... | 56 |

| | |
|--|----|
| Figura 12: Classificação orientada a objeto do distrito de Abrantes (A) Mapa da imagem de satélite do período 1 (B) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 1 (C) Mapa da imagem de satélite do período 2 (D) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 2. (E) Matriz de Confusão e Índice de Kappa separado por períodos... | 58 |
| Figura 13 - Classificação orientada a objeto do distrito de Monte Gordo (A) Mapa da imagem de satélite do período 1 (B) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 1 (C) Mapa da imagem de satélite do período 2 (D) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 2. (E) Matriz de Confusão e Índice de Kappa separado por períodos..... | 59 |
| Figura 14 - Classificação orientada a objeto do distrito de Camaçari (A) Mapa da imagem de satélite do período 1 (B) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 1 (C) Mapa da imagem de satélite do período 2 (D) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 2. (E) Matriz de Confusão e Índice de Kappa separado por períodos... | 60 |
| Figura 15 - Comparação das área, entre os períodos, em ha, a nível de setor censitário do distrito de (A) Abrantes. (B) Monte Gordo. (C) Camaçari. (Wilcoxon test)..... | 61 |
| Figura 16: Mapa de identificação da influência do flebotomíneo nos casos de LVC através da confecção de buffers de raio de 200m em volta de casas que obtiveram capturas de flebotomíneos no período 1. (A) Mapa do distrito de Abrantes. (B) Mapa do distrito de Monte Gordo..... | 63 |
| Figura 17: Mapa de identificação da influência do flebotomíneo nos casos de LVC através da confecção de buffers de raio de 200m em volta de casas que obtiveram capturas de flebotomíneos no período 2. (A) Mapa do distrito Sede de Camaçari. (B) Mapa do distrito de Abrantes. (C) Mapa do distrito de Monte Gordo..... | 64 |
| Figura 18 - Mapa de identificação da influência do flebotomíneo nos casos de LVC através da confecção de buffers de raio de 200m em volta de casas em houve e nas casas que não houve capturas de flebotomíneos, no período 2, no distrito de Camaçari..... | 66 |
| Figura 19: Curva ROC do modelo de regressão logística múltipla gerado através do banco de dados do período 2 e sua validação através do banco de dados do período 1..... | 69 |
| Figura 20 - correlação, a nível de setor censitário, entre os dados retirados do censo IBGE e as residências positivas para LVC do período 1 e 2 somados..... | 71 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Quantidade de feições selecionadas para cada classe separada em áreas e períodos do estudo..... | 44 |
| Tabela 2 - Descrição do número de cães avaliados, assim como a sua positividade, em cada distrito e período..... | 49 |
| Tabela 3 - Descrição das características domésticas das residências e dos dados sociodemográficos presentes no questionário epidemiológico estratificados por período do estudo..... | 50 |
| Tabela 4 - Área, em hectare, das classes produzidas, estratificadas por distrito e período..... | 61 |
| Tabela 5: Número de cães e razão de prevalência dos casos de LVC presentes dentro do raio de 200m do buffer implementado em volta de residências que apresentaram capturas de flebotomíneos no período 1..... | 65 |
| Tabela 6: Número de cães e razão de prevalência dos casos de LVC presentes dentro do raio de 200m do buffer implementado em volta de residências que apresentaram capturas de flebotomíneos no período 2..... | 65 |
| Tabela 7 - Análise univariada da associação entre captura de flebotomíneo nas residências em um raio de 200m em relação as características domésticas destas no período 2 do estudo..... | 67 |
| Tabela 8 - Análise univariada da associação entre captura de flebotomíneo nas residências em um raio de 200m em relação aos dados sociodemográficos destas no período 2 do estudo..... | 68 |
| Tabela 9: Razão de Prevalência entre os fatores de risco da LVC utilizadas no modelo, na área total do estudo, no período 2, determinado através da análise de regressão logística múltipla | 70 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 15 |
| 2.1 | LEISHMANIOSE VISCERAL NO BRASIL..... | 15 |
| 2.1.1 | Ciclo da LV nas Américas..... | 15 |
| 2.1.2 | Importância da LV para saúde única..... | 17 |
| 2.1.3 | Epidemiologia da Leishmaniose Visceral humana e canina..... | 18 |
| 2.2 | PROCESSO DE URBANIZAÇÃO..... | 19 |
| 2.2.1 | Processo de urbanização no Brasil..... | 21 |
| 2.2.2 | Associação da urbanização com a LV..... | 22 |
| 2.3 | PAPEL DO CÃO COMO PRINCIPAL RESERVATÓRIO DA LV EM ÁREAS URBANAS..... | 24 |
| 2.4 | ANÁLISES ESPACIAIS NA ÁREA DE SAÚDE..... | 26 |
| 2.4.1 | O uso do Geoprocessamento associado a LV e LVC..... | 27 |
| 3 | JUSTIFICATIVA..... | 30 |
| 4 | OBJETIVO..... | 31 |
| 4.1 | OBJETIVO GERAL..... | 31 |
| 4.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 31 |
| 5 | METODOLOGIA..... | 32 |
| 5.1 | DESENHO DO ESTUDO..... | 32 |
| 5.2 | DECLARAÇÃO DE ÉTICA..... | 32 |
| 5.3 | ÁREA DO ESTUDO..... | 33 |
| 5.4 | FONTE DOS DADOS..... | 34 |
| 5.4.1 | Identificação de Cães infectados com LV..... | 34 |
| 5.4.1.1 | Estudo do período 1 (2011 e 2012)..... | 34 |
| 5.4.1.2 | Estudo do período 2 (2014 e 2015)..... | 34 |
| 5.4.2 | Dados Demográficos e Epidemiológicos..... | 35 |
| 5.4.2.1 | Questionário Epidemiológico..... | 35 |
| 5.4.2.2 | Dados do Censo IBGE 2010..... | 36 |
| 5.4.3 | Captura de Flebotomíneos (<i>L. longipalpis</i>)..... | 37 |

| | | |
|---------|---|-----------|
| 5.4.4 | Dados Espaciais..... | 37 |
| 5.5 | ANÁLISE ESPACIAL..... | 40 |
| 5.5.1 | Distribuição espacial dos casos de LVC..... | 40 |
| 5.5.2 | Mapa de Kernel..... | 40 |
| 5.5.3 | Implementação de perímetros (Buffer) nas residências..... | 41 |
| 5.5.4 | Nível de Urbanização..... | 41 |
| 5.5.4.1 | Classificação orientada a objeto..... | 41 |
| 5.5.4.2 | Segmentação da Imagem..... | 42 |
| 5.5.4.3 | Classificação Manual..... | 43 |
| 5.5.4.4 | Classificação Random Forest..... | 44 |
| 5.5.4.5 | Classificação da Urbanização..... | 45 |
| 5.6 | ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 45 |
| 6 | RESULTADOS..... | 47 |
| 6.1 | DESCRIÇÃO DA POPULAÇÃO DO ESTUDO..... | 47 |
| 6.2 | DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CASOS DE LVC..... | 51 |
| 6.3 | IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO PARA LVC..... | 53 |
| 6.4 | CLASSIFICAÇÃO DA URBANIZAÇÃO..... | 57 |
| 6.5 | LOCAIS DE CAPTURA DE FLEBOTOMÍNEOS..... | 62 |
| 6.5.1 | Associação entre captura de flebotomíneo com a ocorrência de LVC nas residências62 | |
| 6.5.2 | Associação de possíveis fatores de risco com a presença de captura de flebotomíneos..... | 66 |
| 6.6 | REGRESSÃO LOGÍSTICA MÚLTIPLA..... | 68 |
| 6.6.1 | Modelo gerado para a Regressão Logística Múltipla..... | 68 |
| 6.6.2 | Razão de Prevalência ajustada ao modelo criado..... | 69 |
| 6.7 | CORRELAÇÃO ENTRE OS DADOS DO CENSO IBGE COM AS RESIDÊNCIAS POSITIVAS PARA LVC..... | 70 |
| 7 | DISCUSSÃO..... | 72 |
| 8 | CONCLUSÃO..... | 77 |
| 9 | REFERÊNCIAS..... | 78 |

1 INTRODUÇÃO

As leishmanioses são doenças negligenciadas causadas por protozoários do gênero *Leishmania*, sendo encontradas nas formas cutânea, visceral e mucocutânea (WHO, 2021). A Leishmaniose Visceral (LV) pode ser encontrada em todos os continentes com exceção da Oceania provocando cerca de 59 mil mortes por ano (WHO, 2002; DESJEUX, 2004; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010). O Brasil conta com 90% dos casos na América latina (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE, 2018). Dentro do país, 44,5% das notificações foram relatadas no Nordeste (VS/MS/MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017). A doença pode se encontrar presente em 174 dos 417 municípios da Bahia (SINAN/DIVEP, 2018).

Nas Américas, a LV é causada pelo protozoário *Leishmania infantum* e sua transmissão ocorre principalmente pela picada de insetos flebotomíneos do gênero *Lutzomyia*, embora na literatura estão descritas outras formas de transmissão da doença, como a transmissão congênita, transfusão sanguínea e acidentes laboratoriais (GUERIN, OLLIARO & SUNDAR, 2002).

Antes da década de 1980, o ciclo de transmissão da LV no Brasil era predominantemente silvestre e rural (WERNECK, 2016), tendo animais silvestres como reservatórios de *L. infantum* (Ministério da Saúde, 2014). No entanto, o contato cada vez mais comum do homem e animais domésticos com os agentes envolvidos na transmissão modificou o perfil da LV no país, expandindo este para os centros urbanos (SILVA et al., 1997; TAUIL, 2006; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Por várias décadas os casos urbanos de LV concentraram-se em cidades do nordeste brasileiro, como Teresina-PI e São Luís-MA (COSTA, PEREIRA & ARAÚJO, 1990). Atualmente, a doença está presente nas 23 Unidades Federativas nas 5 regiões brasileiras (SVS/MS/MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Sabe-se que a transição da LV para centros urbanos decorreu principalmente das intervenções humanas, como os excessivos cenários de desmatamento da vegetação, a intensa migração da população rural para áreas urbanas, com instalação nas cidades com condições de moradia e saneamento básicos precários (LAINSON, 1989; SILVA et al., 1997; MORENO et al., 2002; DIAS, LOROSA & REBELO, 2003; TAUIL, 2006). Outras questões socioambientais, como intensas secas em alguns locais do país, também são citadas como causas de urbanização da doença. As secas nas áreas rurais geraram uma intensa migração da população e seus animais de companhia (como o cão) para as periferias urbanas, provocando

um cenário de desmatamento dessas novas áreas ocupadas e condições sanitárias precárias que favoreceram a presença do inseto vetor (COSTA, PEREIRA & ARAÚJO, 1990; RANGEL & VILELA, 2008;).

Essas alterações ambientais também levaram à uma pressão ecológica de algumas espécies de flebotomíneos para as novas áreas ocupadas pelo homem. A espécie *Lutzomyia longipalpis*, considerada o principal vetor da LV nas Américas, passou a ter sua presença cada vez mais associada às periferias e até mesmo grandes centros urbanos em busca de alimentos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014; MOTA, et al., 2019). Em paralelo, o cão tornou-se o principal reservatório da doença em áreas urbanas, podendo a taxa de infecção da população canina alcançar 50% a 60% em algumas áreas endêmicas (FREITAS & NUNES-PINHEIRO & ABREU, 2010). Por ser um animal de companhia, o cão se encontra muitas vezes dentro de residências, aumentando o risco de acometimento em humanos caso esse animal esteja infectado (MOLINA et al., 1994; BERRAHAL et al., 1996; BEVILACQUA et al., 2001; GAVGANI et al, 2002).

Alterações ambientais têm a capacidade de afetar a epidemiologia de inúmeras doenças parasitárias, como malária, tripanossomíases e leishmaniose (TADEI et al., 1998; JOBIN, 1999). Essa relação vem sendo explorada de forma mais recente com o uso de ferramentas de geoprocessamento (WHO, 2010; ALMEIDA et al., 2014a; ALMEIDA et al., 2014b). Técnicas ligadas à informação espacial têm sido gradativamente introduzidas em pesquisas relacionadas à saúde, proporcionando diversos benefícios como a possibilidade de integração de diferentes bancos de dados relacionando a distribuição das enfermidades com dados socioeconômicos, ambientais, além de aspectos estruturais e populacionais (EICHELBERGER, 1993; RICHARDS et al., 1999; BARCELLOS & RAMALHO, 2002).

O estudo da variação espacial da distribuição da LV poderá fornecer um diagnóstico mais preciso da situação epidemiológica que poderá ser utilizado para indicar os riscos a que a população está exposta, acompanhar a disseminação dos agravos à saúde, fornecer subsídios para explicações causais, definir prioridades de intervenção e avaliar o impacto das intervenções (PEREIRA, 2002).

Este estudo visa avaliar possíveis associações entre o número e a distribuição de casos de LVC com alterações ambientais e socioeconômicas relacionadas a níveis de urbanização da área endêmica de Camaçari – BA entre os anos de 2011 e 2015.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 LEISHMANIOSE VISCERAL NO BRASIL

No Brasil, as leishmanioses são encontradas na forma tegumentar e visceral. A forma da leishmaniose é classificada em decorrência dos diferentes espectros clínicos encontrados e da espécie de *Leishmania* envolvida. A forma visceral nas Américas, também conhecida popularmente como Calazar, é ocasionada pela *L. infantum*, o agente etiológico mais importante no continente americano (LAINSON et al, 2005; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). No Brasil, existem duas espécies de flebotomíneos que se encontram associadas à transmissão vetorial de *Leishmania infantum*, são elas: o *Lutzomyia longipalpis* e o *Lutzomyia cruzi*. O primeiro, considerado o inseto mais encontrado e principal vetor da *L. infantum*, possui grande capacidade de adaptação quando adulto, podendo ser encontrado em diversos locais de peridomicílio, principalmente em abrigos de animais (DIAS, LOROSA & REBELO 2003; LAINSON, WARD & SHAW, 1977; LAINSON, 1989; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Por outro lado, a forma tegumentar está associada a uma grande diversidade de espécies de *Leishmania* e de flebotomíneos. As principais espécies envolvidas em sua transmissão são: *Lutzomyia flaviscutellata*, *Lutzomyia whitmani*, *Lutzomyia umbratilis*, *Lutzomyia intermedia*, *Lutzomyia wellcomei* e *Lutzomyia migonei* (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

2.1.1 Ciclo da LV nas Américas

Após ter se infectado em um reservatório vertebrado, como raposas, marsupiais, e cães em áreas urbanas, a fêmea do flebotomíneo é capaz de transmitir a *Leishmania infantum* para um hospedeiro mamífero em sua segunda alimentação (Figura 1). Ao fazer o repasto

sanguíneo no hospedeiro vertebrado, o vetor transmite a *Leishmania infantum* em sua forma infectante (KILLICK-KENDRICK, 1999). O parasita é, então, fagocitado por macrófagos do hospedeiro. Uma vez dentro deles, a *Leishmania* irá para os vacúolos parasitóforos onde se transformarão em amastigotas, multiplicando-se. Em alguns macrófagos, a multiplicação do agente é tão intensa que causa ruptura da célula, liberando na circulação as amastigotas que, por sua vez, serão novamente fagocitadas por novos macrófagos e células dendríticas (RITTIG & BOGDAN, 2000).

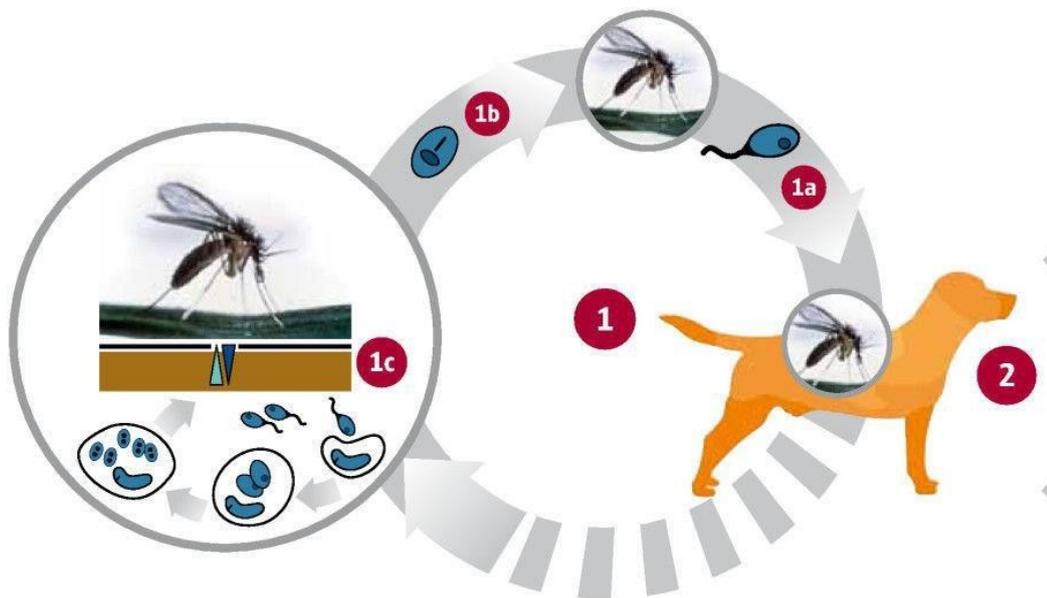


Figura 1 - Ciclo da *Leishmania* dentro do organismo do vetor e ao transmitir o agente para um reservatório.

Fonte: (SOLANO-GALLEGO et al., 2011).

A transmissão da *Leishmania* para o vetor ocorre através da picada de uma fêmea em um hospedeiro vertebrado que esteja infectado (Figura 1). O inseto insere sua probóscide na pele do hospedeiro, e, como o seu aparelho bucal possui anatomia semelhante a uma serra, acaba gerando uma pequena ferida, na qual fluirá sangue dos capilares superficiais (LANE, 1993; SANTOS, 2014). Durante o repasto sanguíneo, o inseto ingere o sangue do hospedeiro com a presença de amastigotas no interior dos macrófagos, e estes parasitas chegam ao intestino do inseto (HANDMAN & BULLEN, 2002). Dentro do organismo do vetor, a *Leishmania* passará por diversos estágios, ocorrendo sua replicação em dois deles, até chegar na sua forma infectante, tornando-se uma promastigota metacíclica, localizada na válvula estomodeal do inseto. Neste momento o vetor pode então transmitir as formas infectantes para o hospedeiro ao realizar um novo repasto sanguíneo (KAMHAWI, 2006).

2.1.2 Importância da LV para saúde única

A LV pode afetar humanos, cães e mamíferos silvestres, sendo considerada uma doença sistêmica grave que pode ser fatal quando não tratada adequadamente. Atualmente, a LV é enquadrada pela Organização Mundial da Saúde (LAINSON & SHAW, 1987; MORENO et al., 2002; DESJEUX, 2004; WHO, 2010; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012). A estimativa é que ocorram em torno de 202.000 a 389.100 casos de LV por ano e 20.000 a 40.000 mortes anuais causadas pela LV (WAMAI et al., 2020). Por ser uma zoonose, a sua influência tanto em animais como em humanos a torna de extrema importância para a saúde única, sendo necessário também se atentar às questões ambientais que influenciam o vetor da doença e, conseqüentemente, a sua progressão (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

A LV está presente no grupo de doenças zoonóticas negligenciadas, termo atribuído às doenças que afetam, em sua maioria, populações mais carentes e desprovidas de recursos necessários para a prevenção e controle dessas doenças (WHO, 2021). Além de ser considerada uma enfermidade potencialmente fatal, se não tratada corretamente (WHO, 2009; TAJEBE et al., 2017), a LV também pode ter sua progressão facilitada através da coinfeção *Leishmania*- HIV, visto que o HIV (vírus da imunodeficiência humana) conduz ao desenvolvimento de imunodepressão, desencadeando uma maior fragilidade da saúde do indivíduo. Todavia, é possível notar casos de coinfeção em que a progressão da LV não foi alterada em consequência do HIV (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

No meio urbano o flebotomíneo pode ser encontrado em locais cercados por áreas de vegetação com presença de árvores e mata, existência de animais domésticos como a galinha no peridomicílio e de material descartado (DE OLIVEIRA et al., 2012; QUINTANA, FERNÁNDEZ & SALOMÓN, 2012; FERNÁNDEZ ET AL., 2013). A adaptação dos flebotomíneos em áreas urbanas possibilitou que cães se tornassem o principal reservatório da *L. infantum* no meio urbano. Em áreas endêmicas, a taxa de infecção em cães pode ser superior a 60% e, por ser considerado um animal de companhia, a sua presença acaba por aumentar o risco de aparecimento de casos de LV em humanos (MOLINA et al., 1994; BERRAHAL et al., 1996; BEVILACQUA et al., 2001; ALVAR et al., 2004).

2.1.3 Epidemiologia da Leishmaniose Visceral humana e canina

A LV, especificamente, é uma doença de larga distribuição que pode ser encontrada no Leste da África, no Sul da Ásia, na América do Sul e na Região Mediterrânea (ALVAR, YACTAYO & BERN, 2006), sendo possível observar altos números de casos nas Américas, África, Ásia e sul da Europa (PIGOTT, 2014).

No mundo, é possível notar países que possuem destaque com seu grande número de casos registrados anualmente, como a Índia com 34.918 casos, Bangladesh com 6.224 casos, Sudão com 3.742 casos, Etiópia com 1.860 casos, Sudão do Sul com 1.756 casos e o Brasil com 3.481 casos (ALVAR et al., 2012), sendo, inclusive, considerados estes como os países que possuem 90% dos casos registrados no mundo (WHO, 2010).

Em 2020, na América Latina, o número de casos da doença diminuiu em 25% devido à queda nos registros de casos em países como a Colômbia (diminuindo de 16 para 8 casos entre 2018 e 2020), Venezuela (diminuindo de 43 para 6 casos entre 2018 e 2020) e o Brasil (diminuindo de 3466 para 1933 casos entre 2018 e 2020). Não se sabe ao certo se essa diminuição pode estar relacionada com mudanças nas ações da vigilância decorrentes da pandemia de COVID-19. O Brasil se destaca por ser o país com maior número de casos, com uma taxa de incidência muito mais elevada quando comparado com os outros países presentes em sua região (OPAS, 2021). A LV está mais presente no litoral do país, possuindo uma intensa associação com áreas urbanas e periurbanas (PIGOTT, 2014).

Atualmente, ocorrem casos autóctones de LV humana e canina em áreas urbanas de pelo menos 23 estados do Brasil (WERNECK et al., 2014; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017). A primeira epidemia urbana registrada de LV no país ocorreu em Teresina-PI (COSTA & PEREIRA & ARAÚJO, 1990, MINISTÉRIO DA SAÚDE 2005) e logo começou a se expandir para outros territórios do Nordeste, como Natal-RN (JERONIMO et al., 1994) e São Luís-MA (SILVA et al., 1997), tornando-se uma importante região para a doença devido aos altos números de casos registrados desde a década de 1990 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005). Segundo o Ministério da Saúde (2016), em 2012, 43,1% dos casos que ocorreram no Brasil estavam presentes no Nordeste. Em 2017, foi registrada uma taxa de incidência de 1,98 casos/100.000 habitantes encontrados em 23 Unidades Federativas nas 5 regiões brasileiras,

sendo 44,5% desses casos provenientes da região Nordeste (SVS/MS/MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017). Na Bahia, a doença já pode ser encontrada em 174 dos 417 municípios do estado (SINAN/DIVEP, 2018).

A Leishmaniose Visceral Canina (LVC) também teve o seu crescimento paralelo à LV humana, visto que o cão é reconhecido como o principal reservatório da doença em áreas urbanas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016). No Brasil, a doença afeta mais de 3.500 pessoas anualmente e, para cada humano afetado, a estimativa é que haja 200 cães infectados, estimando-se então 700.000 casos de LVC por ano no Brasil (SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE, 2020). Vale ressaltar que a presença de cães infectados resulta em um aumento de casos em humanos, como já citado em estudos prévios realizados por Araújo et al. (2013) e Barbosa et al (2014).

Devido a intensas mudanças climáticas que vêm ocorrendo nas últimas décadas é esperada uma tendência de aumento no número de casos de LV a nível mundial (CLIMATE CHANGE, 2011). No Brasil esse aumento está associado principalmente ao aumento da taxa de presença do vetor em épocas com chuvas intensas seguidos de longos períodos secos (CLIMATE CHANGE, 2011; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Segundo Mendes et al. (2015), haverá um aumento do número de pessoas com LV nos próximos anos concentrados nos Estados de Rondônia, Pará, Amazonas, Bahia, Maranhão, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina, e Mato Grosso do Sul.

2.2 PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

A urbanização é uma temática bastante discutida dentro da comunidade científica devido às consequências atreladas ao seu crescimento. Existem autores que demonstram grandes preocupações em como esse processo pode afetar a biodiversidade (LI et al., 2012; ELMQVIST, 2013; SOL et al., 2017), além dos impactos provocados pela poluição, proporção inadequada de moradia e residência com o tamanho da população, aumento da quantidade de descarte descontrolado de resíduos e desigualdade social (ZENG, 2010; WU, 2014).

A sua definição sempre foi amplamente discutida na literatura, porém sem consonância (MARLUFF et al., 2001; CLERGEAU et al., 2006; MACGREGOR-FORS, 2010; MACGREGOR-FOR, 2011). Há autores que vinculam a urbanização com o aumento da densidade populacional, presença de edificações e atividades econômicas (NIEMELA, 1999; MARZLUFF, BOWMAN & DONNELLY, 2001; NILON, BERKOWITZ & HOLLWEG, 2003). Porém, existem aqueles que associam a questão ambiental, com perdas de áreas ecológicas e de biodiversidade (UTTARA, BHUVANDAS & AGGARWAL, 2012; MUNZI et al., 2014; ARONSON et al., 2014; SOL et al., 2017). Além disso, existe uma parcela de autores que consideram a definição de “taxa de urbanização” como o percentual de pessoas morando em áreas já consideradas urbanas, sendo que, quanto maior o número de pessoas nessa condição, maior será a taxa de urbanização (CHAUVIN, 2017; GUAN, 2018; ONU, 2018).

Dentro do contexto de número de pessoas morando em áreas urbanas, é visível que a taxa de urbanização está associada com a questão econômica do país (HENDERSON, 2003). Os países mais desenvolvidos são aqueles que possuem maiores taxas de urbanização, como, por exemplo, o Japão e a Austrália. Por outro lado, países presentes na América do Sul, África, Leste Asiático e Europa Oriental demonstram um grande déficit de urbanização (ONU, 2018; RITCHIE & ROSER, 2018). Ainda assim, a urbanização é uma tendência crescente em todo o mundo, e mesmo países com rendas mais baixas demonstram avanços em suas taxas de urbanização (BRITO, 2001; CHAUVIN, 2017; GUAN, 2018). Segundo relatório do Banco Mundial (2013), em menos de 30 anos, a taxa de urbanização mundial - considerada pequena em algumas sociedades - aumentará em 40%. Por exemplo, em 1960, a África do Sul possuía apenas 46,62% de sua população residindo em áreas urbanas. Essa taxa cresce substancialmente com o passar dos anos, e pode ser encontrada uma taxa de 65,62% em 2017 (ONU, 2018). Segundo estudos prospectivos, a quantidade de países nessa situação se ampliará. As “megacidades”, que são conhecidas como cidades que possuem mais de 10 milhões de habitantes, apresentam uma projeção de aumento de 33 (2018) para 43 (2030). Além disso, a tendência é que ocorra um aumento da população urbana e uma diminuição da rural até 2030 (ONU, 2018).

Em conjunto com o aumento do número de pessoas vivendo em grandes cidades já consideradas urbanas, houve também um processo conhecido como urbanização rural, em que uma localidade caracterizada como ambiente rural se encontra em processo de desenvolvimento para tornar-se urbana. Diversas características de uma cidade se adequam a este espaço para sustentar um novo modelo de vida e industrialização do local sem

envolvimento de atividades típicas de áreas rurais como a agricultura (WANG, 1999; SILVA & GROSSI, 2001).

2.2.1 Processo de urbanização no Brasil

Na década de 1960, houve um grande aumento da taxa de urbanização na América Latina em geral, resultando em muitos locais mais urbanos que industrializados (DURAND & PELAEZ, 1965; ARRIAGA, 1968). De forma inesperada, o avanço da urbanização no Brasil foi tanto que ultrapassou a taxa de diversos países mais desenvolvidos (BRITO, 2001). Em 1970, foi registrada, no país, uma população urbana maior que a rural, apresentando uma taxa de crescimento médio de 4,1% na segunda metade do século XX (SANCHEZ-ALBORNOZ, 1974; IBGE, 2000).

Essa expansão da taxa de urbanização ocorreu em consequência das massivas migrações da população rural para áreas urbanas (FAISSOL, 1970; SANTOS, 2002), fazendo com que muitos autores descrevessem tal avanço como sendo uma urbanização social e territorial (FAISSOL, 1970; SANTOS, 2002). Muitos indivíduos que realizaram a migração acabaram se instalando em locais precários com grave déficit no saneamento básico, porém ainda consideravam possuir uma melhor qualidade de vida em comparação ao local anterior, já que em grandes centros urbanos era possível ter acesso mais facilitado a serviços de saúde e educação melhores, além de possuir maiores oportunidades de empregos, mesmo que de caráter informal (SANTOS, 2002; OLIVEN, 2010). Porém, é necessário evidenciar que o acesso aos serviços citados anteriormente é, muitas vezes, dificultado, levando a um processo de urbanização atrelado à pobreza estabelecendo então uma crise (SANTOS, 2002). É importante entender que o processo de urbanização sem um planejamento leva a diversas consequências, não só ambientais, mas também sociais e questões relacionadas à saúde (LACERDA, 2010).

Em 2018, a cidade de São Paulo foi considerada a quarta maior do mundo em termos de quantitativo populacional, possuindo 21,65 milhões de habitantes, incluindo a Região Metropolitana. Estima-se que, até 2030, a quantidade de habitantes da cidade irá aumentar

para 23,824 milhões. Salvador, outra grande cidade do Brasil, registrou 3,754 milhões de habitantes, com estimativa de aumento para 4,181 milhões em 2030, tendo uma taxa de mudança de 0,9% em relação a 2018 (ONU, 2018).

Em 1960, o Brasil havia registrado 46,14% de sua população morando em áreas urbanas. Essa taxa aumentou para 86,31% em 2017, com previsão de aumento para 92,43% da população em 2050. É interessante ressaltar que países desenvolvidos como Canadá possuem uma taxa de urbanização menor em consideração ao Brasil, apresentando somente 81,35% de sua população residindo em áreas urbanas no ano de 2017 (ONU, 2018). Acredita-se que a qualidade de vida oferecida nas áreas rurais dos países mais desenvolvidos pode acabar interferindo em sua taxa de urbanização por diminuir o interesse de pessoas em migrar de uma área rural para a urbana (KULIG & WILLIAMS, 2012; BONCINELLI et al., 2015).

O processo de urbanização rural também vem crescendo no país, principalmente devido à expansão do processo de industrialização (AMANN, AZZONI & BAER, 2018). Em Camaçari, município localizado no estado da Bahia, mudanças em suas características rurais começam a ficar mais evidentes com a chegada da implementação de grandes indústrias, substituindo atividades rurais típicas como a agricultura. Houve um grande impacto na industrialização do Município com o estabelecimento do Polo Petroquímico de Camaçari, que iniciou os seus trabalhos no ano de 1978, sendo o primeiro complexo petroquímico planejado do País (IBGE, 2023). Além disso é importante ressaltar a instauração da FORD (Indústria automobilística) no município em 2001, que, com ela, tornou mais forte o advento da urbanização rural em Camaçari (OLIVEIRA, 2004).

2.2.2 Associação da urbanização com a LV

Migone registrou o primeiro caso de LV no Brasil em 1913, sua descrição surgiu de amostras obtidas de Boa Esperança, localizada no estado do Mato Grosso (ALENCAR, & DIETZE, 1991). Em seguida, um estudo realizado por Penna et al (1934) constatou 41 casos positivos para *Leishmania* no Brasil, oriundos de amostras coletadas para realizar o diagnóstico para Febre Amarela. Antes da década de 1980, início da expansão da urbanização da LV, a doença era uma enfermidade típica de locais rurais com presença maior de vegetação e possuindo, em seu ciclo, animais silvestres como raposas e marsupiais (TAUIL, 2006; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016). Porém, devido a diversas mudanças relacionadas à

interferência humana, como o desmatamento das áreas rurais, a migração massiva da população para áreas urbanas, interferência no ciclo do vetor, condições inadequadas sanitárias e de moradia, o perfil da leishmaniose vem se tornando cada vez mais de uma doença urbana (LAINSON, 1989; SILVA et al., 1997; MORENO et al., 2002; DIAS, LOROSA & REBELO, 2003; TAUIL, 2006; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Em 1950, já era possível identificação de casos da doença em cidades pequenas e em poucas cidades grandes nas regiões Norte e Nordeste no Brasil (DEANE & DEANE, 1962).

À medida que houve uma expansão da urbanização no Brasil, acompanhada da grande negligência da sociedade e órgãos públicos em relação à Leishmaniose Visceral, um grande número de casos da LV começou a aparecer em áreas urbanas no País (COSTA, PEREIRA & ARAÚJO, 1990). Em 1970, o Brasil já registrava uma população urbana maior que a rural em decorrência do grande aumento da urbanização no país e o grande fluxo migratório da população rural para áreas urbanas (BRITO, 2001). Apenas 11 anos depois, em 1981, o município de Teresina, no estado do Piauí, presente na região Nordeste, passou a apresentar um aumento considerável de casos em relação aos anos anteriores (COSTA, PEREIRA & ARAÚJO, 1990). Não muito tempo depois, o mesmo comportamento foi verificado em São Luís, capital do estado do Maranhão, e em Montes Claros, município localizado no estado de Minas Gerais (DEANE & DEANE, 1962). Depois de alguns anos, novos surtos da doença começaram a surgir em outras cidades do País: Natal (JERÔNIMO, 1994), Belo Horizonte (SILVA et al., 2001), Montes Claros, Corumbá, Campo Grande, Aracaju, Caxias, Imperatriz, Jequié, Araçatuba, Bauru, Várzea Grande, Palmas e, mais recentemente, Fortaleza, Brasília, Piracicaba, entre outros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

O Nordeste tornou-se uma importante região para a doença, já que foi onde os surtos da enfermidade em áreas urbanas começaram a surgir (DEANE & DEANE, 1962; COSTA, PEREIRA & ARAÚJO, 1990), além de possuir 82,5% de casos registrados no Brasil entre os anos de 1980 e 2005 (MAIA-ELKHOURY et al., 2008) e tendo os estados mais afetados: Bahia, Ceará, Piauí e Maranhão (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

Muito é discutido se o processo de urbanização no país pode estar interferindo na epidemiologia da doença e, conseqüentemente, levando ao aumento do número de casos em ambientes considerados urbanos (COSTA, 2008; WERNECK, 2008; HARHAY, 2011), já que cidades como Salvador e Recife não tiveram epidemias da doença, mesmo possuindo características de grande processo de urbanização (COSTA, 2008). A urbanização é um processo que afeta diversos fatores relevantes para a LV, como (I) o desequilíbrio da biodiversidade causado pelo grande aumento do desmatamento (MCKINNEY, 2002;

ADRIAENSEN et al., 2003; MCKINNEY, 2008; ARONSON et al., 2014; SOL et al., 2017); (II) Presença de moradias precárias com saneamento básico com grande déficit, para a maioria da população migratória; (III) Aumento da densidade populacional (NIEMELA, 1999; MARZLUFF, BOWMAN & DONNELLY, 2001; NILON, BERKOWITZ & HOLLWEG, 2003); (IV) Elevado desequilíbrio socioeconômico (SANTOS, 2002).

Vale ressaltar que, dentro do processo da urbanização rural, ocorrem características remanescentes de áreas rurais, como a presença de animais domésticos (galinhas, bovinos, suínos) em algumas residências e mata residual em torno de moradias (ALEXANDER et al., 2002; DANTAS-TORRES & BRANDÃO-FILHO, 2006; GONÇALVES, 2014). Tais características acabam influenciando na densidade do vetor da doença (flebotomíneo), devido aos seus hábitos e a presença de condições favoráveis para a sua proliferação (MOTA, et al., 2019). Antes era possível identificar uma separação clara entre um ambiente urbano e um rural, porém, com o avanço da urbanização, isso já não é habitual em diversos locais no mundo, não existindo uma distinção clara quando um começa e o outro acaba, como exemplo observamos o surgimento das grandes periferias das cidades que antes poderiam ser identificadas como locais rurais e hoje são consideradas como parte das grandes cidades (MAGNAGHI, 2010; MAGNAGHI, 2012).

A associação do processo de urbanização com o aumento de diversos tipos de doenças como a LV e LVC, está intimamente relacionada à implementação de uma urbanização desordenada e sem planejamento, causando um desequilíbrio em diversos segmentos socioeconômicos e ambientais (REIS, et al., 2012).

2.3 PAPEL DO CÃO COMO PRINCIPAL RESERVATÓRIO DA LV EM ÁREAS URBANAS

A adaptação dos flebotomíneos às áreas urbanas e a crescente interação entre o vetor, reservatórios silvestres e o cão (SILVA et al., 1997; TAUIL, 2006; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014), causaram uma modificação do perfil da LV no país, expandindo este para os centros urbanos, tornando possível que cães se tornassem o principal reservatório da *L. infantum* no meio urbano. Em áreas endêmicas, a taxa de infecção em cães pode ser superior a 60% (MOLINA et al., 1994; BERRAHAL et al., 1996; BEVILACQUA et al., 2001; ALVAR et al., 2004).

Em 1930, foi possível identificar o primeiro episódio comprovado de transmissão da *L. infantum* em cães através do repasto sanguíneo de flebotômíneos (PARROT, DONATIEN & LESTOQUARD, 1930; ADLER & THEODOR, 1931). Devido à grande influência que a urbanização teve sobre a LV, características próprias da doença foram, gradualmente, adaptadas diante de uma nova realidade, acompanhando a progressão do processo de urbanização (DEANE & DEANE, 1962; COSTA, PEREIRA & ARAÚJO, 1990; TRAVI et al., 2001). Antes da urbanização da doença, muito era discutido sobre o papel da raposa no ciclo da LV, a sua importância nas áreas rurais era significativa, sendo encontrado casos de infecção por *Leishmania* nas regiões Nordeste, Sudeste e na Amazônia (DEANE & DEANE, 1954; DEANE & DEANE, 1955; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014). Hoje, o papel do cão como reservatório da doença é de notável importância epidemiológica, e a alta carga parasitária encontrada na pele dos cães infectados por *Leishmania* facilita a infecção de flebotômíneos (GIUNCHETTI et al., 2006; QUINNELL & COURTENAY, 2009; COSTA, COSTA & SOARES, 2015). Além disso, o cão é considerado um animal de companhia, possuindo um maior contato e proximidade com seu tutor (ser humano) (QUINNELL & COURTENAY, 2009; COSTA, COSTA & SOARES, 2015). Essas características culminam com o aumento de infecção em humanos em áreas com presença de cães infectados, relatado em alguns estudos (ARAÚJO et al., 2013; BARBOSA et al., 2014).

No Brasil, o controle da LV é realizado a partir de: (I) controle de vetores, através de utilização de inseticidas; (II) execução de diagnóstico precoce e tratamento adequado de casos humanos; (III) controle do reservatório canino por meio de recomendação da prática de eutanásia em cães sororreagentes ou com parasitológico positivo (Ministério da Saúde, 2014). A conduta de eutanasiar cães positivos como parte de estratégia de controle não é somente utilizada no Brasil, mas também adotada por diversos países, como os presentes na região do Maghreb e em áreas rurais da China (ALVAR et al., 2012). Contudo, essas estratégias de controle já demonstraram ser falhas e ineficazes. A prevalência de casos de LVC não diminuiu com o aumento no número de eutanásias realizadas em cães positivos para doença, o que levou ao aumento na demanda da busca por novas estratégias de controle (COSTA, 2011; DANTAS-TORRES et al., 2012; WERNECK et al., 2014). Hoje, o uso de coleiras impregnadas de inseticidas em cães demonstrou ser uma alternativa mais eficaz para o controle da doença (DAVID et al. 2001, MAROLI et al. 2001, GAVGANI et al. 2002, REITHINGER et al. 2004; WYLIE et al., 2015; MIRÓ et al., 2017; GÁLVEZ et al., 2018).

Vale ressaltar que ainda há adversidades que dificultam o controle da doença devido à presença de cães assintomáticos. Na literatura, é possível observar pesquisas que demonstram

uma taxa maior que 50% de cães infectados que aparentam estar saudáveis, o que acaba dificultando seus diagnósticos (BRANDONISIO et al., 1992; BERRAHAL et al., 1996; LACHAUD et al., 2002; DANTAS-TORRES & BRANDÃO-FILHO, 2006; MIRANDA et al., 2007). Assim como o cão sintomático, o cão assintomático também é capaz de infectar o flebotomíneo, aumentando o risco de introdução da doença em área com presença do vetor, potencializando a propagação da doença (OTRANTO et al., 2007).

2.4 ANÁLISES ESPACIAIS NA ÁREA DE SAÚDE

A evolução de tecnologias voltadas à geoinformática propiciaram muitos avanços com impactos importantes na área de saúde (BHUNIA & SHIT, 2019). A geoinformática pode ser considerada uma tecnologia que integra o Sistema de Informação Geográfica (SIG) (uma ferramenta que faz análises de forma integrada, reunindo diversos tipos de tecnologias, resultando no tratamento das informações geográficas), o sensoriamento remoto (ferramenta de captação de imagens e informações da superfície terrestre) e o sistema de posicionamento global (GPS) possibilitam adquirir a informação de posicionamento geográfico (MURTHY, 2003). Com o SIG, é possível realizar diversas ações na área da saúde, identificando áreas de risco específicas para o direcionamento de ações de prevenção e controle de doenças, facilitando a escolha de ação de promoção de saúde, de acordo com as necessidades da área avaliada, e planejando de forma adequada locais estratégicos para implementar hospitais e ambulatórios na atenção primária (FRADELOS et al., 2014). Além disso, o SIG também facilita a realização de planejamento urbano (RAI & KUMRA, 2011), ponto importante que envolve diversos elementos, como por exemplo, áreas desmatadas (MCKINNEY, 2002; ADRIAENSEN et al., 2003; MCKINNEY, 2008; ARONSON et al., 2014; SOL et al., 2017), saneamento básico e coleta de lixo (NIEMELA, 1999; MARZLUFF, BOWMAN & DONNELLY, 2001; NILON, BERKOWITZ & HOLLWEG, 2003) que estão relacionados, de forma recorrente, com enfermidades como a LV. A utilização do SIG se tornou mais comum e presente devido à introdução de softwares que apresentam interface amigável, e de fácil compreensão, possibilitando o melhor uso de suas ferramentas (SCHMIDT, NOBRE & FERREIRA, 2003; EMBRAPA, 2004).

Estudos de diversas áreas acabam sendo mais eficazes com o uso da ferramenta de geoprocessamento, analisando os dados também de forma espacial, como em análises agrícolas (OZAKI, 2008), criminais (AIRES & COLLISCHONN, 2021), transporte (RAIA, 2000), de marketing (RAMOS, 2011) e saúde (BAVIA et al., 2005). Dependendo do tipo de dado coletado, pode ser realizada análise de padrões pontuais, superfície contínua, áreas com contagens e taxas agregadas (EMBRAPA, 2004). Dentro da área de saúde, a análise espacial se iniciou através de Hipócrates (480 a.C.), que começou a observar e relacionar a doença com sua localização (MEADE & EARICKSON, 2005). Em 1768, o médico James Lind descreveu sobre a distribuição de algumas doenças, tentando obter respostas (BARRETT, 1993). Em 1792, o autor Leonhard Ludwig Finke associou a localização geográfica com enfermidades, nutrição e atenção médica (BARRET, 1980). Em 1851, John Snow solucionou qual era o veículo de transmissão da cólera através da utilização da análise espacial, possibilitando a identificação de locais que possuíam aglomerações de casos e assim determinando a causa do surto de cólera que era a presença de água contaminada em poços encontrados em tais locais (NEWSOM, 2006). Na saúde, a utilização do geoprocessamento ocorre, principalmente, no campo da epidemiologia, possibilitando uma melhor análise espacial da distribuição de diversas doenças, identificação de áreas de maior risco para doença, indicando possíveis riscos que a população está sendo exposta além de permitir observar o impacto de diversas associações, e assim, gerando melhores planos de intervenção e controle para a enfermidade (EMBRAPA, 2004).

2.4.1 O uso do Geoprocessamento associado a LV e LVC

A LV e LVC são doenças que tiveram avanços no território brasileiro acompanhados por diversos elementos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014), tornando de extrema importância que esses avanços territoriais sejam analisados e explorados não só de forma epidemiológica, mas também espacial. Através do geoprocessamento, é possível analisar questões específicas das enfermidades, como pontos de aglomeração de casos e análises relacionadas com fatores ambientais como o desmatamento que podem afetar a epidemiologia da doença (EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2007).

A leishmaniose é considerada uma doença multifatorial, ou seja, pode ser afetada e influenciada por diversos fatores, sejam eles individuais (do animal ou da pessoa) ou coletivos

(GONÇALVES, 2014). Desta forma, são necessários estudos em busca da identificação de associações, sejam elas positivas ou negativas destes fatores com a doença. As ferramentas de geoprocessamento oferecem uma vantagem para analisar tais associações, podendo: manipular dados georreferenciados, produzir buffers que identificam possíveis perímetros de risco, aplicar a técnica de Kernel em busca de áreas com aglomerações de casos, desenvolver análises de autocorrelação espacial através da implementação do Índice de Moran, índice de Geary e o Variograma que auxiliam em análises exploratórias (EMBRAPA, 2004). Essas análises podem contribuir para uma melhor compreensão da história natural da doença, e identificação de quais fatores influenciariam em sua propagação, como já foi observado em estudos anteriores (BAVIA et al., 2005; CASARIL et al., 2014; FIGUEIREDO et al., 2017; ABRANTES et al., 2018). A produção de resultados através da análise espacial torna possível a identificação de áreas de maior risco e a compreensão do que levaria a essa maior ocorrência. Tais conhecimentos tornam possível a implementação de medidas de prevenção e controle com embasamento científico objetivando o aperfeiçoamento da saúde pública do país. (EMBRAPA, 2004).

Na literatura, é possível encontrar diversos estudos que adotaram a utilização de técnicas de geoprocessamento para a melhor elucidação do comportamento da LV em humanos (PRADO, 2011; CAMPO et al., 2017; AZEVEDO, 2019; MARCHI, 2019). Campos et al. (2017) investigaram a distribuição e os aspectos epidemiológicos da LV e LVC no nordeste do Brasil, identificando as áreas de maior concentração de casos e concluindo que houve um aumento da prevalência da doença. Prado et al. (2011) demonstraram que houve uma diminuição dos casos de LV humana como reflexo da redução da transmissão desde 2007 em Montes Claros, além de apontar áreas de risco através da realização de mapas de kernel. Azevedo (2019) explicitou a distribuição da LV no Brasil por meio de um mapa de risco, e, mediante seus resultados, denotou a grande importância de informações espaço-temporais para aperfeiçoamento da vigilância epidemiológica e controle da doença. Marchi (2019) fez uma revisão sistemática da análise espacial da Leishmaniose no Brasil, tornando possível a identificação de padrões da sua distribuição com características ambientais, déficit de saneamento básico e classe social. Estudos direcionados a LVC, com o mesmo propósito, também estão sendo realizados, já que o cão possui uma grande importância na epidemiologia da doença, aumentando os riscos de infecção humana em locais com maior presença de cães infectados (PRADO, 2011; CAMPOS et al., 2017; FIGUEIREDO et al., 2017; ABRANTES et al., 2018). Porém, ainda é necessária a realização de mais estudos sobre a LV e LVC que façam uso da análise espacial, levando em consideração que o

geoprocessamento é uma área em constante avanço, incluindo novas e melhoradas ferramentas para a melhor compreensão da doença de forma espacial.

3 JUSTIFICATIVA

É visível que tanto a LV quanto LVC sofreram alterações em sua epidemiologia devido ao processo de urbanização. Alguns trabalhos nos últimos anos vêm utilizando as técnicas de geoprocessamento para avaliar como aspectos relacionados ao processo de urbanização teriam influenciado a epidemiologia da leishmaniose visceral humana e canina. Foi demonstrada associação entre aspectos ambientais como a cobertura vegetal e o solo exposto com a ocorrência da doença (Bavia et al., 2005; Casaril et al., 2014; Figueiredo et al., 2017; Abrantes et al., 2018). Apesar disso, há escassez de estudos com disponibilidade de dados de uma mesma área em períodos distintos, e que possibilitem a identificação de fatores que afetam os casos de LVC temporalmente em locais endêmicos. Assim, são necessários mais estudos que possam explorar espacialmente os aspectos relacionados à urbanização como o uso e ocupação do solo, características ambientais e socioeconômicas e sua associação com a distribuição de casos de LVC em áreas endêmicas. Realizando mais estudos será possível definir áreas e características de maior risco para LVC, podendo então focar e investir, de forma mais apropriada, na prevenção e controle tanto da Leishmaniose Visceral Humana quanto da Canina.

4 OBJETIVO

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar possíveis associações entre o número e a distribuição de casos de LVC com alterações ambientais e socioeconômicas relacionadas ao nível da urbanização da área endêmica de Camaçari – BA no período de 2011 a 2015.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a distribuição espacial e áreas de risco para LVC na região estudada em dois períodos temporais;
- Identificar a classificação dos níveis de urbanização nas diferentes áreas avaliadas;
- Comparar temporalmente as modificações dos níveis de urbanização nas áreas avaliadas e sua associação com o número de casos de LVC;
- Avaliar a ocorrência de associação dos fatores sócio-demográficos, ecológicos e características domésticas das residências com o número de casos de LVC e com a captura de flebotomíneos.

5 METODOLOGIA

5.1 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo de corte transversal baseado em dados do censo demográfico de 2010 e dados coletados por estudos prévios em uma mesma região nos períodos de 2011 a 2012 (Período 1) e de 2014 a 2015 (Período 2). Este estudo foi desenhado para avaliar a associação entre a urbanização e fatores relacionados a ela com a ocorrência da LVC. O presente trabalho utiliza análises espaciais para identificar áreas consideradas urbanas e investigação de autocorrelação espacial.

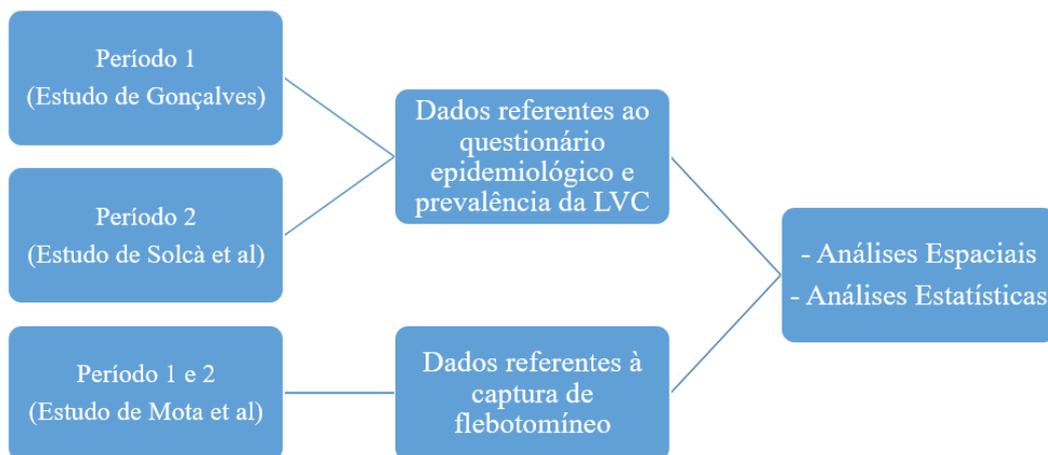


Figura 2: Fluxograma metodológico dos dados utilizados no trabalho

Fonte: Elaboração da autora

5.2 DECLARAÇÃO DE ÉTICA

Os dados utilizados neste trabalho foram conduzidos considerando todos os princípios éticos para experimentação animal e diretrizes estabelecidas pela Fundação Oswaldo Cruz

(FIOCRUZ). Todos os experimentos envolvendo animais foram realizados de acordo com o conselho de revisão institucional do Instituto Gonçalo Moniz (IGM - Fiocruz – Bahia/Brasil), tendo sido aprovados pelo CEUA da Fiocruz – Bahia (protocolo CEUA 017/2010 e 007/2013).

5.3 ÁREA DO ESTUDO

O estudo foi realizado em Camaçari (Figura 3) que é um município situado na Bahia, latitude $12^{\circ}41'51''$ e longitude $38^{\circ}19'27''$, que possui 785,335 km² de área de unidade territorial, com população estimada de 293.723 pessoas, possuindo em seu território solos com umidade elevada, temperatura média de 25°C e clima úmido (EMBRAPA, 2006; Julião et al., 2007; IBGE, 2018). Segundo o Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN do Ministério da Saúde, Camaçari apresentou o registro de 4 casos humanos de LV em 2010 e 2 em 2014 (os mesmos períodos da realização das coletas de amostra para o presente trabalho). Além disso, estudos prévios na região mostraram que o vetor *L. longipalpis* é encontrado em diversos locais em Camaçari, com alta infecção natural da população pela *L. infantum* (MOTA et al., 2019).

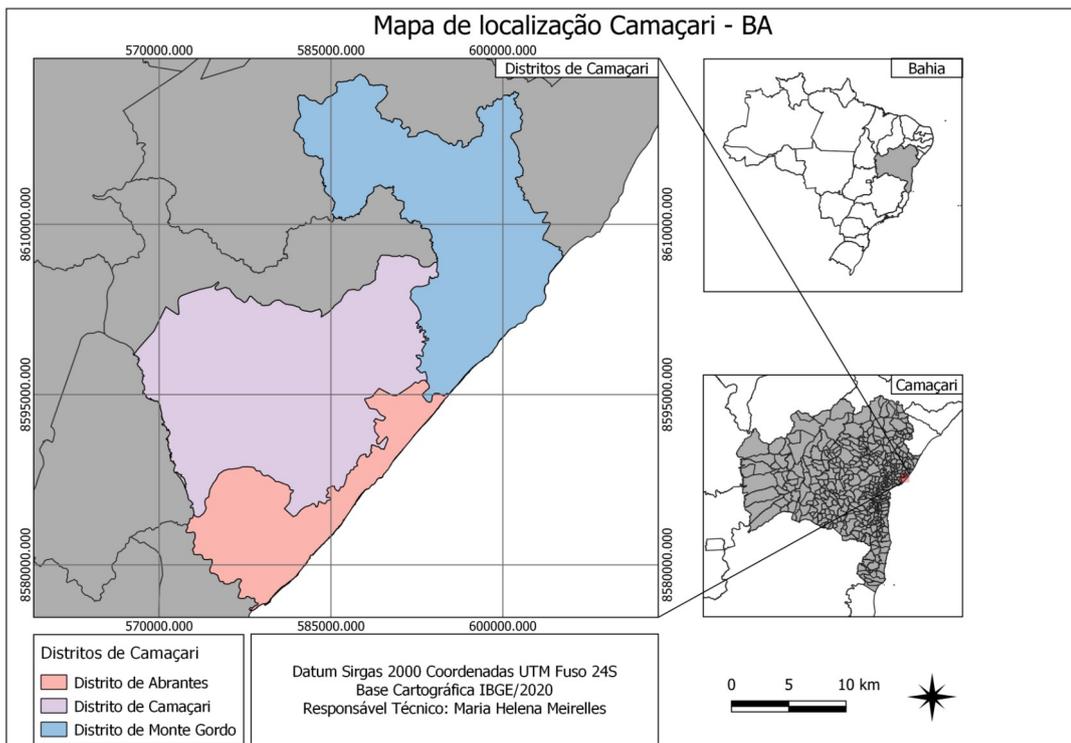


Figura 3: Mapa da área do estudo em Camaçari – BA

Fonte: Elaboração da autora

5.4 FONTE DOS DADOS

5.4.1 Identificação de Cães infectados com LV

As informações que serão empregadas no presente estudo acerca da prevalência da LVC em Camaçari foram obtidas de dois estudos prévios realizados nesta área pelo grupo do LaIPHE da Fiocruz/BA. O primeiro estudo foi desenvolvido no período 1 de 2011 e 2012 (GONÇALVES, 2014) e o segundo período compreendido entre 2014 e 2015 (SOLCÀ et al., 2021). Em ambos os estudos a positividade para LVC foi determinada utilizando critérios sorológicos, parasitológicos e moleculares.

5.4.1.1 Estudo do período 1 (2011 e 2012)

Estudo de corte transversal realizado em 36 bairros do município de Camaçari com o objetivo de identificar a prevalência, distribuição e prováveis fatores de risco para Leishmaniose Visceral Canina em Camaçari-BA. O cálculo do tamanho da amostra utilizada no trabalho foi baseado no censo da campanha antirrábica canina, sendo considerado 20% como prevalência que é esperada para a LVC, além de 5% de erro esperado, com nível de confiança de 95%. As residências utilizadas no trabalho foram selecionadas de forma aleatória.

5.4.1.2 Estudo do período 2 (2014 e 2015)

Estudo de corte transversal da população canina de Camaçari-BA com o objetivo de identificar possíveis biomarcadores diferentes e correlacioná-los com a gravidade da infecção

por *L. infantum*. Foi realizado uma baseline de recrutamento de cães para uma coorte. As residências utilizadas foram selecionadas de forma aleatória. É importante ressaltar que, mesmo que ambos os estudos tenham sido realizados no mesmo município, os cães avaliados foram distintos.

5.4.2 Dados Demográficos e Epidemiológicos

5.4.2.1 Questionário Epidemiológico

Nos dois estudos realizados foi aplicado um questionário nos tutores dos animais avaliados no momento da coleta de material para a identificação de cães com LVC. Nesse questionário foram obtidos dados demográficos e epidemiológicos dos tutores e das residências dos animais. Somente os dados considerados na literatura como características relevantes para a LVC foram incluídos neste estudo, como:

- Presença de Galinha (LAINSON et al., 1994);
- Presença de Lixo acumulado (FERRO, et al., 1997);
- Presença de Esgoto a céu aberto (FERRO et al., 1997);
- Recebimento de Incentivo do Governo (SANTOS, 2002; CARVALHO et al., 2021) ;
- Grau de Instrução do chefe da família (CARVALHO et al., 2021);
- Renda Média da residência (CARVALHO et al., 2021).

Para a avaliação do grau de instrução do chefe da família, foram criadas quatro categorias: (I) Analfabeto; (II) com Ensino Fundamental completo; (III) com Ensino Médio completo e (IV) com Ensino Superior completo. No presente trabalho, foram agrupadas as categorias Analfabeto e Ensino Fundamental, formando o grupo “Escolaridade Baixa” e as categorias Ensino Médio e Superior que formaram o grupo “Escolaridade Alta”. A Renda Média das residências foi separada em 2 grupos:

1. Renda Baixa
 - Período 1: $> R\$545,00$ e $\leq R\$ 1.090,00$;
 - Período 2: $\geq R\$ 724,00$ e $\leq R\$ 1.448,00$.
2. Renda Alta
 - Período 1: $\geq R\$ 1.090,00$ e $> R\$ 1.614,00$;
 - Período 2: $\geq R\$ 1.448,00$ e $> R\$ 2.172,00$.

Os dados citados acima serão avaliados como variáveis independentes em relação à positividade dos cães para LVC.

5.4.2.2 Dados do Censo IBGE 2010

Foram selecionados dados obtidos do último censo realizado em 2010 que possuíam características relevantes para avaliação de associação com a presença da LVC, como saneamento básico e questões sociais:

- Renda Média (CARVALHO et al., 2021; RIBEIRO et al., 2021);
- Pessoas Residentes de cor ou raça Preta (RIBEIRO et al., 2021);
- Domicílios com abastecimento de água da rede geral (FERRO, et al., 1997);
- Domicílios que possuem banheiro de uso exclusivo (FERRO, et al., 1997);
- Domicílios que possuem o seu lixo coletado (FERRO, et al., 1997).

Os dados do censo de 2010 foram utilizados para análises relacionadas a ambos os períodos, pois um novo censo ainda não foi realizado pelo IBGE. Os dados citados acima foram avaliados como variáveis independentes em relação à positividade dos cães para LVC.

5.4.3 Captura de Flebotomíneos (*L. longipalpis*)

Em relação à captura de flebotomíneos, foram considerados os dados do estudo de Mota et al. (2019), referentes ao município de Camaçari e aos distritos de Abrantes, Camaçari e Monte Gordo para avaliação neste estudo. Esses dados foram reunidos nos mesmos períodos (2011/2012 – 2014/2015) compreendidos nos outros dois estudos citados no item anterior e utilizados no presente trabalho.

5.4.4 Dados Espaciais

Os dados previamente coletados nos dois estudos foram inseridos no software QGIS versão 3.16.14 lançamento de longa duração (QGIS.org, 2022), para plotagem dos pontos georreferenciados nos mapas digitalizados. A análise espacial foi realizada sobre base cartográfica da malha municipal, distrital e de setores censitários de Camaçari, do Censo Demográfico Brasileiro do ano de 2010 (IBGE, 2020), referenciado no sistema Geodésico: SIRGAS 2000 e Sistema de Coordenadas Geográficas: Lat/Long. A base cartográfica empregada foi convertida para o sistema de coordenadas Universal Transverso de Mercator – UTM, objetivando análises espaciais em sistema de coordenadas planas.

As análises e representações gráficas foram feitas levando em consideração o município, seus distritos e setores censitários selecionados (Figura 4). A seleção dos setores censitários avaliados neste estudo foi feita levando em consideração os bairros e as áreas próximas analisados em ambos os estudos prévios, uma vez que no estudo de 2011-2012 foi avaliada a presença de LVC em toda área de Camaçari e em 2014-2015 a prevalência da LVC só foi avaliada em um bairro de cada distrito de Camaçari (Machadinho, Jauá e Jacuípe) (Figura 4). Devido a essa diferença de áreas avaliadas nos dois estudos, o presente trabalho realizou as análises em 09 setores no distrito de Camaçari (Figura 5); 13 no distrito de Monte Gordo (Figura 6) e 14 no distrito de Abrantes (Figura 7).

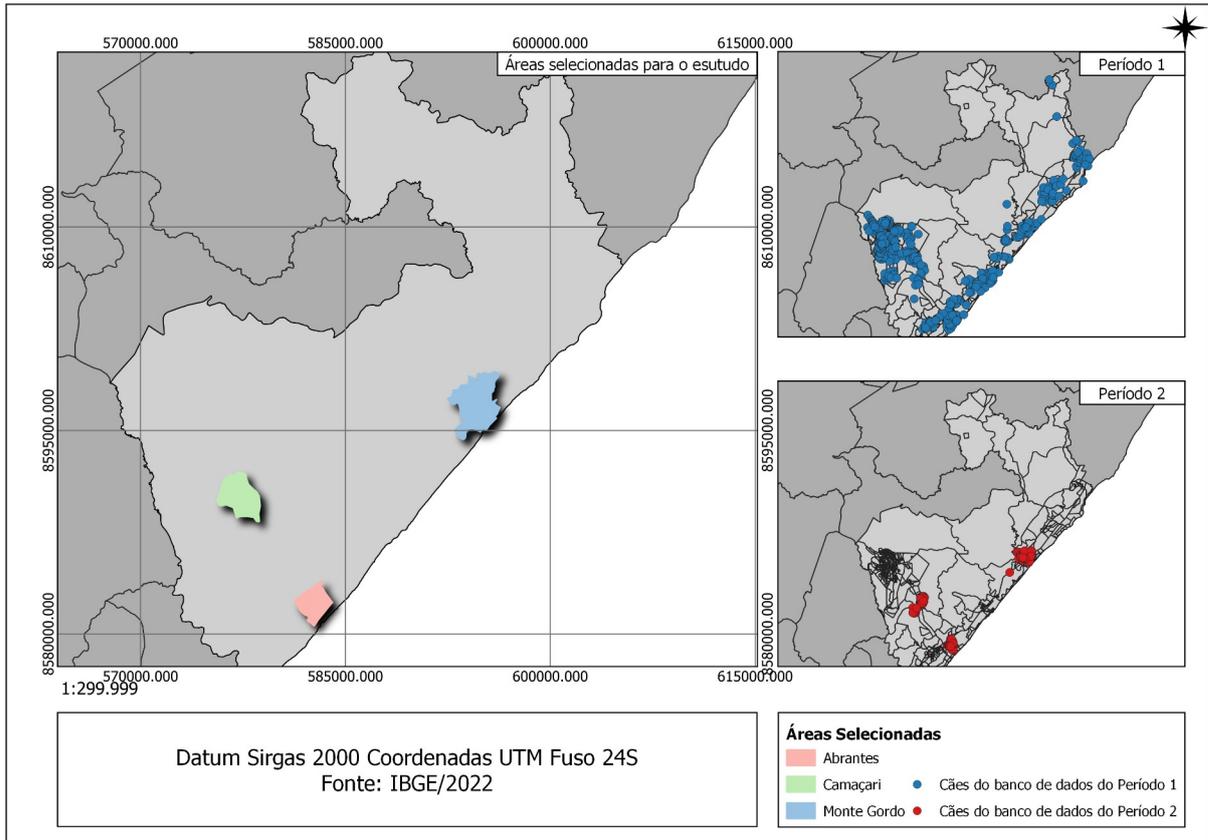


Figura 4: Mapa do Município de Camaçari demonstrando as áreas selecionadas para o trabalho e a diferença das áreas avaliadas em cada período do estudo.

Fonte: (IBGE, 2020)

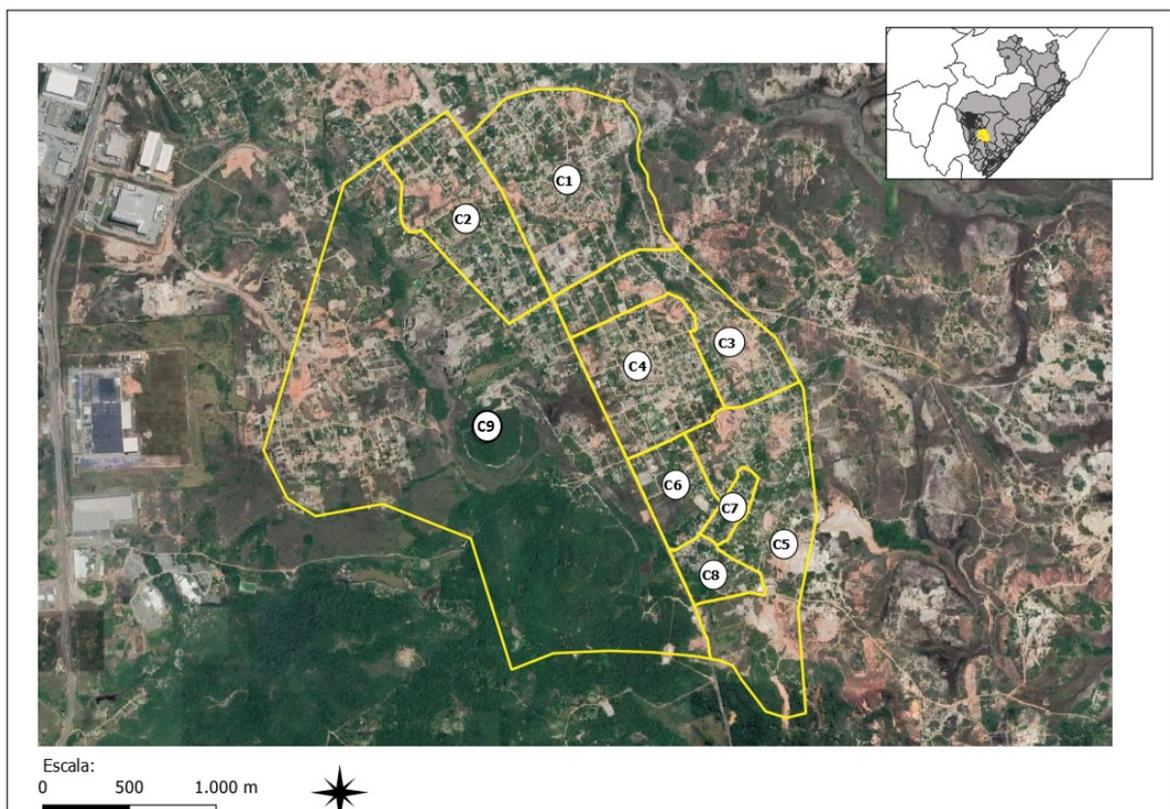


Figura 5: Mapa identificando os 09 setores censitários do distrito de Camaçari avaliados neste estudo.

Fonte: (GOOGLE EARTH, 2021)



Figura 6: Mapa identificando os 13 setores censitários, do distrito de Monte Gordo avaliados neste estudo.
Fonte: (GOOGLE EARTH, 2021)

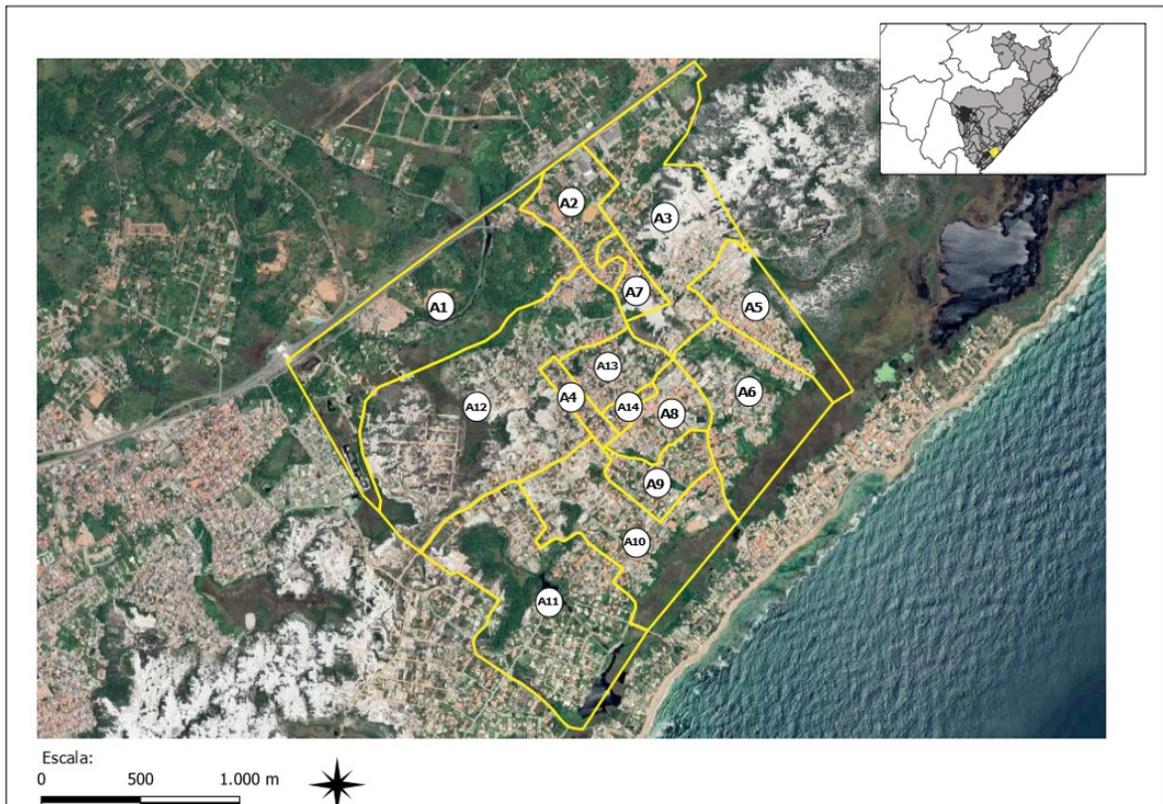


Figura 7: Mapa identificando os 14 setores censitários do distrito de Abrantes avaliados neste estudo.
Fonte: (GOOGLE EARTH, 2021)

5.5 ANÁLISE ESPACIAL

5.5.1 Distribuição espacial dos casos de LVC

Para a produção do mapa de distribuição da LVC no município de Camaçari, foi feito o georreferenciamento de imagens do Google Earth, de ambos os períodos, nos bairros de: Machadinho (20/08/2011 e 20/02/2014), Jauá (01/08/2011 e 01/08/2014) e Jacuípe (20/04/2011 e 20/04/2014). O georreferenciamento das imagens foi realizado seguindo o Sistema de referências de coordenadas (SRC) do projeto (EPSG: 31984) e possuindo erro médio inferior a 0,4m. Foram inseridos os pontos de localização para as residências com cães que tiveram diagnóstico positivo como um símbolo vermelho e com cães com diagnóstico negativo com símbolo azul, possibilitando a visualização da distribuição de casos no município nos diferentes períodos de avaliação.

5.5.2 Mapa de Kernel

O mapa de kernel teve como objetivo identificar as áreas de aglomeração de residências positivas no mapa, sendo estas representadas pela coloração vermelha. O raio utilizado para realização do mapa de Kernel foi de 200m, considerando esta distância como o alcance máximo de voo de um flebotômico (Oliveira et al., 2013; Orshan et al., 2016). Foi empregado o tamanho de pixel de 1 metro. Na confecção dos mapas de kernel, foi utilizado o modelo quártico, que dá peso maior para pontos mais próximos do que pontos distantes, tendo o decréscimo gradual.

5.5.3 Implementação de perímetros (Buffer) nas residências

Foi realizada implementação de buffers de raios de 200m em volta de residências onde houve captura de flebotomíneos, assim como nas em que havia criadouros de animais, principalmente galinheiros, previamente observados na literatura como um potencial criadouro natural do vetor (SANT'ANNA et al., 2010; CASANOVA et al., 2013; AGUIAR MARTINS et al., 2021). A distância utilizada nos buffers foi selecionada considerando o alcance de voo de um flebotomíneo, com uma distância de até 200m do seu possível criadouro (Oliveira et al., 2013; Orshan et al., 2016). Foram quantificados o número de casos positivos de LVC dentro do perímetro do buffer gerado a partir de casas com captura de flebotomíneos, e foi realizada a comparação da ocorrência de LVC dentro e fora do raio do buffer calculando a razão de prevalência (RP). Para a realização da análise de RP entre as características domésticas e sócio-demográficas das residências com a captura de flebotomíneos, foram quantificados os números de casos positivos dentro do raio de 200m do buffer gerado em casas que tiveram e não tiveram capturas de flebotomíneos, identificando se há associação entre LVC e tais características com a captura de flebotomíneos. É importante ressaltar que devido ao baixo número de residências em que foram inseridas as armadilhas de captura no período 1, o cálculo da RP entre os possíveis fatores de risco com a captura de flebotomíneos foi realizada somente considerando as residências do período 2.

5.5.4 Nível de Urbanização

5.5.4.1 Classificação orientada a objeto

Para a classificação supervisionada do nível de urbanização, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 e 8, que possuem resolução espacial de 30 metros. Para o período 1 (2011), foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 durante o mês de Agosto de 2011. Para

o Período 2 (2014), foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 durante o mês de Maio de 2014 para a região do distrito de Camaçari e Abrantes, e durante o mês de Abril de 2014 no distrito de Monte Gordo. Foi levado em consideração a data da coleta das imagens para que a estação não interferisse na vegetação da área ao comparar os dois períodos. Para realizar esta classificação, foi gerada uma composição colorida das imagens de satélite a fim de evidenciar melhor as áreas urbanas e áreas verdes do território. Foram agregadas as bandas 7 (Infravermelho médio), 6 (Infravermelho médio), 4 (Vermelho) do Landsat 8 e as bandas 7 (Infravermelho médio), 5 (Infravermelho médio), 3 (Vermelho) do Landsat 5. Para as etapas de análise da classificação, foi utilizado um complemento do QGIS denominado de Orfeo Toolbox (OTB 8.0.1), um software open source utilizado para realizar processamentos em imagens de sensoriamento remoto.

5.5.4.2 Segmentação da Imagem

Para uma melhor classificação da área das regiões avaliadas, foi necessário segmentar a imagem de satélite para uma melhor uniformidade da análise espacial. Foi utilizado o algoritmo de Meanshift (Multi-Threaded) de Segmentação do OTB, onde é possível segmentar a imagem raster, separando os centros de classes de regiões similares em relação à textura e coloração. No final do processo, foi obtida uma camada vetorial segmentada com as informações dos pixels da imagem. Para a escolha dos critérios da segmentação de imagem, foram levadas em consideração a resolução espacial da imagem utilizada e o tamanho das áreas estudadas. Seguem, abaixo, os critérios utilizados:

- Raio Espacial: 25
- Raio de Alcance: 10
- Limite de convergência do modo: 0,1
- Número máximo de iterações: 100
- Tamanho mínimo da região: 10
- Ativação da conectividade de 8 – bairros
- Tamanho mínimo do objeto: 10
- Simplificar polígonos: 0,1

Através do complemento “Estatísticas Zonais”, que é um algoritmo que calcula a estatística de uma camada rasterizada para cada recurso de uma camada vetorial de polígono sobreposta, foram introduzidas as seguintes informações estatísticas de todas as 3 bandas utilizadas na imagem raster, em cada feição/polígono: Soma, Média, Mediana, Desvio Padrão, Mínimo, Máximo e Variância. Tais atributos são inseridos como uma forma de trazer uma maior precisão no momento da realização da classificação das amostras.

5.5.4.3 Classificação Manual

A classificação do nível de urbanização foi determinada a partir da adaptação da metodologia de Almeida et al. (2014) e Figueiredo et al. (2017). Com a camada vetorial segmentada sobreposta à camada raster da região de estudo, foi realizada uma classificação manual de alguns segmentos, com o intuito de servir como exemplo para, posteriormente, treinar o software de classificação. As classes utilizadas no trabalho foram:

- Água = 1
- Urbano = 2
- Vegetação = 3
- Sem Dados 1 (Área Vazia) = 4
- Sem Dados 2 (Sombra da Nuvem) = 5
- Sem Dados 3 (Nuvens) = 6

A classificação manual foi realizada tentando equilibrar, os números de polígonos entre as classes “Urbana” e “Vegetação”, que foram as mais importantes da análise. Todavia, é importante ressaltar que, a depender do número de polígonos e regiões dos segmentos, nem sempre foi possível realizar a classificação de forma balanceada. Em seguida, demonstramos a quantidade de feições selecionadas de cada classe em cada região e período:

Tabela 1 - Quantidade de feições selecionadas para cada classe separada em áreas e períodos do estudo

| Áreas por período | Classes | | | | | | Total de feições da área |
|--------------------|---------|--------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|
| | Água | Urbano | Vegetação | Sem Dados 1 | Sem Dados 2 | Sem Dados 3 | |
| Abrantes | | | | | | | |
| Período 1 | 0 | 47 | 11 | 4 | 0 | 0 | 137 |
| Período 2 | 0 | 52 | 41 | 4 | 0 | 0 | 236 |
| Monte Gordo | | | | | | | |
| Período 1 | 0 | 52 | 29 | 4 | 13 | 44 | 310 |
| Período 2 | 0 | 118 | 110 | 4 | 0 | 0 | 542 |
| Camaçari | | | | | | | |
| Período 1 | 0 | 37 | 32 | 4 | 22 | 103 | 278 |
| Período 2 | 0 | 93 | 90 | 4 | 6 | 0 | 358 |

Fonte: Elaboração da autora

5.5.4.4 Classificação Random Forest

Para a classificação orientada a objeto, foi escolhida a utilização do *Machine Learning Algorithms Random Forest*, que é embasado na criação de árvores de classificação, possuindo resultados expressivos, sendo não-paramétrico e possibilitando a sua utilização em dados que não se sabe sobre sua distribuição (BREIMAN, 2001). Com ele, é possível utilizar diversas variáveis, lidando bem com a utilização de grandes bancos de dados e *outlier*, não sendo necessário realizar qualquer tipo de pré-processamento da imagem de satélite, além de ser um ótimo classificador para dados multiespectrais (CARUANA & NICULESCU-MIZIL, 2006).

O *Random Forest* foi o algoritmo escolhido por diversos autores para classificar áreas urbanas (SIDERIS et al., 2019; PUISSANT et al., 2013; NIKLAS et al., 2020; CHEHATA et al., 2019), como no estudo de Kranjčič e colaboradores (2019), em que foi realizada uma comparação entre *Machine Learning Methods* e outros métodos para a classificação da infraestrutura verde de áreas urbanas, e, por fim, o autor demonstra o quanto o *Random Forest* é um algoritmo adequado com resultados pertinentes. Chehata, em 2009, também utilizou esse algoritmo como uma forma de fazer uma classificação voltada para as áreas urbanas, defendendo-o como um ótimo classificador dentre as demais opções.

Para o treinamento do algoritmo, foi necessário separar as feições que já foram classificadas manualmente em 2 grupos: o de treinamento, que conteve 70% das amostras classificadas de forma manual e o de validação, que contemplou os 30% restantes.

Para os critérios utilizados na classificação, foi levado em consideração o estudo realizado por Kranjčič e colaboradores (2019) em que foram realizados diversos testes de classificação com o aumento gradual dos parâmetros. No estudo, foi possível constatar que árvores mais complexas e com maior profundidade obtiveram uma maior precisão. De todo modo, árvores menores também apresentaram resultados com bom desempenho e com menor tempo de processamento do computador. Levando em consideração o constatado no estudo, foi decidido utilizar testes de critérios de complexidade das árvores encontrando a combinação com o melhor resultado possível.

5.5.4.5 Classificação da Urbanização

Para realizar a classificação da Urbanização presente em cada região e período, foram obtidos dados sobre a extensão (em hectare) de cada polígono de cada classe. Dessa forma, foi possível elaborar uma comparação entre as porcentagens de cada classe e verificar se houve aumento ou diminuição de áreas urbanas entre os períodos. No presente trabalho, não foram consideradas as áreas classificadas como “Sem Dados 1”, já que elas se referem a um espaço vazio nos 4 cantos da imagem de satélite gerada pela camada de segmentos. É importante constatar que as áreas classificadas como Sem Dados 2 e 3, relacionadas a presença de nuvens nas imagens, podem ter dificultado a observação da extensão (em ha) das classes “Urbana” e “Vegetação”.

5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados sociodemográficos e as características domésticas dos cães e das residências foram comparados entre os dois períodos avaliados para avaliarmos se a população difere

entre os períodos de avaliação utilizando o Teste exato de Fisher ($p < 0,05$) no GraphPad (versão 8.0.2).

Em ambos os estudos o critério de positividade para LVC foi o cão ter apresentado resultado positivo no DPP e Elisa ou na qPCR ou na cultura do aspirado esplênico do animal. Além disso, é importante ressaltar que, no presente estudo, a maioria das variáveis foram avaliadas em relação a presença de pelo menos 1 cão positivo para LVC na residência, considerando uma moradia positiva como aquela com a presença do cão positivo.

Os dados epidemiológicos foram analisados utilizando o software GraphPad para calcular a correlação de Spearman entre os dados do censo do IBGE 2010 e a presença de cães positivos nas residências de cada área.

Para avaliação da comparação do percentual de urbanização entre cada área avaliada dos setores censitários foi utilizado o teste de Wilcoxon.

Foi recalculada a razão de prevalência (RP) entre as diferentes variáveis sociodemográficas e domésticas das residências, com o desfecho de ter ocorrido captura de flebotômico. Além disso, também foi calculado a RP entre estar presente em um raio de 200m de residências com captura de flebotômico com o desfecho de ocorrência de LVC. Foi utilizado o intervalo de confiança de 95% (ICs).

Em seguida, utilizando a linguagem de programação R (Versão 4.2.0) e pacotes ggplot2 (WICKHAM, 2016), Stats (R Core Team, 2022), pROC (ROBIN et al., 2011), foi realizada uma regressão logística múltipla com o intuito de ajustar as variáveis em um modelo e identificar aquelas que são realmente associadas ao desfecho de positividade das residências para LVC. O modelo final foi construído por meio de um método de seleção, considerando a combinação de variáveis com o menor Critério de Informação de Akaike (AIC) e maior pseudo R². Para o cálculo da razão de prevalência ajustada através do modelo, foi utilizado o pacote prLogistic (OSPINA & AMORIM, 2021).

6 RESULTADOS

6.1 DESCRIÇÃO DA POPULAÇÃO DO ESTUDO

No presente trabalho, foram incluídos somente os cães e residências presentes nas áreas selecionadas. O estudo do período 1 (2011/2012) avaliou, no total, 522 residências e 780 cães no município de Camaçari, sendo, respectivamente, 308 e 453 no distrito de Camaçari, 132 e 202 em Abrantes, 82 e 125 em Monte Gordo (Figura 8). No período 2 (2014/2015), a quantidade de cães avaliados em cada distrito foi menor, devido ao foco do estudo ter sido em avaliar somente um bairro de cada distrito (Figura 8). Desta forma, foram avaliados 285 residências e 488 cães (101 e 163 no distrito de Camaçari, 96 e 172 em Abrantes, 88 e 153 em Monte Gordo).

No presente estudo, foram incluídos 74 residências e 113 cães do estudo do período 1 (21 e 35 no distrito de Camaçari, 33 e 50 em Abrantes, 20 e 28 em Monte Gordo) e 277 residências, e 462 cães do estudo do período 2 (101 e 163 no distrito de Camaçari, 89 e 148 em Abrantes, 87 e 151 em Monte Gordo) para realização e comparação das análises epidemiológicas e espaciais, devido a avaliação destes animais terem ocorrido nas mesmas áreas nos dois períodos.

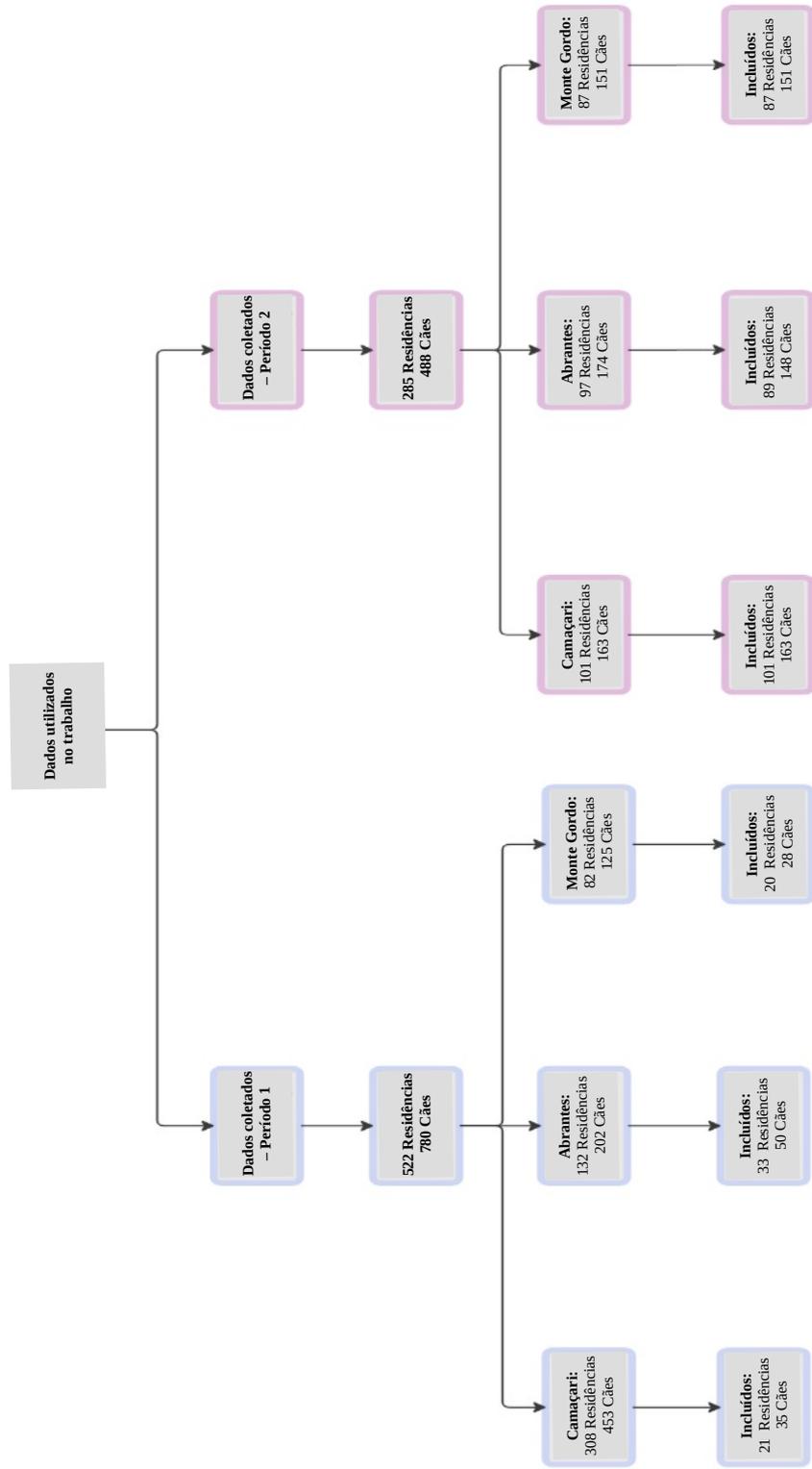


Figura 8: Fluxograma da descrição populacional do estudo do período 1 e 2, detalhando os cães e residências que foram incluídos no presente trabalho

Fonte: Elaboração da autora

Na tabela 2, quando avaliamos as frequências relativas de LVC nos cães avaliados em cada distrito, observamos que no período 1, o distrito de Monte Gordo apresentou maior prevalência de LVC com 53,57% dos cães positivos, enquanto Abrantes teve 52,0% de positividade e a área de Camaçari 31,43%. Não obstante, no período 2, é possível observar que Monte Gordo permaneceu com alta prevalência de LVC (68%), mas Abrantes passou a ter positividade maior (70,95%). E a sede de Camaçari permaneceu com a menor frequência de cães positivos (47,85%), sendo Abrantes o único distrito a apresentar uma diferença estatisticamente significativa quanto a prevalência de LVC entre os períodos (Chi-square test, $p = 0,0144$). Efetivamente, foi possível identificar um aumento significativo na frequência de casos positivos de LVC entre os períodos 1 (46,02%) e 2 (62,34%), (Chi-square test, $p = 0,0018$), como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição do número de cães avaliados, assim como a sua positividade, em cada distrito e período

| Áreas | Período 1 | | | Período 2 | | | P* |
|-------------|-------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|--------|
| | Animais avaliados | Animais positivos LVC n | Prevalência (IC 95%) | Animais avaliados | Animais positivos LVC n | Prevalência (IC 95%) | |
| Total | 113 | 52 | 0,46 (0,36 – 0,55) | 462 | 287 | 0,62 (0,57 – 0,66) | 0,0018 |
| Abrantes | 50 | 26 | 0,52 (0,37 – 0,66) | 148 | 105 | 0,70 (0,62 – 0,78) | 0,0144 |
| Monte Gordo | 28 | 15 | 0,53 (0,33 – 0,72) | 151 | 104 | 0,68 (0,60 – 0,76) | 0,1151 |
| Camaçari | 35 | 11 | 0,31 (0,16 – 0,49) | 163 | 78 | 0,47 (0,39 – 0,55) | 0,0763 |

* Teste de Qui-quadrado

Fonte: Elaboração da autora

Na Tabela 3 observamos as características domésticas das residências avaliadas no estudo nos dois períodos e os dados sociodemográficos de seus moradores. Em relação a presença de residências positivas para LVC observamos um comportamento diferente quanto a positividade descrita no parágrafo anterior. Ao avaliar a positividade, considerando agora as residências e não os cães, é possível identificar que houve um aumento de 11,47% entre os períodos, entretanto este não foi estatisticamente significativo (Chi-square test, $p > 0,05$).

Tanto no período 1 quanto no período 2, há semelhança entre o número de domicílios com presença de galinhas, apontando uma pequena porcentagem maior de residências com

presença no período 2, não ocorrendo uma mudança significativa de tal característica no passar desses anos (Chi-square test, $p > 0,05$).

Quanto a presença de lixo acumulado, cuja frequência pode ser interpretada como uma característica inerente ao processo de urbanização rural, há unanimidade entre os dois estudos avaliados, com uma porcentagem pequena da presença de lixo acumulado próximo às casas nos distritos. Há uma menor porcentagem no período 2 ao comparar com o período 1, dispondo de 9,87% menos residências com presença de lixo acumulado (Tabela 3).

Em relação a presença de esgoto a céu aberto, esta não é frequente na área do estudo. É notável que a grande maioria das residências avaliadas não possuem tal característica, com mais de 90% de residências sem a presença de esgoto a céu aberto em todas as áreas avaliadas. Ao analisar a quantidade de residências que recebiam incentivo do governo, foi possível identificar um aumento significativo (Chi-square test, $p < 0,05$) de 17,37% do período 1 para o 2 (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição das características domésticas das residências e dos dados sociodemográficos presentes no questionário epidemiológico estratificados por período do estudo

| Características dos domicílios avaliados | Período 1 | | Período 2 | | P** |
|--|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|--------|
| | Residências n/N | Prevalência (IC 95%) | Residências n/N | Prevalência (IC 95%) | |
| Casos positivos de LVC | 42/74 | 0,56 (0,44 – 0,68) | 189/277 | 0,68 (0,62 – 0,73) | 0,0645 |
| Galinha no Peridomicílio* | 24/73 | 0,32 (0,22 – 0,44) | 96/277 | 0,34 (0,29 – 0,40) | 0,7756 |
| Lixo Acumulado* | 24/69 | 0,34 (0,23 – 0,47) | 69/277 | 0,24 (0,19 – 0,30) | 0,0979 |
| Esgoto a céu aberto | 3/74 | 0,04 (0,008 – 0,11) | 20/277 | 0,07 (0,04 – 0,10) | 0,3282 |
| Incentivo do Governo | 16/74 | 0,21 (0,12 – 0,32) | 108/277 | 0,38 (0,33 – 0,45) | 0,0055 |
| Escolaridade Baixa | 37/74 | 0,50 (0,38 – 0,61) | 146/277 | 0,52 (0,46 – 0,58) | 0,6787 |
| Renda Baixa* | 38/69 | 0,55 (0,42 – 0,67) | 173/277 | 0,62 (0,56 – 0,68) | 0,2607 |

* Características com N menor do que o relatado: Informações não relatadas pelo tutor

**Teste de Qui-quadrado

Fonte: Elaboração da autora

No período 1, foi possível identificar uma quantidade menor de residências com Escolaridade Baixa (50,00%), sendo possível identificar que houve aumento da porcentagem de residências com tal característica, todavia essa diferença entre os períodos não foi considerada significativa (Tabela 3).

Na tabela 3, foi possível identificar que, no período 1, mais de 50% das residências possuíam renda baixa. No período 2, o mesmo comportamento foi observado, possuindo 7,38% a mais de residências com esse tipo de renda quando comparado com o período 1, porém não podemos afirmar que houve um aumento significativo (Chi-square test, $p > 0,05$).

6.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CASOS DE LVC

A Figura 9 apresenta a distribuição dos casos positivos e negativos de LVC nos distritos de Abrantes, Camaçari e Monte Gordo nos dois períodos do estudo. É possível verificar que o padrão de distribuição dos domicílios avaliados nos dois períodos e dos casos de LVC, são diferentes. No período 1, como demonstrado na Figura 9A, a distribuição dos casos no distrito de Camaçari se encontra dispersa e presente em vários setores censitários (C1 a C9), e no período 2 há uma aglomeração dos cães avaliados nos setores C3 a C8 (Figura 9B). Em Abrantes, existe um padrão um pouco mais parecido entre os dois períodos, todavia ainda é possível identificar pontos de maior aglomeração de cães avaliados no período 2 nos setores A2 a A4, A6 a A10, A12 até A13 (Figura 9D), enquanto no período 1, como observado na Figura 9C, há uma distribuição mais ampla (A1 a A6, A10 a A13). Na Figura 9E, no distrito de Monte Gordo, o mesmo padrão de distribuição se repete, apresentando casos muito mais espalhados em diversos setores no período 1 (M1, M2, M4, M5, M7, M8 e M12), enquanto no período 2 (Figura 9F) há uma maior densidade dos casos aglomerados em alguns setores censitários (M2, M3, M4, M7 a M9, M11 e M12).

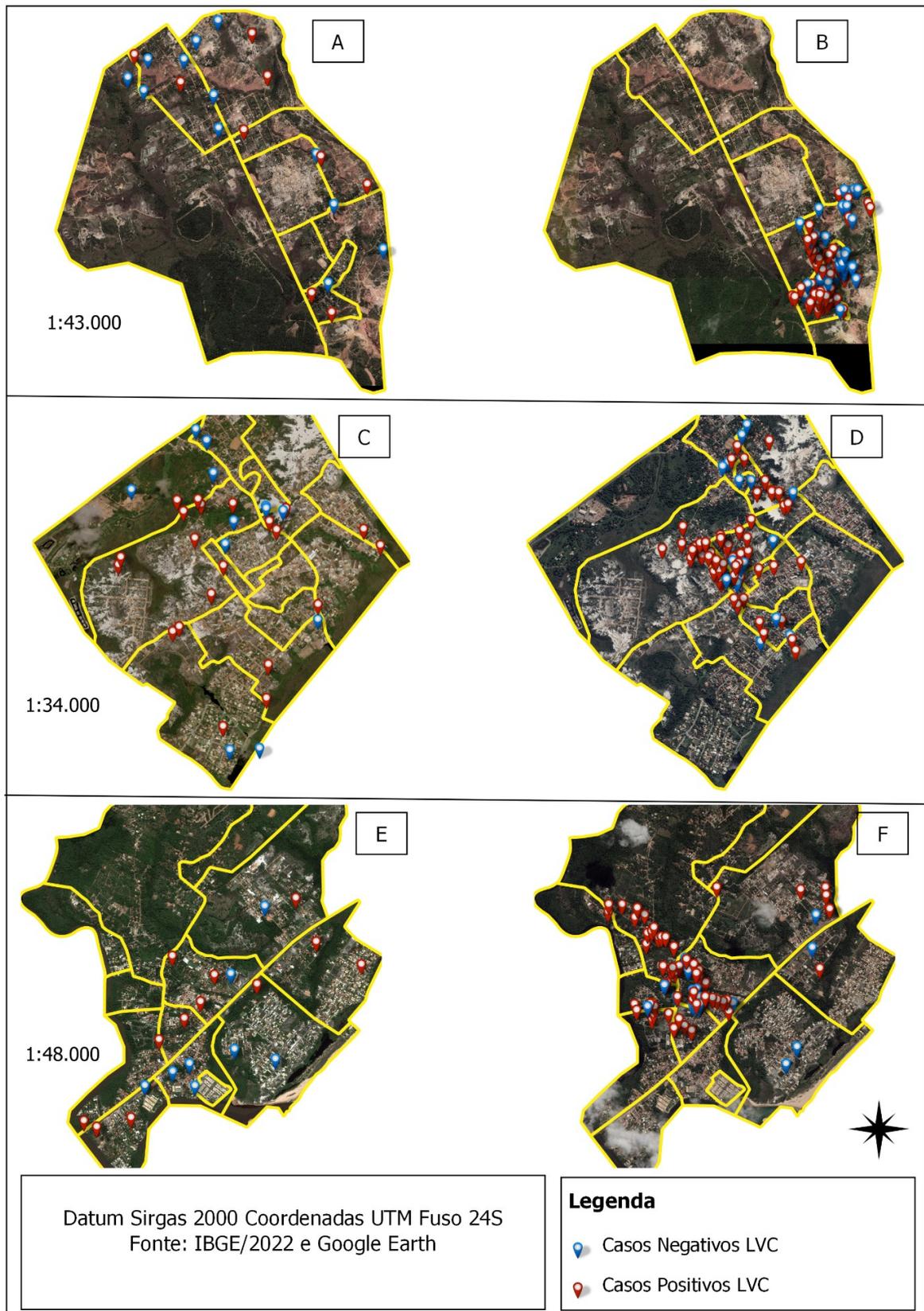


Figura 9 - Mapas de distribuição espacial de casos positivos e negativos de LVC presentes no município de Camaçari, nos setores censitário selecionados no trabalho, derivados do georreferenciamento de imagens do Google Earth. Distribuição espacial dos casos de LVC do distrito de (A) Camaçari no período 1. (B) Camaçari no período 2. (C) Abrantes no período 1 (D) Abrantes no período 2 (E) Monte Gordo no período 1 (F) Monte Gordo no período 2

Fonte: Elaboração da autora

6.3 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO PARA LVC

Através da análise de Kernel, foi possível identificar que, em todos os distritos, há pontos de aglomeração de residências positivas, o que pode representar possíveis áreas de risco para a doença (Figura 10 e 11). No distrito de Camaçari, no período 1, podemos constatar a presença de áreas de densidade em diversos pontos e setores. A distribuição ampla de residências avaliadas possibilitou que houvesse diversos pontos de aglomerações (nove pontos) de casos positivos no distrito (Figura 10A). Ao avaliar o mapa de densidade de todas as residências do estudo, é notável a sua diferença em relação ao mapa de densidade de casas positivas, apresentando somente dois pontos que indicam uma área de aglomeração (Figura 10B). Esse desfecho possibilita reconhecer que as áreas de maior densidade geradas através das residências pontuais positivas de LVC não estão sendo influenciadas pelo número total de residências avaliadas no trabalho. No período 2, a disposição do total de residências de acordo com a aglomeração das casas positivas, é completamente diferente em relação ao período 1, pois é possível identificar apenas um grande ponto de densidade que sugere ser uma área com grande aglomeração de residências positivas (Figura 11A). Quando analisado o mapa confeccionado de acordo com o total de residências, percebe-se uma moderada semelhança com o mapa de residências positivas, havendo a presença de uma área de densidade no mesmo local. Contudo, neste, também é possível constatar a existência de mais 2 pontos (Figura 11B). Apesar das áreas de densidade presentes nos mapas não serem exatamente as mesmas, é notório que possa ter ocorrido interferência na interpretação das áreas consideradas de risco para doença no período 2, ou seja, áreas com alta densidade de residências positivas.

Em Abrantes, a produção do mapa de densidade de residências com casos no período 1 demonstrou a presença de três áreas de densidade (Figura 10C), enquanto no mapa demonstrando a densidade total de residências utilizada no trabalho há um ponto que se resalta (Figura 10D). No período 2, é possível identificar uma única e grande área de densidade, que indica o local que dispõe de aglomeração de residências com presença de LVC (Figura 11C). Como forma comparativa, o mapa indicando todas as residências avaliadas apresenta uma notável semelhança com a disposição da maior densidade das positivas (Figura 11D). Por essa razão, questiona-se a possibilidade de interferência da densidade total de residências na interpretação dos resultados referentes aos casos de LVC no período 2.

Em Monte Gordo, é possível reconhecer três pontos que apresentam coloração mais forte e avermelhada, sugerindo grande quantidade de casas positivas no mapa de Kernel do

período 1 (Figura 10E). Ao comparar com o mapa realizado de acordo com o total de residências do estudo na região, pode-se observar áreas de densidade com disposições e intensidades diferentes (Figura 10F). O período 2 apresenta uma representação mais extensa de áreas avermelhadas, sugerindo que o distrito possui grande quantidade de casos positivos de LVC em diversas partes do seu território (Figura 11E). Quando comparado com o mapa produzido com a densidade de residências do estudo, é possível observar a similaridade de sua disposição, porém, diferentemente do mapa de residências positivas, há somente uma área identificada como ponto de grande quantidade populacional avaliada no Estudo (Figura 11F).

Ao realizar a comparação com o mapa em que foi feita a análise de Kernel, é possível concluir que as áreas, antes identificadas como potenciais áreas de risco, podem ter tido vieses em sua identificação devido as áreas de aglomeração de casas positivas coincidirem com as áreas de aglomeração de residências avaliadas.

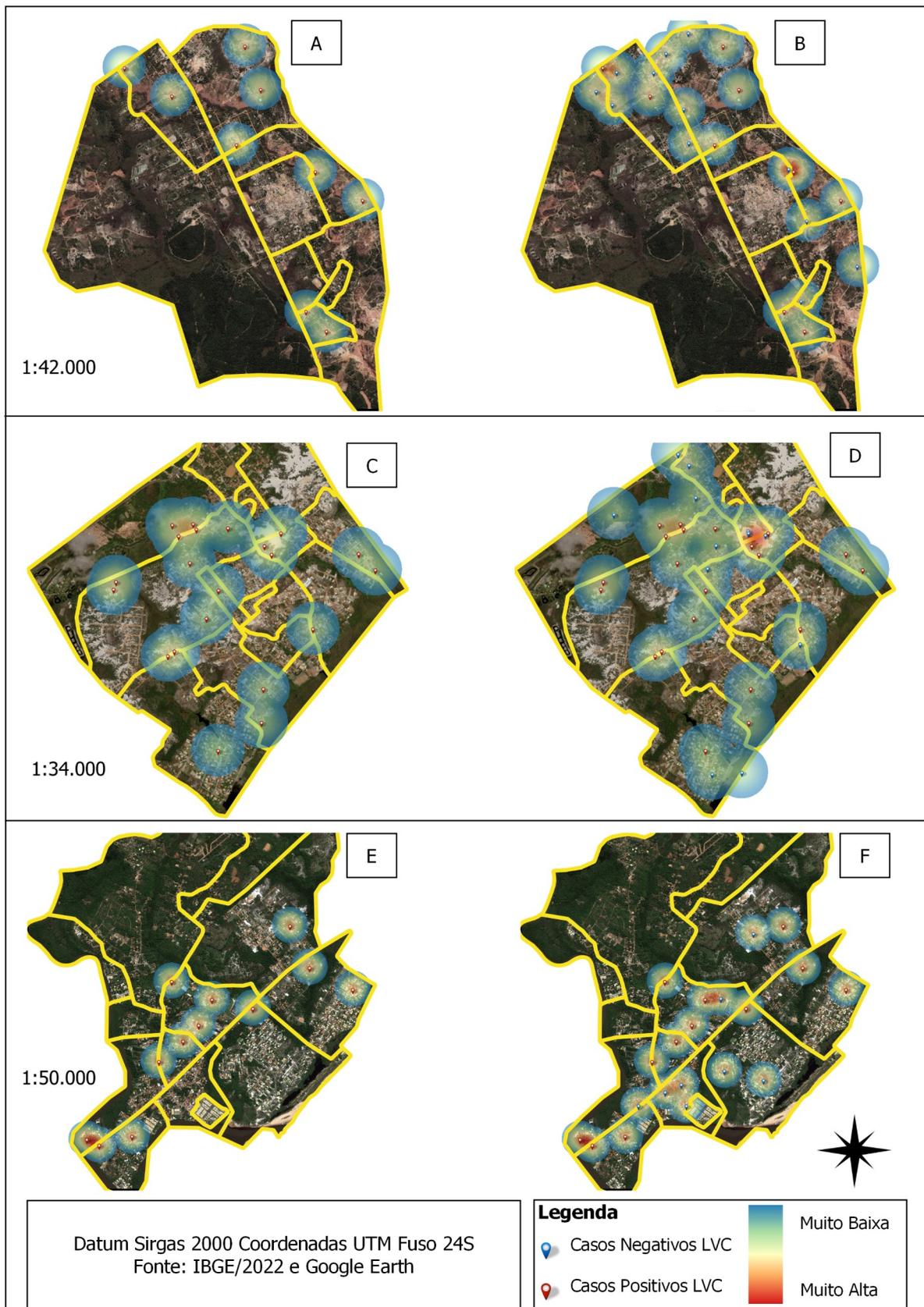


Figura 10: Mapas de identificação de áreas de risco para a LVC no período 1. No distrito de Camaçari: (A) Densidade das residências positivas para LVC. (B) Densidade total das residências. No distrito de Abrantes: (C) Densidade das residências positivas para LVC. (D) Densidade total das residências. Do distrito de Monte Gordo: (E) Densidade das residências positivas para LVC. (F) Densidade total das residências.

Fonte: Elaboração da autora

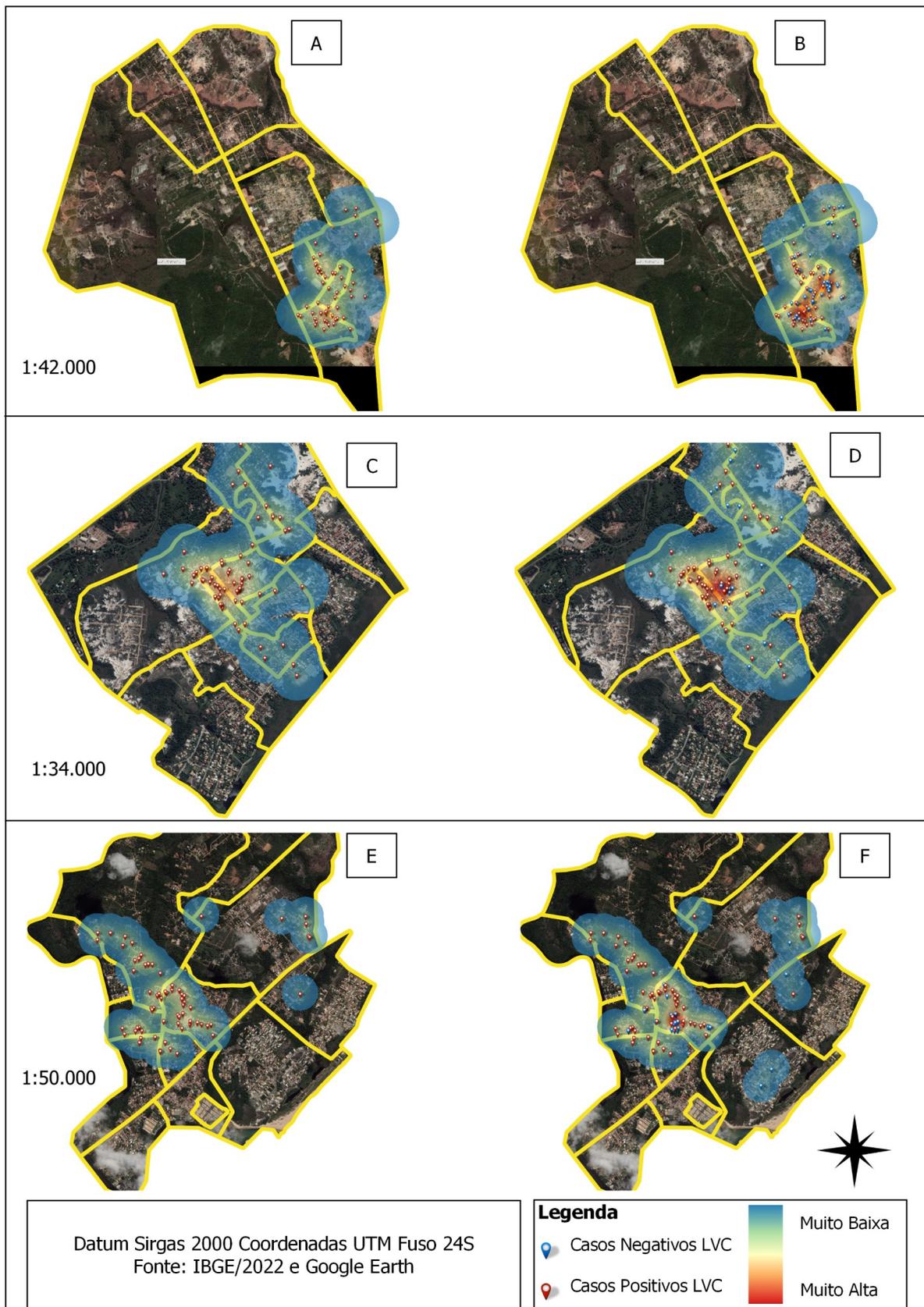


Figura 11: Mapas de identificação de áreas de risco para a LVC no período 2. No distrito de Camaçari: (A) Densidade das residências positivas para LVC. (B) Densidade total das residências. No distrito de Abrantes: (C) Densidade das residências positivas para LVC. (D) Densidade total das residências. Do distrito de Monte Gordo: (E) Densidade das residências positivas para LVC. (F) Densidade total das residências.

Fonte: Elaboração da autora

6.4 CLASSIFICAÇÃO DA URBANIZAÇÃO

Através da classificação das áreas, foi possível identificar as superfícies dos locais consideradas como classe Urbana e as consideradas como classe de Vegetação. Para cada distrito e período foi calculado um Índice de Kappa para avaliar a eficácia da classificação, além disso, também foi realizada matriz de confusão viabilizando a comparação entre os dados de referência com os dados gerados de cada classificação (Figuras 12, 13 e 14). As classificações realizadas do distrito de Abrantes nos períodos 1 e 2, e em Monte Gordo e Camaçari no período 2 apresentaram um índice de Kappa alto ($> 0,8$), a classificação do distrito de Camaçari e Monte Gordo no período 1 um índice de Kappa fraco ($< 0,6$), como podemos notar nas figuras 12, 13 e 14.

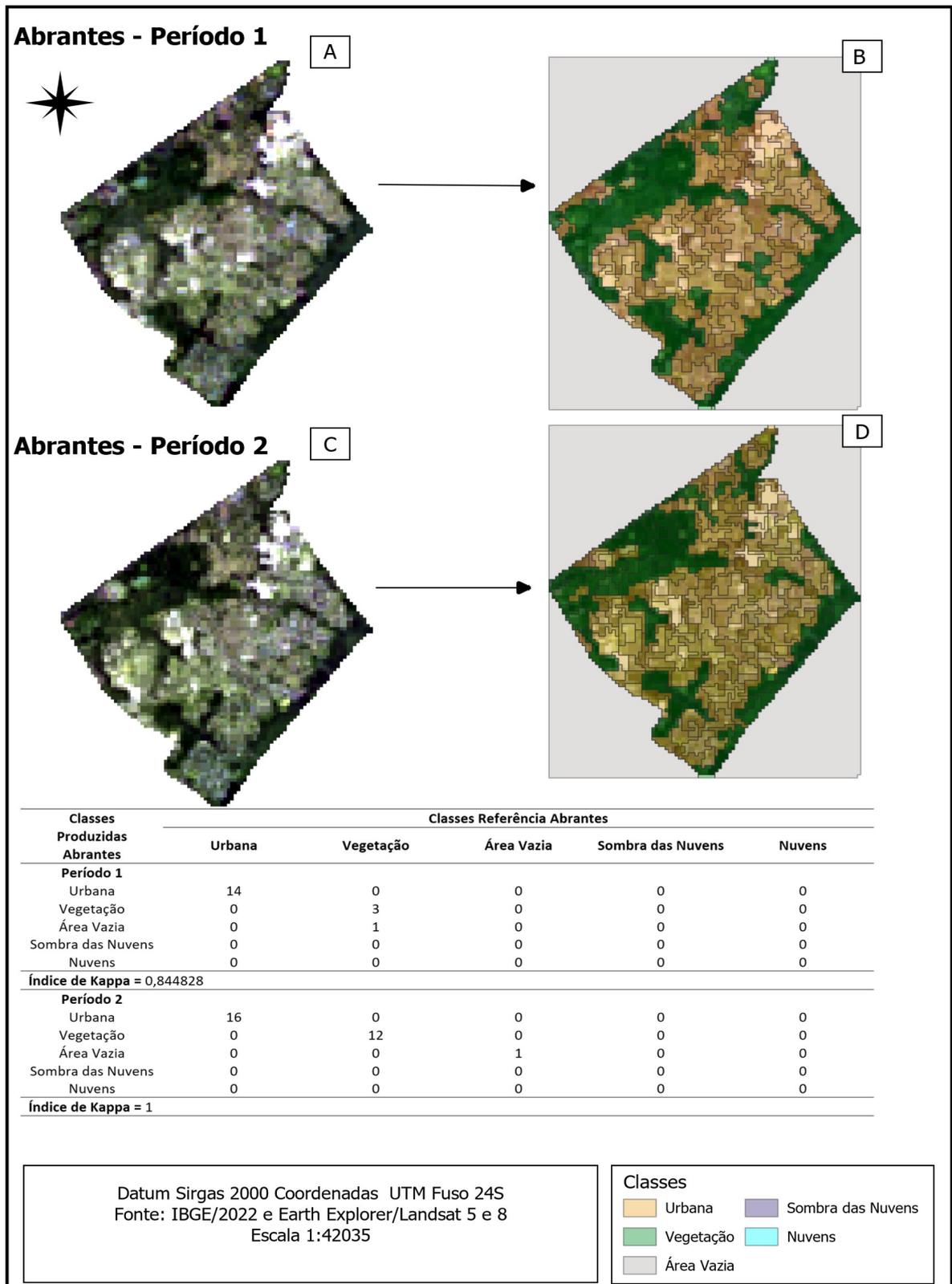


Figura 12: Classificação orientada a objeto do distrito de Abrantes (A) Mapa da imagem de satélite do período 1 (B) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 1 (C) Mapa da imagem de satélite do período 2 (D) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 2. (E) Matriz de Confusão e Índice de Kappa separado por períodos.

Fonte: Elaboração da autora

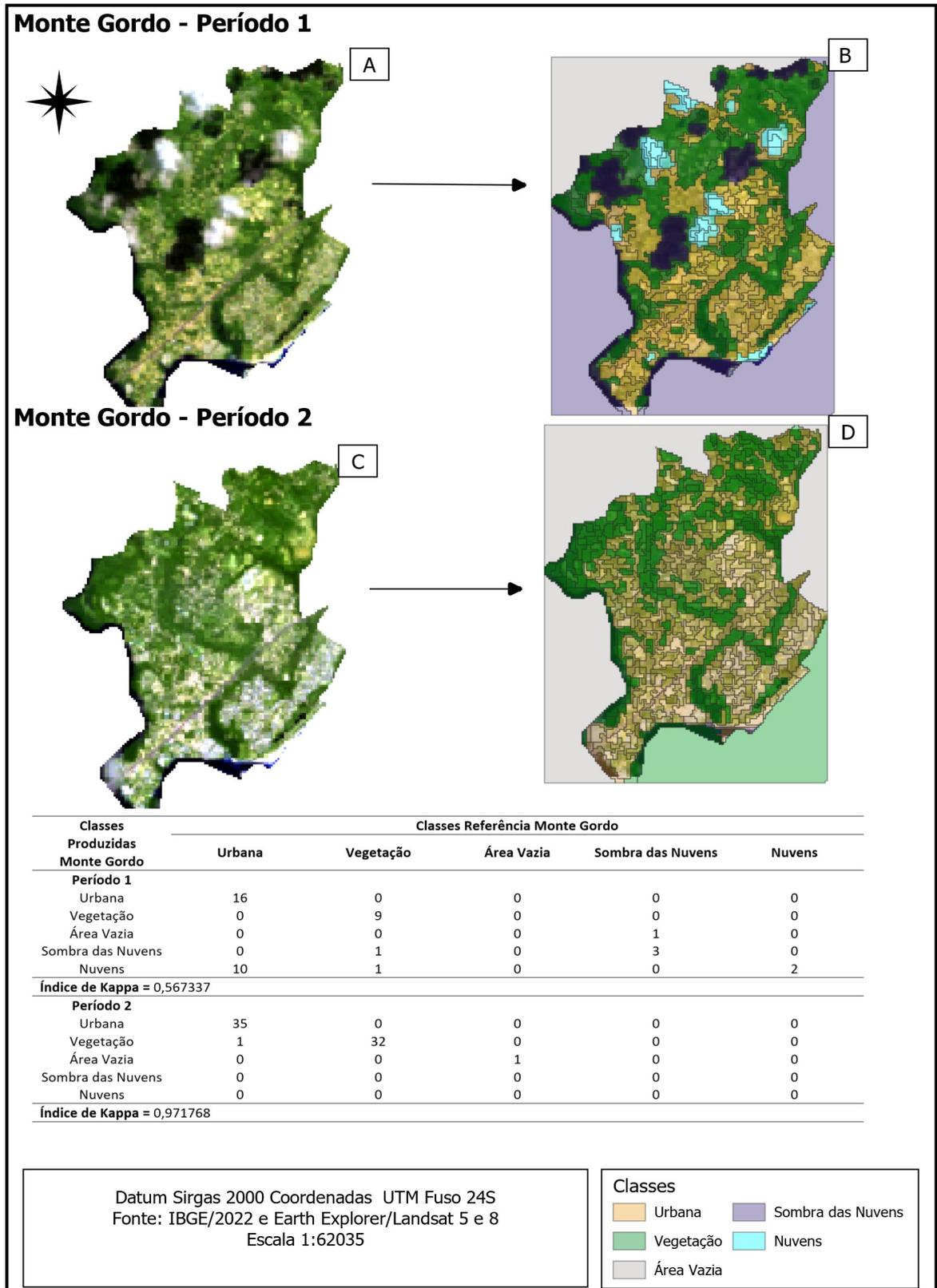


Figura 13 - Classificação orientada a objeto do distrito de Monte Gordo (A) Mapa da imagem de satélite do período 1 (B) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 1 (C) Mapa da imagem de satélite do período 2 (D) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 2. (E) Matriz de Confusão e Índice de Kappa separado por períodos.

Fonte: Elaboração da autora

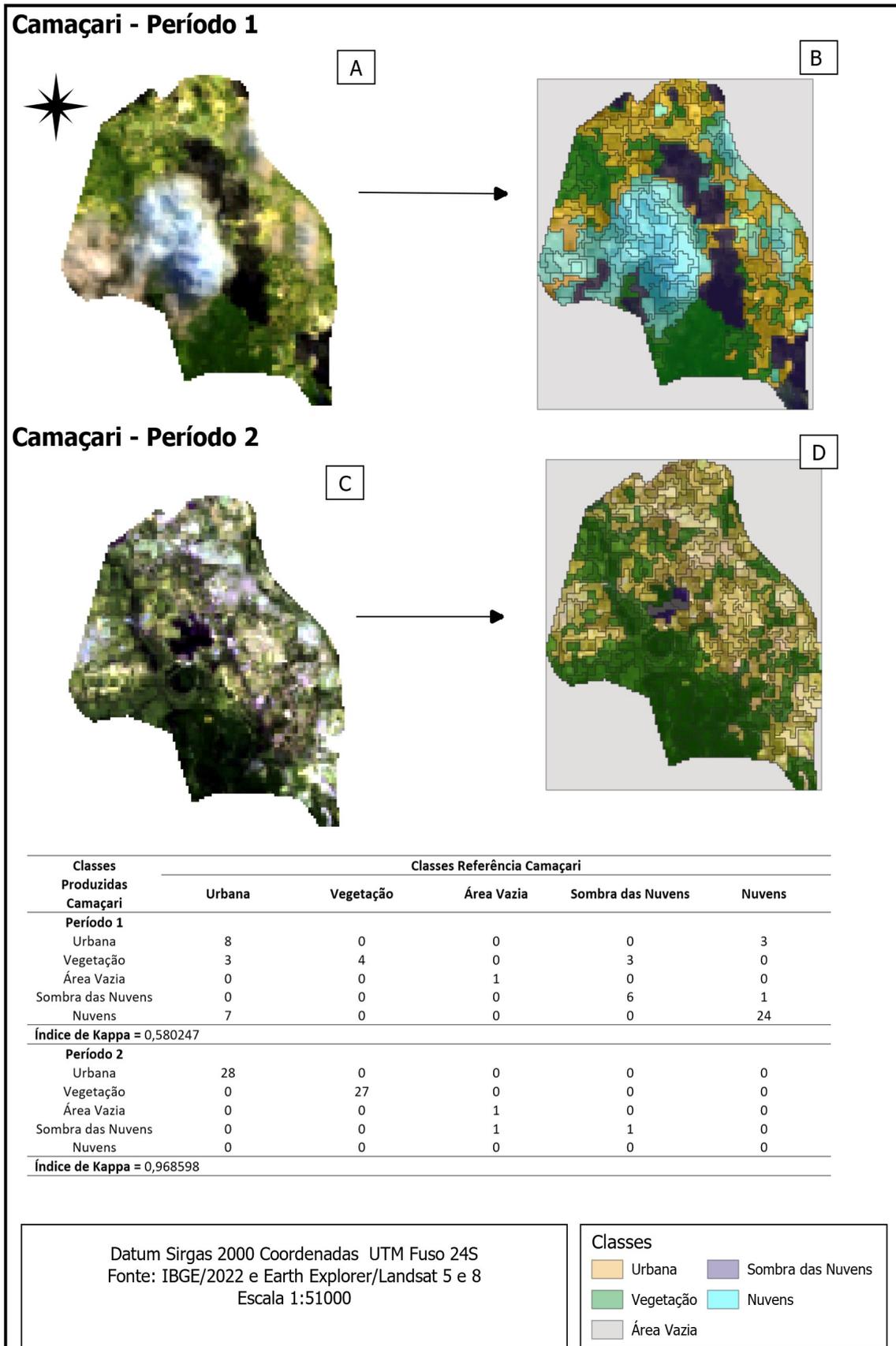


Figura 14 - Classificação orientada a objeto do distrito de Camaçari (A) Mapa da imagem de satélite do período 1 (B) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 1 (C) Mapa da imagem de satélite do período 2 (D) Mapa da classificação realizada na imagem de satélite do período 2. (E) Matriz de Confusão e Índice de Kappa separado por períodos.

Fonte: Elaboração da autora

Esse tipo de classificação tornou possível a identificação, em hectares (ha), do percentual das classes obtidas, podendo assim concluir se houve aumento das áreas urbanas no decorrer dos períodos, com avanço considerável na urbanização do município. Foi perceptível que houve um aumento, entre os períodos, na percentagem de áreas consideradas urbanas em todos os 3 distritos, ocorrendo um aumento de 9,94% em Abrantes, 53,52% em Monte Gordo e 74,66% em Camaçari (Tabela 4).

Tabela 4 - Área, em hectare, das classes produzidas, estratificadas por distrito e período

| Distritos por período | Urbana ha (%) | Vegetação ha (%) |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Abrantes | | |
| Período 1 | 286,875 (60,89) | 184,255 (39,11) |
| Período 2 | 315,395 (66,94) | 155,717 (33,05) |
| Monte Gordo | | |
| Período 1 | 439,292 (40,06) | 442,660 (40,36) |
| Período 2 | 674,416 (61,55) | 421,293 (38,44) |
| Camaçari | | |
| Período 1 | 210,757 (28,86) | 155,702 (21,32) |
| Período 2 | 368,123 (50,41) | 352,902 (48,33) |

Fonte: Elaboração da autora

Foi possível identificar um aumento significativo (Wilcoxon test, $p < 0,05$) na percentagem de áreas urbanas dos setores censitários entre os períodos do distrito de Abrantes (Figura 15A), Monte Gordo (Figura 15B) e Camaçari (Figura 15C).

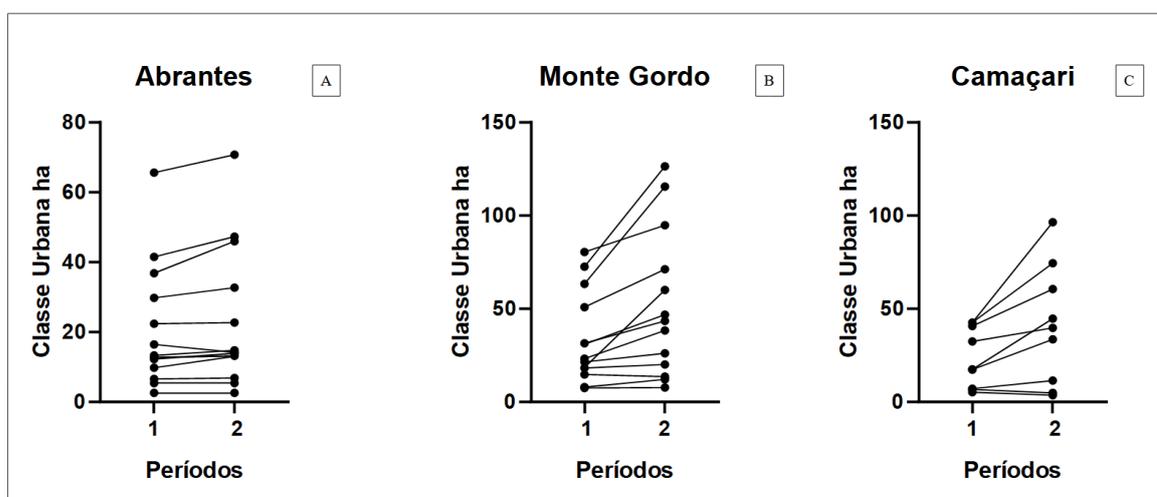


Figura 15 - Comparação das área, entre os períodos, em ha, a nível de setor censitário do distrito de (A) Abrantes. (B) Monte Gordo. (C) Camaçari. (Wilcoxon test).

Fonte: Elaboração da autora

6.5 LOCAIS DE CAPTURA DE FLEBOTOMÍNEOS

6.5.1 Associação entre captura de flebotomíneo com a ocorrência de LVC nas residências

Houve capturas de flebotomíneos em 2 casas no período 1 e em 11 casas no período 2. É importante ressaltar que não houve residência com captura de flebotomíneos no distrito de Camaçari no período 1, impossibilitando a implementação de Buffer ao redor das casas com captura nessa área. Para a análise univariada da associação entre captura de flebotomíneos e à ocorrência da LVC, foi feita a comparação entre as residências internas e externas ao raio de 200m em todos os distritos.

Ao aplicar o buffer de 200m nas residências em que houve capturas de flebotomíneos, foi possível identificar que, dentro do perímetro, 75% de residências no período 1 e 72,5% no período 2 eram positivas. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os casos internos e externos ao buffer em ambos os períodos (Figuras 16, 17 e Tabela 5 e 6). Tanto no período 1 quanto no 2, quando foi calculada a razão de prevalência para avaliar a associação entre a ocorrência de LVC e a presença de casos dentro do buffer de 200m ao redor do local de captura de flebotomíneos, não houve significância estatística (Tabela 5 e 6).

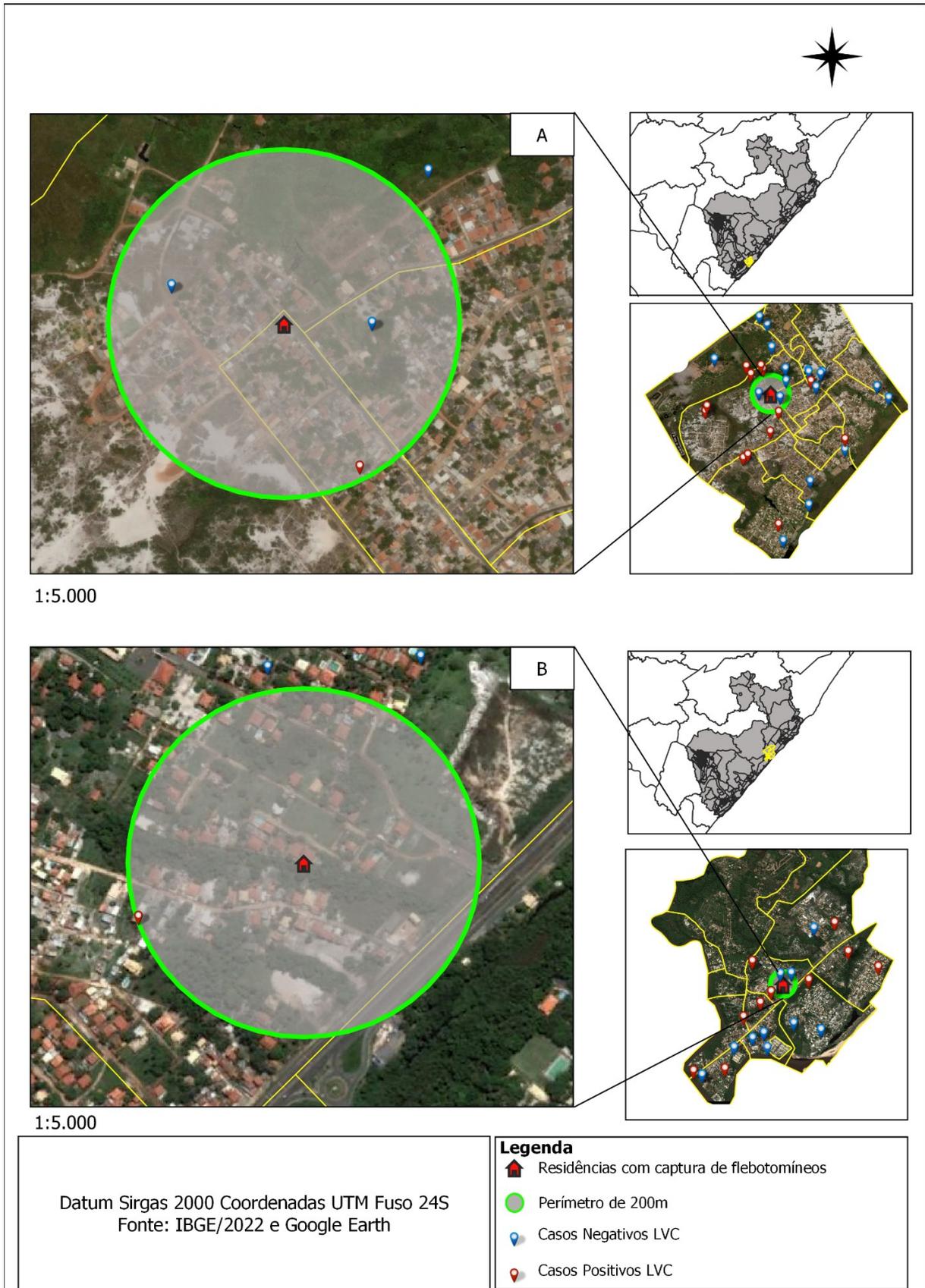


Figura 16: Mapa de identificação da influência do flebotomíneo nos casos de LVC através da confecção de buffers de raio de 200m em volta de casas que obtiveram capturas de flebotomíneos no período 1. (A) Mapa do distrito de Abrantes. (B) Mapa do distrito de Monte Gordo.

Fonte: Elaboração da autora

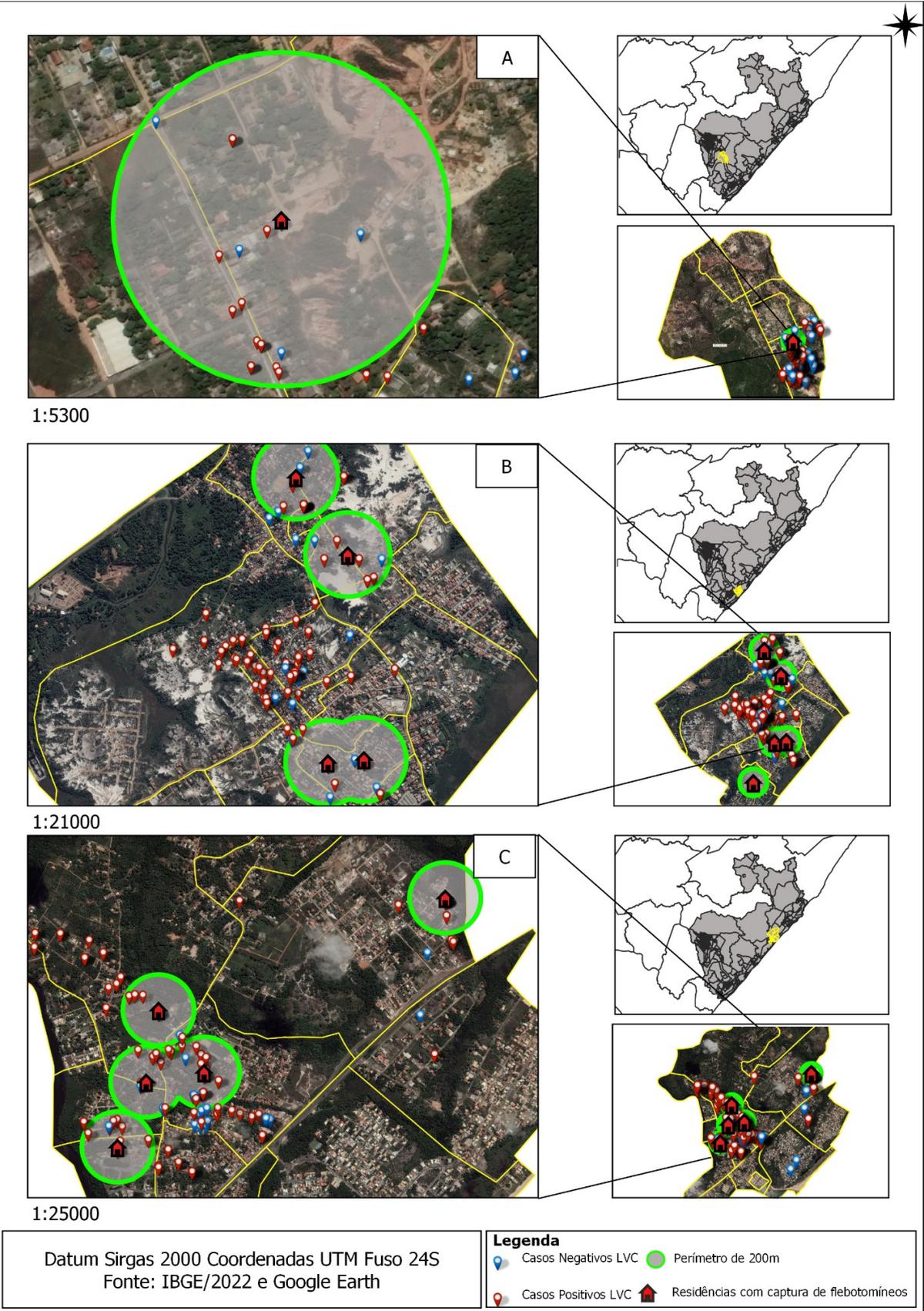


Figura 17: Mapa de identificação da influência do flebotomíneo nos casos de LVC através da confecção de buffers de raio de 200m em volta de casas que obtiveram capturas de flebotomíneos no período 2. (A) Mapa do distrito Sede de Camaçari. (B) Mapa do distrito de Abrantes. (C) Mapa do distrito de Monte Gordo.
Fonte: Elaboração da autora

Tabela 5: Número de cães e razão de prevalência dos casos de LVC presentes dentro do raio de 200m do buffer implementado em volta de residências que apresentaram capturas de flebotomíneos no período 1.

| Período 1 | | | | | |
|-----------------|---|---|-------------------------|-----------------|--------|
| Raio de 200m | Residências Positivas para LVC n(%) N = 42 | Residências Negativas para LVC n(%) N = 32 | Residências com captura | RP(IC 95%) | P* |
| Dentro do Raio | 3(7,5) | 1(2,5) | 2 | 1,34(0,52-1,95) | 0,4489 |
| Externo ao Raio | 39(55,71) | 31(44,28) | | | |

*Teste de Qui-quadrado

Fonte: Elaboração da autora

Tabela 6: Número de cães e razão de prevalência dos casos de LVC presentes dentro do raio de 200m do buffer implementado em volta de residências que apresentaram capturas de flebotomíneos no período 2.

| Período 2 | | | | | |
|-----------------|--|---|-------------------------|-----------------|--------|
| Raio de 200m | Residências Positivas para LVC n(%) N = 189 | Residências Negativas para LVC n(%) N = 88 | Residências com captura | RP(IC 95%) | P* |
| Dentro do Raio | 58(72,5) | 22(27,5) | 11 | 1,09(0,90-1,27) | 0,3308 |
| Externo ao Raio | 131(66,49) | 66(33,5) | | | |

*Teste de Qui-quadrado

Fonte: Elaboração da autora

6.5.2 Associação de possíveis fatores de risco com a presença de captura de flebotomíneos

As análises de associação entre características domésticas (presença de galinhas no peridomicílio, lixo acumulado próximo à casa em até 100m e presença de esgoto a céu aberto) e dados sociodemográficos (Incentivo do governo, Grau de Instrução Baixa e Renda Baixa) com a captura de flebotomíneos foram realizadas através da comparação entre o número de residências dentro do raio de 200m de residências com e sem capturas de flebotomíneos, somente do período 2, considerando todos os distritos juntos. Além das residências que obtiveram capturas de flebotomíneos (Figura 17), somente foi possível identificar 2 residências sem captura, localizadas no distrito de Camaçari (Figura 18).

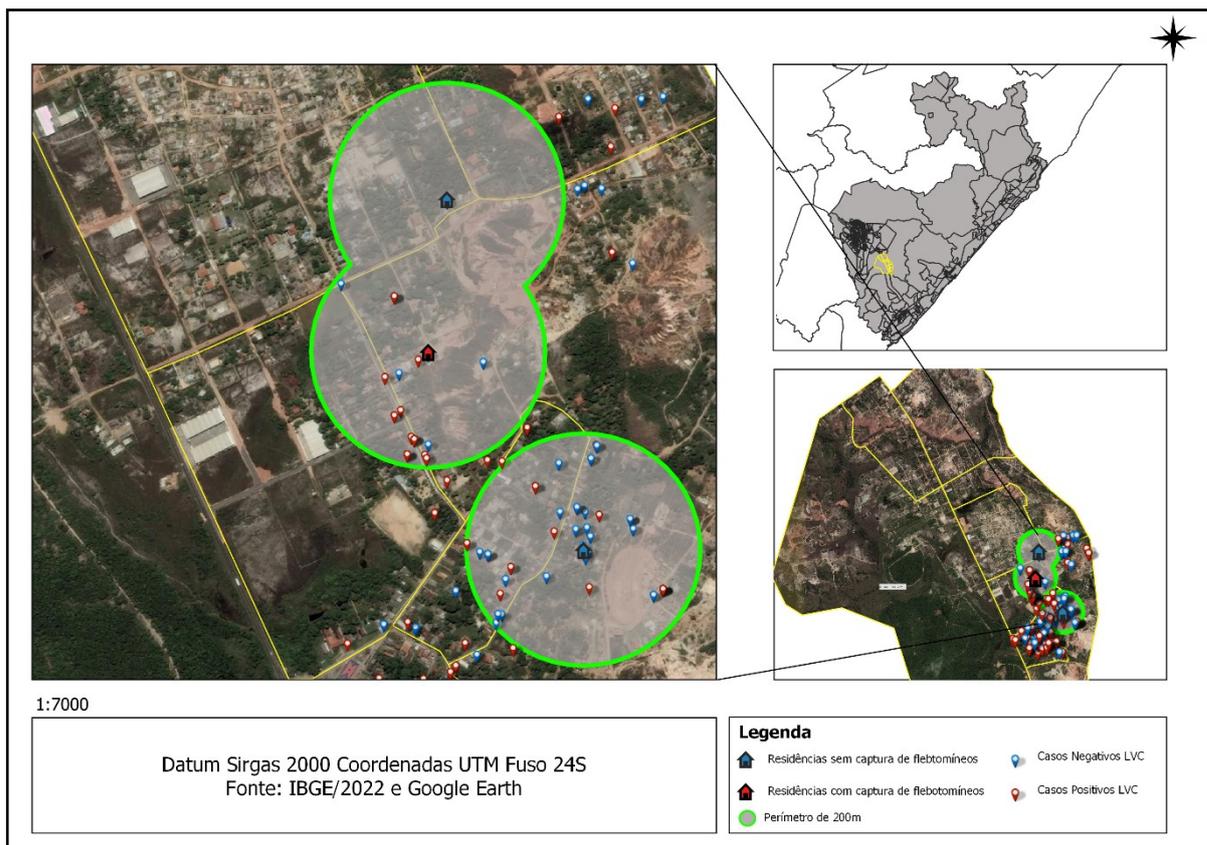


Figura 18 - Mapa de identificação da influência do flebotomíneo nos casos de LVC através da confecção de buffers de raio de 200m em volta de casas em houve e nas casas que não houve capturas de flebotomíneos, no período 2, no distrito de Camaçari.

Fonte: Elaboração da autora

Não foi possível identificar associação entre as características domésticas das residências (Tabela 7) e dados sociodemográficos (Tabela 8) em relação à captura de flebotomíneos nestas casas.

Houve 31,71% mais residências com presença de galinhas, 41,93% de lixo, e 33,33% com presença de esgoto em casas que ocorreram capturas. Entretanto, é importante ressaltar que nenhuma das características domésticas apresentou diferença estatisticamente significante entre os desfechos avaliados (Tabela 7).

Tabela 7 - Análise univariada da associação entre captura de flebotomíneo nas residências em um raio de 200m em relação as características domésticas destas no período 2 do estudo.

| Período 2 | | | | |
|---|---|---|--------------------|-----------|
| Características domésticas das residências | Raio de 200m em residências com captura de Flebotomíneos n/N (%) | Raio de 200m em residências sem captura de Flebotomíneos n/N (%) | RP (IC 95%) | P* |
| Presença de Galinha | | | | |
| Sim | 27/112 (65,85) | 14/112 (34,14) | 0,88(0,66-1,12) | 0,3210 |
| Não | 53/112 (74,64) | 18/112 (25,35) | | |
| Presença de Lixo | | | | |
| Sim | 22/112 (70,96) | 9/112 (29,03) | 0,99(0,72-1,25) | 0,9468 |
| Não | 58/112 (71,60) | 23/112 (28,39) | | |
| Presença de Esgoto | | | | |
| Sim | 6/112 (66,66) | 3/112 (33,33) | 0,92(0,48-1,27) | 0,7416 |
| Não | 74/112 (71,84) | 29/112 (28,15) | | |

*Teste de Qui-quadrado

Fonte: Elaboração da autora

Há uma maior quantidade de todas as variáveis sociodemográficas em um raio de 200m de residências que obtiveram capturas de flebotomíneos. Possuindo 32% a mais de residências com incentivo do governo, 34,43% com instrução baixa e 35,21% com presença de renda baixa, porém não houve diferença estatisticamente significante nestas características avaliadas entre os desfechos (Tabela 8).

Tabela 8 - Análise univariada da associação entre captura de flebotômico nas residências em um raio de 200m em relação aos dados sociodemográficos destas no período 2 do estudo.

| Período 2 | | | | |
|-----------------------------|---|---|-----------------|--------|
| Dados Sócio-demográficos | Raio de 200m em residências com captura de Flebotômicos n/N (%) | Raio de 200m em residências sem captura de Flebotômicos n/N (%) | RP (IC 95%) | P* |
| Incentivo do Governo | | | | |
| Sim | 33/112 (66,0) | 17/112 (34,0) | 0,87(0,66-1,10) | 0,2534 |
| Não | 47/112 (75,80) | 15/112 (24,19) | | |
| Instrução Baixa | | | | |
| Sim | 41/112 (67,21) | 20/112 (32,78) | 0,87(0,69-1,11) | 0,2801 |
| Não | 39/112 (76,47) | 12/112 (23,52) | | |
| Renda Baixa | | | | |
| Sim | 48/112 (67,60) | 23/112 (32,39) | 0,86(0,68-1,11) | 0,2386 |
| Não | 32/112 (78,04) | 9/112 (21,95) | | |

* Teste de Qui-quadrado

Fonte: Elaboração da autora

6.6 REGRESSÃO LOGÍSTICA MÚLTIPLA

6.6.1 Modelo gerado para a Regressão Logística Múltipla

Foi realizado um modelo de regressão logística múltipla através do critério de inclusão de variável já citado anteriormente. Como demonstrado na tabela 9, o modelo foi desenvolvido apenas com variáveis do período 2, devido a falta de variáveis estatisticamente significativas no modelo através do banco do período 1, sendo incluídas: Presença de Lixo acumulado, Presença em área urbana ($p < 0,05$), Presença de Esgoto a céu aberto ($p = 0,051$) e Grau de Instrução de chefe da família como Escolaridade Baixa ($p > 0,05$). Foi realizada uma análise ROC utilizando o banco de dados do período 2, e como forma de validar o modelo, o banco do período 1. O gráfico da curva ROC indica valores de acurácia relativamente baixos nos dois períodos, apresentando 0,514 no 1 e 0,634 no 2. Ambas se apresentam dentro do Intervalo de Confiança (Figura 19). O modelo confeccionado apresentou um pseudo R^2 de 0,035 e um AIC de 344,05.

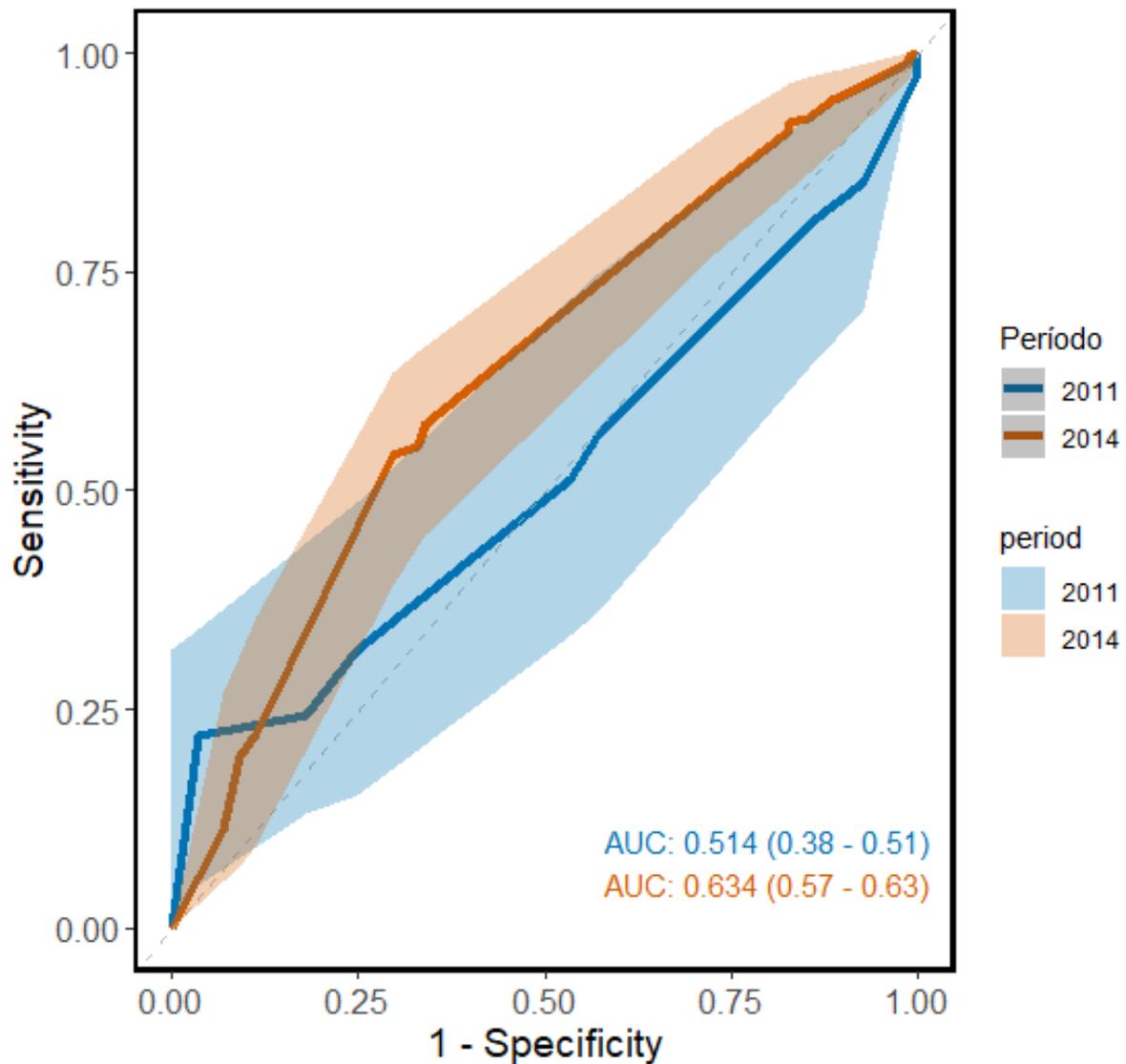


Figura 19: Curva ROC do modelo de regressão logística múltipla gerado através do banco de dados do período 2 e sua validação através do banco de dados do período 1

Fonte: Elaboração da autora

6.6.2 Razão de Prevalência ajustada ao modelo criado

Através da análise de Regressão Logística Múltipla, foi possível calcular o valor da Razão de Prevalência ajustada ao modelo criado. Nele, é possível identificar que houve associação entre alguns elementos preditores (presença de Lixo, presença de esgoto a céu aberto e localização em área urbana) com a ocorrência de LVC nas residências, resultando que

cães que residem em casas que apresentam presença de lixo acumulado e estão presentes em área urbana possuem uma prevalência de 1,35 e 1,31 vezes maior de LVC, respectivamente. Os resultados também manifestaram que a presença de esgoto a céu aberto em residências demonstra ser um fator de proteção, possuindo uma razão de prevalência de 0,54. A variável “Escolaridade Baixa” foi a única a não ter apresentado algum tipo de associação (Tabela 9).

Tabela 9: Razão de Prevalência entre os fatores de risco da LVC utilizadas no modelo, na área total do estudo, no período 2, determinado através da análise de regressão logística múltipla

| Período 2 | | |
|----------------------|------|-------------|
| Variáveis Preditoras | RP | IC 95% |
| Lixo Acumulado | 1,35 | 1,02 – 2,29 |
| Esgoto a céu aberto | 0,54 | 0,23 – 0,98 |
| Escolaridade Baixa | 1,20 | 0,97 – 1,65 |
| Urbana | 1,31 | 1,03 – 2,20 |

Fonte: Elaboração da autora

6.7 CORRELAÇÃO ENTRE OS DADOS DO CENSO IBGE COM AS RESIDÊNCIAS POSITIVAS PARA LVC

A correlação entre os dados retirados do censo IBGE e as residências positivas foi feita levando em consideração os dados, do período 1 e 2 somados, das informações contidas em cada setor censitário, realizando uma análise pareando as informações de cada setor das áreas avaliadas no presente trabalho. É possível identificar que há uma relação positiva (Spearman test, $r > 0$, $\alpha = 0,05$) entre as residências com presença de LVC, no distrito de Abrantes, com as variáveis: Pessoas residentes e cor ou raça preta (Figura 20A), Domicílio com abastecimento de água da rede geral (Figura 20B) e Lixo Coletado (Figura 20C). E no distrito de Camaçari, com a variável: Pessoa Residente e cor ou raça preta (Figura 20D). Em nenhuma das análises houve uma correlação entre as variáveis e a enfermidade que fosse negativa (Spearman test, $r > 0$).

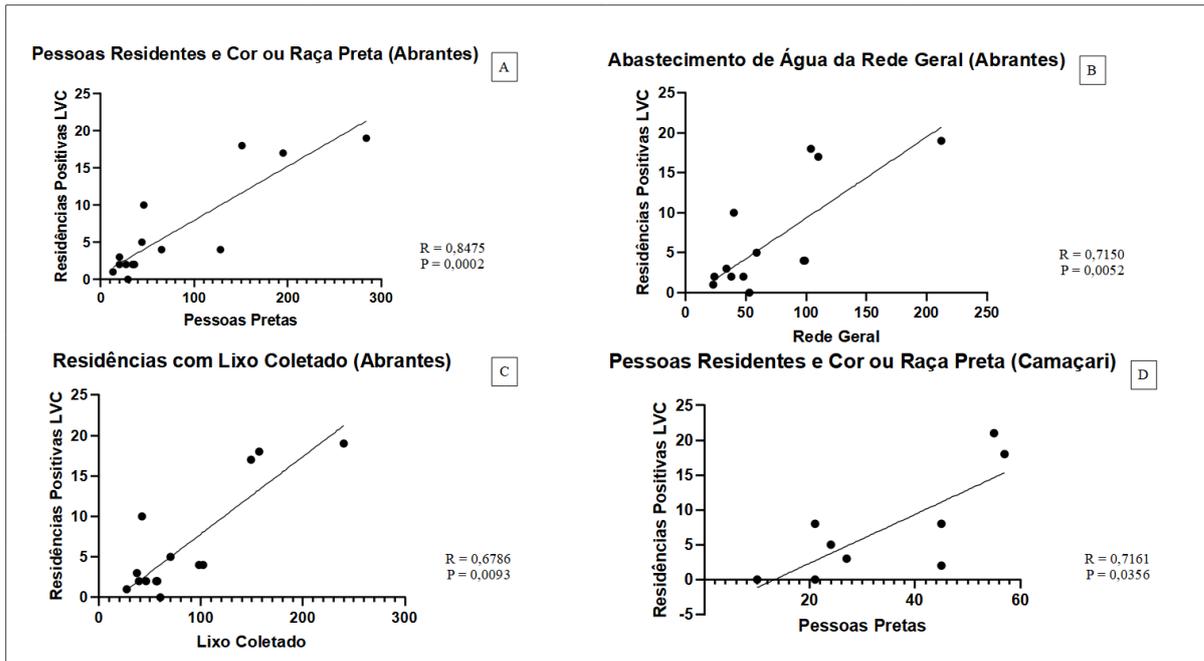


Figura 20 - correlação, a nível de setor censitário, entre os dados retirados do censo IBGE e as residências positivas para LVC do período 1 e 2 somados.

Fonte: Elaboração da autora

7 DISCUSSÃO

Os nossos resultados indicam que há um aumento no número de casos de LVC no decorrer dos anos no município de Camaçari (Tabela 2). O cenário socioeconômico de Camaçari apresenta déficit em diversas áreas. Segundo os indicadores municipais de educação de Camaçari entre os anos de 2012 a 2018, houve uma diminuição de escolas da rede pública na faixa da pré-escola e do ensino fundamental. Mesmo que, ao avaliar as escolas particulares, seus números tenham aumentado ao longo do tempo, é importante salientar a importância e necessidade de um ensino público acessível para todos. Mesmo com tais dados constatando as mudanças socioeconômicas do município de Camaçari, eles não corroboram com os resultados do presente trabalho, onde não houve uma redução significativa de residências com moradores com níveis mais altos de escolaridade entre os períodos avaliados. Não obstante, é importante ressaltar que o tamanho da amostra utilizado no trabalho pode ter afetado os resultados, como este, não refletindo a situação total do território de Camaçari.

Uma importante esfera do cenário socioeconômico é o déficit habitacional em todo o país, que envolve, principalmente, pessoas com renda mais baixa (BRASIL, 2004; BONDUKI, 2008). Existem incentivos concedidos pelo Governo para auxiliar estas pessoas em diversos aspectos. Tratando-se do contexto de déficit habitacional, o plano de governo mais impactante no Brasil foi o Minha Casa Minha Vida, que integrou parte do plano governamental do ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva (Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020). Tal plano foi implementado em 2009, e seu investimento teve grandes efeitos no país, concedendo habitações a milhões de brasileiros e impulsionando a economia. Em Camaçari, muitas contratações foram feitas para realizar as construções de novas habitações, iniciando em 2009 (Prefeitura de Camaçari, 2022). É possível identificar que o momento do início da implementação de tal plano é próximo com o momento em que foram realizadas as coletas de informações do período 1 (2010). Nossos resultados apontam que houve um aumento significativo de residências com recebimento de incentivo do governo do período 1 para o 2 ($p < 0,05$), portanto é possível que este aumento tenha relação com o crescimento do acesso da população ao “Minha Casa minha Vida” e outros programas de apoio ao longo do tempo.

A variável avaliada de Presença de Lixo acumulado nas residências, apesar de não ter apresentado diferença significativa, mostra uma tendência à redução resultante do processo de urbanização que vem acompanhado de múltiplos fatores, se inserido em um planejamento

urbano que procura acompanhar o aumento de modificações de produção de lixo e projeta um sistema que esteja preparado para realizar coletas adequadas dos resíduos, como explanado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010), Levando isso em consideração, é possível compreender o resultado de uma porcentagem menor de residências com presença de lixo acumulado no decorrer dos anos analisados. Mesmo com tal constatação, dentro da produção de lixo, o seu acúmulo não é o único fator que acompanha o processo de urbanização e, em consequência, tem interferência na LV e LVC. Há uma grande problemática com o destino dessas coletas de resíduos sólidos que podem afetar a saúde pública (BAUMAN, 2005), tópico importante para se discutir em futuros trabalhos.

A análise de kernel relacionada à LVC é amplamente utilizada como forma de encontrar áreas de risco para a doença. Em diversos trabalhos presentes na literatura, utilizando kernel, foram constatadas áreas de risco em potencial para a doença, tanto em cães quanto em humanos. (LINS et al., 2018; PRESTES-CARNEIRO et al., 2019; MATSUMOTO et al., 2021; SANTANA et al., 2021). Porém, os resultados do presente estudo não apontam áreas de risco para a doença devido à interferência da seleção das casas avaliadas que influenciou na concentração de residências positivas.

No presente estudo, foi possível classificar as áreas do município de Camaçari em classes de vegetação e ambiente urbano, possibilitando demonstrar o avanço que a urbanização apresentou entre os períodos em todos os distritos (Tabela 4). Em Abrantes, existe o Parque Municipal Dunas de Abrantes e, em Monte Gordo, localizam-se as Lagoas de Guarajuba, em que suas proximidades e entorno são enquadrados como uma área de caráter permanente, se tornando uma área protegida segundo o artigo 3º II do código florestal. Como as áreas das dunas se enquadram na classe de solo exposto, ela seria classificada como área urbana. A sua presença de caráter preservativo pode ter mantido uma mudança de urbanização menor ao comparar com os outros distritos, visto que aquela área, teoricamente, seria imutável com o passar dos anos. Corroborando com os nossos resultados, Borges e colaboradores, em 2017, publicaram um estudo em que havia o objetivo de comparar as áreas urbanas de Abrantes entre dois períodos diferentes (1984 e 2016) e assim identificar se houve um aumento desses tipos de área ou não. Seus resultados demonstram um grande avanço da urbanização entre os períodos com um aumento de 130%, obtendo uma porcentagem bastante superior à encontrada na tabela 4 no presente trabalho de 9,94%, porém é importante ressaltar que a diferença dos períodos utilizados em seu trabalho foi muito maior, e o trabalho deles foi realizado inicialmente em um momento em que a urbanização não era tão avançada, com o rápido desenvolvimento, tendo decorrido a pouco tempo do Êxodo Rural (FAISSOL, 1970;

SANTOS, 2002). Além disso, em nossos resultados, houve classificações que apresentaram Índice de Kappa baixos (Camaçari e Monte Gordo período 1), resultando em áreas classificadas de forma errônea, através do algoritmo, podendo alterar as análises finais e comprometer parte dos resultados. Devido a Camaçari ser um município com grande presença de nuvens e umidade elevada (SRH, 2006), houve complicações na escolha da imagem raster utilizada no trabalho, o que resultou na presença de nuvens em algumas regiões classificadas, interferindo diretamente nos valores baixos no índice de Kappa, o que, conseqüentemente, pode gerar confusão na classificação. Mesmo com resultados demonstrando aumento de urbanização ao longo do tempo, são necessários mais trabalhos com a utilização de maior intervalo de tempo, e que possibilitem identificar uma modificação maior e, conseqüentemente, avaliar com maior poder a associação com a doença.

Realizar classificação de imagens de satélite através da utilização de Machine Learning tem se popularizado cada vez mais, principalmente na obtenção de dados sobre a ocupação do solo que está relacionada com o processo de urbanização. Esse tipo de análise possibilita a identificação de forma mais clara de áreas que possuem maior porção de vegetação ou antropização em que há o desmatamento e presença de solo exposto, edificações e construções urbanas. O uso dessa ferramenta para averiguar possíveis associações entre a LVC com ambientes urbanos no Brasil é encontrado em diversos estudos, como no de Figueiredo e colaboradores (2017), que examina a associação entre o uso e cobertura do solo com a ocorrência de LVC, sendo possível identificar a existência de uma associação mais forte de ocorrência de LVC com áreas que se apresentavam cobertas por estruturas residenciais com muita vegetação, podendo caracterizar um ambiente que se encontra em processo de urbanização, perdendo, aos poucos, sua vegetação e acrescentando construções. Por outro lado, no trabalho de Almeida e colaboradores (2014), foi realizada uma análise de classificação na área da cidade de Teresina em dois períodos diferentes (1993-1996 e 2001-2006) e foram identificadas correlações entre a taxa de incidência da LV nos setores censitários com as classes determinadas pelo trabalho (Vegetação densa e rasteira, urbana densa e verde e Solo exposto), sendo possível constatar uma maior correlação, no primeiro período, entre áreas cobertas por vegetação densa, rasteira e solo exposto, e uma correlação negativa com áreas cobertas por água e densamente ocupadas. Ao analisar o segundo período, é possível identificar houve correlação positiva com áreas densamente ocupadas e negativa em locais urbanos com alguma vegetação. Semelhante ao trabalho citado acima, obtivemos resultados que demonstraram haver associação entre a LVC com áreas consideradas urbanas

(Tabela 9). Todavia, são necessários mais estudos avaliando os temas em que a saúde única e o processo de urbanização estão interligados.

Há uma grande quantidade de estudos na literatura que focam na avaliação de características dos cães como possíveis fatores de risco para a LVC (OLIVEIRA et al., 2015; SILVA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2021). Não obstante, também há estudos com foco em associar a LVC com as características das residências e na condição socioeconômica dos tutores, devido a sua importância e contexto na história da doença (BASHAYE et al., 2009; COURA-VITAL et al., 2011; SILVA et al., 2012). Na tabela 9, é possível identificar a razão de prevalência entre a ocorrência da LVC e a presença do cão em solo urbano, presença de lixo e presença de esgoto a céu aberto, enquanto que não houve associação ao calcular a RP da variável “Escolaridade baixa” do tutor do animal. É possível identificar alguns trabalhos na literatura que utilizaram as mesmas variáveis das utilizadas no presente trabalho e, ao comparar esses resultados de associação, observamos resultados que corroboram ou se apresentam de forma contrária ao do presente trabalho, como, por exemplo, no trabalho realizado por Soares e colaboradores (2022) que realizaram um estudo com objetivo de identificar a prevalência da LVC em uma cidade do sudeste do Brasil e verificar se há alguma associação entre a enfermidade e algumas características relacionadas com o cão e com as condições socioeconômicas dos tutores, como o de tutor sem educação formal e tutor com diploma universitário, se apresentando de forma contrária aos nossos resultados que não demonstraram associação ao focar na variável de Instrução do tutor do animal. Costa e colaboradores (2014) realizaram um estudo para avaliar a prevalência da LVC e associações com variáveis focadas no cão e tutores. Entre elas, é possível identificar duas que se assemelham às utilizadas no nosso trabalho: Renda da família e Educação do tutor, porém em ambas as variáveis não foi possível identificar associação com a doença, o que corrobora com os resultados demonstrados no presente trabalho. O tamanho da amostra pequena avaliada nos dois períodos do estudo pode ter interferido nos resultados de associação

Observações prévias sobre a ecologia do *L. longipalpis* em áreas urbanas sugerem que seu ciclo de vida ocorre em microhabitats que são ricos em nutrientes orgânicos, como bases de árvores, criadouros de animais e fendas de rochas (CASANOVA, 2013). Na literatura, existem diversos trabalhos que apontam uma maior quantidade de capturas feitas em residências com presença de galinheiros, pois, além da sua preferência em se alimentar de sangue de galinhas, a presença de matéria orgânica com fezes deste animal facilita seu desenvolvimento (AGUIAR, 2020). Há dificuldade em encontrar estudos com foco em correlacionar dados socioeconômicos com a presença e captura de flebotomíneos, mesmo que

este seja um tópico altamente debatido na literatura envolvendo a LV e LVC (Ministério da Saúde, 2000; Boelaert et al., 2009; Reisen, 2010). No trabalho de Wijerathna e colaboradores (2020), foi constatado que a presença de lixo acumulado em decomposição aumenta o risco de LV em 4 vezes. Tal análise foi realizada com dados coletados em áreas consideradas propícias à presença de flebotômíneos devido a diversas características como o acúmulo de lixo em volta da residência e falta de sanitização, deixando clara a relação entre essa característica com o desenvolvimento de flebotômíneos e conseqüentemente a LV. Mesmo com tais constatações, em que é possível correlacionar proximidade e relação entre a LVC, variáveis domésticas e socioeconomias com a presença do flebotômíneo, não houve associação nos nossos resultados entre a ocorrência de LVC e a residência estar localizada dentro de um raio de 200m de casas que obtiveram capturas de flebotômíneos (Tabela 5 e 6). Também não houve associação entre captura e variáveis domésticas e socioeconômicas das residências dentro desse mesmo raio (Tabela 7 e 8).

As correlações encontradas no estudo demonstram que no distrito de Abrantes e Camaçari, houve correlação positiva entre a ocorrência da doença e a presença de pessoas pretas nas casas, este pode ser um indicador social relacionado a diversas características que estão interligadas de forma socioeconômica devido a um processo histórico de marginalização dessa parcela da população (Figuras 20 A e D). Além disso, em Abrantes houve correlação positiva entre a ocorrência da doença com a coleta de lixo e abastecimento de água (Figura 20 B e C), sinais de urbanização das áreas. Nossos resultados corroboram com os de Lima e colaboradores (2018) que demonstram que a Coleta de Lixo, Rede geral de abastecimento de água estão relacionados com a incidência da LV. Também Luz e colaboradores (2021) mostraram que as áreas consideradas como baixo risco para LV apresentavam maior renda média, taxa de alfabetização e saneamento básico adequado em relação ao resto do Município de Rondonópolis, área endêmica para LV, demonstrando que as áreas de alto risco possuem o oposto de tais características, apresentando déficits no saneamento básico e na esfera socioeconômica. Ademais, Luz et al. (2021) descreveram que a LV humana está correlacionada com a LVC e que o envolvimento entre as esferas sociais e econômicas com a aquisição da doença é algo inerente à história natural da LV e LVC.

8 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que houve um aumento de áreas urbanas no município, estando este aumento da urbanização diretamente associado ao aumento da prevalência da LVC entre os períodos, que por sua vez, também relaciona-se com a presença do vetor da doença, o *L. longipalpis*, visto que diversos elementos que influenciam no aumento da densidade do vetor estão ligados ao processo de urbanização. Através do presente trabalho, foi possível identificar que a LVC está associada com fatores inerentes a urbanização, como a presença de lixo e esgoto a céu aberto. O aumento da prevalência da LVC que ocorreu entre os períodos demonstra a grande importância da doença e seu crescimento constante, alertando para o seu risco em potencial para a população canina e humana.

Visto que neste trabalho foi demonstrado como um processo urbano pode afetar nos números de casos de uma doença, é essencial que sejam elaborados melhores planos de urbanização para que fatores sociais, ecológicos, econômicos e de saúde sejam respeitados e adequados aos procedimentos sofridos em tal modificação do cenário.

Por fim, o nosso estudo possibilitou definir características relacionadas a maior prevalência de LVC como a localização para em área urbana e presença de lixo acumulado nas casas, e correlações da LVC com fatores associados a urbanização como abastecimento de água em rede geral e coleta de lixo e fatores sociais como Pessoa residente de cor preta. Nossos resultados possibilitam um melhor foco e investimento, de forma apropriada, na prevenção e controle da Leishmaniose Visceral Humana e Canina em áreas que se apresentam em processo constante de urbanização.

9 REFERÊNCIAS

ABRANTES, T. R. et al. Fatores ambientais associados à ocorrência de leishmaniose visceral canina em uma área de recente introdução da doença no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, 2018.

ADLER, S.; & THEODOR, O. Investigations on Mediterranean Kala Azar. II.--*Leishmania infantum*. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing papers of a Biological character. Royal Society**, v.108 (759), p.453-463, 1931.

ADRIAENSEN, F. et al. The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model. **Landsc. Urban Plan**, v.64, p.233–247, 2003.

AIRES, C. H. L.; COLLISCHONN, E. Revisão de literatura sobre estudos de análise espacial da criminalidade. **Caderno prudentino de geografia**, v.2, p.9-28, 2021.

ALENCAR, J. E.; DIETZE, R. **Leishmaniose visceral (Calazar)**. In: **VERONESI, R. Doenças infecciosas e parasitárias**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. p. 706-17.

ALEXANDER, B. et al. Role of the domestic chicken (*Gallus gallus*) in the epidemiology of urban visceral leishmaniasis in Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v.8, p.1480-1485, 2002.

ALMEIDA, A. S.; WERNECK, G. L. Prediction of highrisk areas for visceral leishmaniasis using socioeconomic indicators and remote sensing data. **International Journal of Health Geographics**, v.13, p.13, 2014.

ALMEIDA, A. S.; WERNECK, G. L.; RESENDES, A. P. C. Classificação orientada a objeto de imagens de sensoriamento remoto em estudos epidemiológicos sobre leishmaniose visceral em área urbana. **Cadernos de Saúde Pública**, v.30, p.1639-53, 2014.

ALVAR, J. et al. Canine Leishmaniasis. **Advances in Parasitology**, v. 57, p. 1-88. 2004.

ALVAR, J. et al. Leishmaniasis Worldwide and Global Estimates of Its Incidence. **PLoS ONE**, v.7(5), 2012.

ALVAR, J.; YACTAYO, S.; BERN, C. Leishmaniasis and poverty. **Trends in Parasitology**. v. 22, n. 12, p. 552-557, out. 2006.

AMANN, E. & AZZONI, C. & BAER, W. **The Oxford Handbook of The Brazilian Economy / edited by Edmund Amann, Carlos Azzoni, and Werner Baer**. New York, NY: Oxford University Press. 2018.

ARAUJO, V. E. M. et al. Relative risk of visceral leishmaniasis in Brazil: a spatial analysis in urban area. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v.7, p.2540, 2013.

ARRIAGA, E. Components of city growth in selected latin american countries. **The Milbank Memorial Fund Quarterly**, v.46 (2), p.237–252, 1968.

AZEVEDO, T. S.; LORENZ, C.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Risk mapping of visceral leishmaniasis in Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.52, 2019.

BARBOSA, D. S. et al. Spatial analysis for identification of priority areas for surveillance and control in a visceral leishmaniasis endemic area in Brazil. **Acta Tropica**, v.131, p.56–62, 2014.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. **Revista IP – Informática Pública**, v.4, p.221-230, 2002.

BARRET, F. Medical Geography as a Foster Child. Studies in Geography. **University of North Carolina at Chapel Hill**, 1980.

BARRETT, F. A Medical Geography anniversary. **Social Science & Medicine**, v.37(6), p.701-710, 1993.

BAVIA, M. E. et al. Remote sensing and geographic information systems and risk of American Visceral leishmaniasis in Bahia, Brazil. **Parassitologia**, v. 47, p. 165 – 169, 2005.

BERRAHAL, F. et al. D. Canine Leishmaniasis: Identification of asymptomatic carries by polymerase chain reaction and immunoblotting. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 55, n. 3, p. 273-277, 1996.

BEVILACQUA, P.D. et al. Urbanization of visceral leishmaniose in belo horizonte, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 1, p. 1-8, 2001.

BOELAERT M. et al. 2009. The poorest of the poor: A poverty appraisal of households affected by visceral leishmaniasis in Bihar, India. **Tropical Medicine International Health**. v. 14, p. 639-644, 2010.

BONCINELLI, F.; PAGNOTTA, G.; RICCIOLI, F.; & CASINI, L. The Determinants Of Quality Of Life In Rural Areas From A Geographic Perspective: The Case Of Tuscany. **Review of Urban & Regional Development Studies**, v.27(2), p.104–117, 2015.

BORGES, L. F. et al. Análise espaço-temporal da ocupação da área e entorno do Parque Municipal Dunas de Abrantes, Camaçari - BA. *In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2017, São Paulo. Anais*. São Paulo: INPE, 2017. p. 1187-1193.

BRANDONISIO, O. et al. Canine leishmaniasis in the Gargano promontory (Apulia, South Italy). **European Journal of Epidemiology**, v.8, p.273–276, 1992.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção de vegetação nativa. Publicado no **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 25. mai. 2012. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 09 set. 2021.

BREIMAN, L. Random Forest. **Machine Learning**, p. 5-32, 2001.

BRITO, F.; HORTA, C. J. G.; AMARAL, E. F. L. A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas. **Open Science Framework Preprints**, 2001.

CAMPOS, R. et al. Epidemiological aspects and spatial distribution of human and canine visceral leishmaniasis in na endemic area in northeastern Brazil. **Geospatial Health**, v.12, 2017.

CARUANA, R.; NICULESCU-MIZIL, A. An Empirical Comparison of Supervised Learning Algorithms. **Machine Learning**. 2006.

CASANOVA, C. et al. Larval Breeding Sites of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in Visceral Leishmaniasis Endemic Urban Areas in Southeastern Brazil. **Neglected Tropical Diseases**, v.7, 2013.

CASARIL, A. E. et al. Spatiotemporal analysis of sandfly fauna (Diptera: Psychodidae) in an endemic area of visceral leishmaniasis at Pantanal, central South America. **Parasites & Vectors**, 2014.

COSTA, K. F. L. et al. Awareness of visceral leishmaniasis and its relationship to canine infection in riverside endemic areas in Northeastern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 5, p. 607 - 612, 2014.

CHAUVIN, J. P. et al. What is different about urbanization in rich and poor countries? Cities in Brazil, China, India and the United States. **Journal of Urban Economics**, v.98. p.17-49, 2017.

CHEHATA, N.; GUO, L.; MALLET, C. Airborne Lidar feature selection for urban classification using Random Forests. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 38, 2009.

CLERGEAU, P. JOKIMAKI, J.; SNEP, R. Using hierarchical levels of urban ecology. **Trends in Ecology & Evolution**. P.660-661, 2006.

CLIMATE CHANGE, 2001, Cambridge. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (WG I & II) (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2001).

COURA-VITAL, W. et al. Prevalence and Factors Associated with Leishmania Infantum Infection of Dogs from an Urban Area of Brazil as Identified by Molecular Methods. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 5, 2011.

COSTA, A. P. et al. Environmental factors and ecosystems associated with canine visceral leishmaniasis in Northeastern Brazil. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, v.15(12), p.765–74, 2015.

COSTA, C. H. N.; PEREIRA, H. F.; ARAÚJO, M. V. Epidemia de leishmaniose visceral no Estado do Piauí, Brasil, 1980-1986. **Revista de Saúde Pública**, v.24, p.361-372, 1990.

COSTA, C.H. Characterization and speculations on the urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. **Caderno de Saude Publica**, v.24, p.2959–2963, 2008.

COSTA, C.H. How effective is dog culling in controlling zoonotic visceral leishmaniasis? A critical evaluation of the science, politics and ethics behind this public health policy. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.44, p.232–242, 2011.

DANTAS-TORRES, F. et al. Canine leishmaniosis in the Old and New Worlds: unveiled similarities and differences. **Trends in Parasitology**, v.28, p.531–538, 2012.

DANTAS-TORRES, F.; BRANDÃO-FILHO, S. P. Visceral leishmaniasis in Brazil: revisiting paradigms of epidemiology and control. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, v.48, p.151-156, 2006.

DANTAS-TORRES, F.; DE BRITO, M. E.; BRANDÃO-FILHO, S.P. Seroepidemiological survey on canine leishmaniasis among dogs from an urban area of Brazil. **Veterinary Parasitology**, v.140, p.54–60, 2006.

DAVID, J. R. et al. Deltamethrin-impregnated dog collars have a potent anti-feeding and insecticidal effect on *Lutzomyia longipalpis* and *Lutzomyia migonei*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.96(6), n.839-847, 2001.

DE OLIVEIRA, E. F; et al. Biotic factors and occurrence of *Lutzomyia longipalpis* in endemic area of visceral leishmaniasis, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. v. 107 n. 3, p. 396-401, 2012.

DEANE, L. M.; DEANE, M. P. Encontro de leishmanias nas vísceras e na pele de uma raposa em zona endêmica de calazar nos arredores de Sobral, Ceará. **O Hospital**, v. 45, p. 419-421, 1954.

DEANE, L. M.; DEANE, M. P. Observações preliminares sobre a importância comparativa do homem, do cão e da raposa *Lycalopex vetulus* como reservatórios da *L. donovani* em área endêmica de calazar no Ceará. **O Hospital**, v.48, p.61-70, 1955.

DEANE, L. M.; DEANE, M. P. Visceral leishmaniasis in Brazil: geographical distribution and transmission. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, v.4, p.198-212, 1962.

DESEJUX, P. Leishmaniasis: current situation and new perspectives. **Comparative Immunology, Microbiology and infectious Diseases**, v. 27, n. 5, p. 305-318, 2004.

DIAS, F. O. P.; LOROSA, E. S.; REBELO, J. M. M. Fonte alimentar sanguínea e a peridomiciliação de *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Psychodidae, phlebotominae). **Caderno de Saúde Pública**. v.19, n. 5, p. 1373-1380, 2003.

DURAND, J. D. , PELAEZ, C. Patterns of urbanization in latin america. *In: Proceedings of the Sixtieth Anniversary Conference of the Milbank Memorial Fund. Part 2: Components of Population Change in Latin America. In: The Milbank Memorial Fund Quarterly*, V.43, p. 166–196, 1965.

EICHELBERGER P. The importance of addresses – The locus of GIS. In: Proceedings of the URISA 1993. In: Annual Conference. Park Ridge: Urban and Regional Information Systems Association; p. 200-11, 1993.

ELMQVIST, T. et al. Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges. **Springer**. London. 2013.

FAISSOL, S. Migrações Internas no Brasil e suas Repercussões no Crescimento Urbano e Desenvolvimento Econômico. **Revista Brasileira de Geografia**, p. 18, 1973.

FERNANDÉZ, M. S; et al. Spatial and temporal changes in *Lutzomyia longipalpis* abundance, a *Leishmania infantum* vector in an urban area in northeastern Argentina. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. v. 108, n. 7, p. 817-24, 2013.

FIGUEIREDO, A. B. F. et al. Uso e cobertura do solo e prevalência de leishmaniose visceral canina em Teresina, Piauí, Brasil: uma abordagem utilizando sensoriamento remoto orbital. **Caderno de Saúde Pública**, v. 33, n. 10, 2017.

FREITAS, J. C.; NUNES-PINHEIRO, D. C.; ABREU, C. R.; Geographical variation in Clinical Signs and Prevalence of *Leishmania* sp infection among Dogs in Fortaleza, Ceara State, Brazil. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.38(3), p.293-297, 2010.

Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Controle da Leishmaniose Tegumentar Americana**. 5a edição. Brasília: Ministério da Saúde, 2000.

GÁLVEZ, R. et al. Controlling phlebotomine sand flies to prevent canine *Leishmania infantum* infection: a case of knowing your enemy. **Research in Veterinary Science**, v.121, p.94–103, 2018.

GAVGANI, A. S. M. et al. Effect of insecticide-impregnated dog collars on incidence of zoonotic visceral leishmaniasis in Iranian children: a matched-cluster randomised trial. **Lancet**. v.360(9330), p.374-379, 2002.

GIUNCHETTI, R. C. et al. Relationship between canine visceral leishmaniosis and the *Leishmania (Leishmania) chagasi* burden in dermal inflammatory foci. **The Journal of Comparative Pathology**, v.135, p.100-107, 2006.

GONÇALVES, M. B. **Prevalência, distribuição e identificação de prováveis fatores de risco para Leishmaniose Visceral Canina em Camaçari-BA**. 2014. 113 f. Dissertação

(Mestrado em Biotecnologia em Saúde e Medicina Investigativa) – Fundação Oswaldo Cruz, Instituto de Pesquisas Gonçalo Moniz, Salvador, 2014.

GRAZIANO DA SILVA, J. O novo rural brasileiro (2nd ed.). **Coleção pesquisas: Universidade Estadual de Campinas**. 1999.

GRAZIANO DA SILVA, J.; & EDUARDO DEL GROSSI, M. Rural Nonfarm Employment and Incomes in Brazil: Patterns and Evolution. **World Development**, v.29(3), p.443–453, 2001.

GUAN, X. et al. Assessment on the urbanization strategy in China: Achievements, challenges and reflections. **Habitat International**, v.71, p.97-109, 2018.

GUERIN, P. J. et al. Visceral leishmaniasis: current status of control, diagnosis, and treatment, and a proposed research and development agenda. **Lancet Infectious Diseases**, v.2, p.494–501, 2002.

HANDMAN, E.; BULLEN, D. V. Interaction of *Leishmania* with the host macrophage. **Trends in Parasitology**, v. 18, n. 8, p. 332–334, 2002.

HENDERSON, V. The Urbanization Process and Economic Growth: The So-What Question. **Journal of Economic Growth**, v.8, p.47-71, 2003.

JERÔNIMO, S. M. et al. An urban outbreak of visceral leishmaniasis in Natal, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v.88, p.386-388, 1994.

JOBIN, W. **Dams and Disease: Ecological Design and Health Impacts of Large Dams, Canals, and Irrigation Systems**. London and New York: E&FN Spon, 1999.

KAMHAWI, S. Phlebotomine sand flies and *Leishmania* parasites: friends or foes? **Trends in Parasitology**, v.22(9), p.439–445, 2006.

KILLICK-KENDRICK, R. The biology and control of phlebotomine sandflies. **Clinics in Dermatology**, v.17, n. 3, p. 279-289, 1999.

KRANJČIĆ, N. et al. Machine Learning Methods for Classification of the Green Infrastructure in City Areas. **International Journal of Geo-Information**, p. 235 - 245, 2019.

KULIG, J. & WILLIAMS, M. Health in Rural Canada. *In*: UBCpress, Vancouver, Toronto. 2012.

LACERDA, J. M. F. Uso do Geoprocessamento na expansão urbana: o caso das comunidades subnormais do município de Bayeux-Pb. *In*: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife – PE. **Anais**, p. 001 – 005, 2010.

LACHAUD, L. et al. Value of two PCR methods for the diagnosis of canine visceral leishmaniasis and the detection of asymptomatic carriers. **Parasitology**, v.125, p.197–207, 2002.

LAINSON, R. Demographic changes and their influence on the epidemiology of American leishmaniasis. **Demography and vector-borne diseases**, p. 85-106, 1989.

LAINSON, R.; RANGEL, E. F. *Lutzomyia longipalpis* and the eco-epidemiology of American visceral leishmaniasis, with particular reference to Brazil- a review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 100, n. 8, p.811-827, dez. 2005.

LAINSON, R.; SHAW, J. J. Evolution, classification and geographical distribution. **The leishmaniases in Biology and Medicine**, p. 1-20, 1987.

LAINSON, R.; WARD, R. D.; SHAW, J. J. Experimental transmission of *Leishmania chagasi*, causative agent of neotropical visceral leishmaniasis, by the sandfly *Lutzomyia longipalpis*. **Nature**, v. 14, p. 628-630, 1977.

LANE, R. P. **Sandflies (Phlebotominae)**. *In*: Lane, R.P., Crosskey, R.W. (Eds.), *Medical Insects and Arachnids*. London: Chapman and Hall, p. 78–119, 1993.

LI, Y. et al. Investigation of a coupling model of coordination between urbanization and the environment. **Journal of Environmental Management**. v.98, p.127–133, 2012.

LIMA, R. G. et al. Perfil epidemiológico da leishmaniose visceral no Brasil, no período de 2010 a 2019. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**. 2021.

LIMA, I.D. et al. Changing demographics of visceral leishmaniasis in northeast Brazil: Lessons for the future. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. 2018.

LINS, T. N. B. et al. Seroprevalence and spatial distribution of canine leishmaniasis in an endemic region in Brazil: how has the situation changed after 10 years?. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, n. 51, v. 5, p. 680 - 682, 2018.

LUZ, J. G. G. et al. Human visceral leishmaniasis in Central-Western Brazil: Spatial patterns and its correlation with socioeconomic aspects, environmental indices and canine infection. **Acta Tropica**. 2021.

MACGREGOR-FORS, I. How to measure the urban-wildland ecotone: redefining 'peri-urban' áreas. **Ecological Research**. P.883-887, 2010.

MACGREGOR-FORS, I.; ORTEGA-ÁLVAREZ, R.; SCHONDUBE, J. E. **On the ecological quality of urban systems: Na ornithological approach**. New York: Nova Science Publishing, p. 51-56, 2009.

MAGNAGHI, A. **Il progetto locale: Verso la coscienza di luogo**. Torino: Bollati Boringhieri, 2010.

MAGNAGHI, A. **Il territorio bene comune**. Firenze: Firenze University Press, 2012.

MAIA-ELKHOURY, A. N.; CARMO, E. H.; SOUSA-GOMES, M. L.; MOTA, E. Analysis of visceral leishmaniasis reports by the capture-recapture method. **Revista de Saúde Pública**, v.41, p.931-937, 2007.

MARCHI, M. N. A. et al. Spatial analysis of leishmaniasis in Brazil: a systematized review. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v.61, 2019.

MARIA-ELKHOURY, A. N. S. et al. Visceral leishmaniasis in Brazil: trends and challenges. **Caderno de Saúde Pública**, v. 24, n. 12, p. 2941- 2947, 2008.

MAROLI, M. et al. Evidence for an impact on the incidence of canine leishmaniasis by the mass use of deltamethrin-impregnated dog collars in Southern Italy. **Medical and Veterinary Entomology**, v.15(4) p.358-363, 2001.

MATSUMOTO, P. S. S. et al. Impact of the dog population and household environment for the maintenance of natural foci of *Leishmania infantum* transmission to human and animal hosts in endemic areas for visceral leishmaniasis in Sao Paulo state, Brazil. **PLOS ONE**, n. 16, v. 8 2021.

MARZLUFF, J. M.; BOWMAN, R.; DONNELLY, R. **A historical perspective on urban Bird research: trends, terms, and approaches.** In: Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World. New York: Springer Science+Business Media, 2001.

MCKINNEY, M. L. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. **Urban Ecosystems**, v.11, p.161–176, 2008.

MCKINNEY, M. L. Urbanization, biodiversity, and conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. **BioScience**, v.52, p.883–90, 2002.

MEADE, M. S.; EARICKSON, R. J. **Medical Geography.** 3 ed. New York: Guilford Press, 2005.

MEINECKE, C. K. J. et al. Congenital transmission of visceral leishmaniasis (kala azar) from an asymptomatic mother to her child. **Pediatrics**, 1999.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de recomendações para diagnóstico, tratamento e acompanhamento de pacientes com a coinfeção *Leishmania*-HIV / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis.** 1. ed., Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica.** 1. ed., Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Série histórica de óbitos e casos de doenças de notificação compulsória no Brasil (1980-2005).

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Tópicos de saúde: leishmaniose visceral. 2007

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL: Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV). 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/minha-casa-minha-vida/programa-minha-casa-minha-vida-mcmv#:~:text=É um programa do Governo,feitas por faixa de renda.&text=Até 90%25 de subsídio do valor do imóvel.>

MIRANDA, S. et al. Characterization of sex, age, and breed for a population of canine leishmaniosis diseased dogs. **Research in Veterinary Science**, 2007.

MIRÓ, G. et al. Novel areas for prevention and control of canine leishmaniosis. **Trends in Parasitology**, v.33, p.718–730, 2017.

MOLINA, R. et al. Infectivity of dogs naturally infected with *Leishmania infantum* to colonized *Phlebotomus perniciosus*. **Transactions of the Royal Society of tropical Medicine and Hygiene**, v. 88, n. 4, p. 491-493, 1994.

MORENO, E. et al. Epidemiologia da Leishmaniose Visceral Humana assintomática em área urbana, Sabará, Minas Gerais, 1998-1999. **Informe Epidemiológico do SUS 2002**, v. 11, p. 37-39, 2002.

MOTA, F. M. et al. Natural infection by *Leishmania infantum* in the *Lutzomyia longipalpis* population of an endemic coastal area to visceral leishmaniasis in Brazil is not associated with bioclimatic factors, **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v.13(8), 2019.

MUCELIN, C.A; BELLINI, M. Garbage and perceptible environmental impacts in urban ecosystem. **Societade & Natureza**, v.20, p. 111 - 124, 2008.

MUNZI, S. et al. Lichens as ecological indicators in urban areas: beyond the effects of pollutants. **Journal of Applied Ecology**, v.51 (6), p.1750–1757, 2014.

NEWSOM, S. W. B. Pioneers in infection control: John Snow, Henry Whitehead, the Broad Street pump, and the beginnings of geographical epidemiology. **Journal of Hospital Infection**, v.64(3), p.210-216, 2006.

NIEMELÄ, J. Is there a need for a theory of urban ecology? **Urban Ecosyst.** v.3, p.57-65, 1999.

NILON, C.; BERKOWITZ, A.; HOLLWEG, K. Understanding Urban Ecosystems—A New Frontier for Science and Education. **Urban Ecosystems**, p. 1–14, 2003.

NIKLAS, U. et al. Spatial Factor - Using a Random Forest Classification Model to Measure an Internationally Comparable Urbanity Index. **Urban Science**. 2020.

OLIVEIRA, M. R. et al. Canine leishmaniasis in an endemic region, Northeastern Brazil: a comparative study with four groups of animals. **Parasitology Research**, v. 120, p. 3915 - 3923, 2021.

de OLIVEIRA, A. C. et al. Canine Visceral Leishmaniasis case investigation in the Jacare Region of Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, p. 325-32, 2015.

OLIVEIRA, A. **Pólo Petroquímico de Camaçari (Bahia, Brasil): Industrialização, crescimento econômico e desenvolvimento regional**. Tese (Doutorado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Regional)- Universidade Salvador, Salvador, 2004.

OLIVEIRA, C. L. et al. Spatial distribution of human and canine visceral leishmaniasis in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brasil, 1994-1997. **Caderno de Saúde Pública**, v.17, p.1231-1237, 2001.

ORGANIZAÇÃO NAÇÕES UNIDAS (ONU). World Urbanization Prospects. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wup/Download/>.

OSPINA, R.; AMORIM, L.D. Prevalence ratio estimation via logistic regression: a tool in R. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 2021.

OTRANTO, D. et al. Efficacy of a combination of 10% imidacloprid/50% permethrin for the prevention of leishmaniasis in kennelled dogs in an endemic area. **Veterinary Parasitology**, 2007.

OZAKI, V. Análise espacial da produtividade agrícola no Estado do Paraná: implicações para o seguro agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.46, p.869-886, 2008.

PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, Leishmanioses- Informe Epidemiológico das Américas. Disponível em: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34857/LeishReport6_por.pdf?sequence=5&isAllowed=y (acessado em 10 Julho 2021), 2018.

PARROT, L.; DONATIEN, A.; LESTOQUARD, F. Sur le développement du parasite de la leishmaniose canine viscérale chez *Phlebotomus major* var. *perniciosus* Newstead. **Bulletin de la Société de Pathologie Exotique**, v.23(7), p.724-726, 1930.

PENNA, H. A. Leishmaniose visceral no Brasil. **Brasil-Médico**, v. 48, p. 949-950, 1934.

PEREIRA, M.G. **Métodos empregados em Epidemiologia**. Epidemiologia teoria e prática. 6ªed. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara- Koogan; 2002.

PIGOTT, D. M. et al. Global distribution maps of the leishmaniasis. **eLife**, v.3, 2014.

PRADO, P. F. et al. Epidemiological aspects of human and canine visceral leishmaniasis in Monte Claros, State of Minas Gerais, Brazil, between 2007 and 2009. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.44, p.561-566, 2011.

PRESTES-CARNEIRO, L. E. et al. Spatiotemporal analysis and environmental risk factors of visceral leishmaniasis in an urban setting in São Paulo State, Brazil. **Parasites & Vectors**. 2019.

PUISSANT, A.; ROUGIER, S.; STUMPF, A. Object-oriented mapping of urban trees using Random Forest classifiers. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. 2013.

QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>

QUINNELL, R. J.; COURTENAY, O. Transmission, reservoir hosts and control of zoonotic visceral leishmaniasis. **Parasitology**, v.136, p.1915–1934, 2009.

QUINTANA, M. G.; FERNÁNDEZ, M. S.; SALOMÓN, O. D. Distribution and abundance of phlebotominae, vectors of leishmaniasis, in Argentina: spatial and temporal analysis at different scales. **Journal of Tropical Medicine**, 2012.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAIA, A. A. J. **Acessibilidade e Mobilidade na estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando Redes Neurais Artificiais**. 2001. Tese (Doutorado em transportes) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

RAMOS, R. S. et al. Geomarketing – Uso de análise espacial como suporte ao marketing empresarial. *In*: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba. **Anais**. p.4752, 2011.

RANGEL, E. F.; VILELA, M. L. *Lutzomyia longipalpis* (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, v.24(12), p.2948–52, 2008.

READY, P. Biology of Phlebotomine Sand Flies as Vectors of Disease Agents. **Annual Review of Entomology**, v.58, p.227-250, 2013.

REIS, J. R. G. et al. Vigilância em saúde ambiental: interferência do ambiente na saúde humana em um município de Minas Gerais. **Revista Investigação**, v. 12, n.2, p. 24- 29, 2012.

REITHINGER, R. et al. Are insecticide-impregnated dog collars a feasible alternative to dog culling as a strategy for controlling canine visceral leishmaniasis in Brazil? **International Journal for Parasitology**. v.34(1), p.55-62, 2004.

ROBIN X. et al. pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. *BMC Bioinformatics*, 12, p. 77. 2011. <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/12/77/>

RICHARDS, T. B. et al. Geographic information and public health: mapping the future. **Public Health Reports**, v.114, p.359-373, 1999.

RIBEIRO, C. J. N. et al. Space-time risk cluster of visceral leishmaniasis in Brazilian endemic region with high social vulnerability: An ecological time series study. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. 2021.

RITCHIE, H. AND ROSER, M. **Urbanization**. Publicado online em OurWorldInData.org. <https://ourworldindata.org/urbanization> (Acessado em 10/07/2021), 2018.

RITTIG, M. G.; BOGDAN, C. *Leishmania*-host-cell interaction: Complexities and alternative views. **Parasitology Today**, v. 16, n. 7, p. 292-297, 2000.

ROCHA, M. M. **Modelagem da Dispersão de Vetores Biológicos com emprego da Estatística Espacial**. 2004. 93f. (Dissertação de Mestrado) - Instituto Militar de Engenharia-IME, Rio de Janeiro, 2004.

ROSYPAL, A. C., G. C. et al. Emergence of zoonotic canine leishmaniasis in the United States: Isolation and immunohistochemical detection of *Leishmania infantum* from foxhounds from Virginia. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, v.50, p.S691–S693, 2003.

SANTANA, R. S. et al. Cases and distribution of visceral leishmaniasis in western São Paulo: A neglected disease in this region of Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. n. 15, v. 6, 2021.

SANT'ANNA, M. R. et al. Chicken blood provides a suitable meal for the sand fly *Lutzomyia longipalpis* and does not inhibit *Leishmania* development in the gut. **Parasites & Vectors**, v. 3, p. 1-11, 2010.

SANCHEZ-ALBORNOZ, N. **The Population of Latin America**. Berkeley: Univ. of California, p.247, 1974.

SANTOS, D. R. Curso de capacitação para coleta e identificação de flebotomíneos, 2014, Colíder/MT. Monitoramento e prevenção da Leishmaniose Tegumentar Americana na Região do Entorno da UHE Colíder. p. 2-251.

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2008.

SCHMIDT, A. M.; NOBRE, A. A.; FERREIRA, G. S. Alguns aspectos da modelagem de dados espacialmente referenciados, **Universidade Federal do Rio de Janeiro**, 2003.

SEI/MINISTÉRIO DA SAÚDE. Indicadores municipais de educação de Camaçari. 2018. Disponível em: https://sei.ba.gov.br/images/informacoes_por/municipio/indicadores/indicadores_2905701.pdf

SIDERIS, N. et al. Using Random Forest on Real-World City Data for Urban Planning in a Visual Semantic Decision Support System. **Sensors**. 2019.

SILVA, B. S. S. et al. Seroprevalence and risk factors associated with canine visceral leishmaniasis in the State of Paraíba, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, p. 683 - 688, 2018.

SILVA, A. R. et al. Leishmaniose visceral (Calazar) na ilha de São Luís, Maranhão, Brasil: evolução e perspectivas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.30, p.359-368, 1997.

SILVA, E. S. et al. Visceral leishmaniasis in the metropolitan Region of Belo Horizonte, State of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.96, p.285-291, 2001.

SINAN/SVS/MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010 e 2014. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinanet/cnv/leishvba.def>

SINAN. Leishmaniose visceral - Casos confirmados notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Pernambuco, 2019.

SINAN/SVS/MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/novembro/12/LV-obitos.pdf>

SOARES, P. H. A. et al. Responsible companion animal guardianship is associated with canine visceral leishmaniasis: an analytical cross-sectional survey in an urban area of southeastern Brazil. **BMC Veterinary Research**. 2022.

SOL, D. et al. Urbanisation and the loss of phylogenetic diversity in birds. **Ecology Letters**, v.20, p.721–729. 2017.

SOLCÀ, M. S.; ARRUDA, M. R. et al. Immune response dynamics and *Lutzomyia longipalpis* exposure characterize a biosignature of visceral leishmaniasis susceptibility in a canine cohort. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v.15(2), 2021.

TADEI, W. P. B. D. et al. Ecologic observations on anopheline vectors of malaria in the Brazilian Amazon. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.59, p.325–335, 1998.

TAJEBE, F. et al. Disease severity in patients with visceral leishmaniasis is not altered by co-infection with intestinal parasites. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v.11(7), 2017.

TAUIL, P. L. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 39, p. 275-277, 2006.

TRAVI, B. L. et al. Canine visceral leishmaniasis in Colombia: relationship between clinical and parasitologic status and infectivity for sand flies. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.64, p.119-124, 2001.

UTTARA, S.; BHUVANDAS, N.; AGGARWAL, V. Impacts of urbanization on environment. **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology**, v.2 (2), p.1637–1645, 2012.

WAMAI, R. G. et al. Visceral leishmaniasis: a global overview. **Journal of Global Health Science**, v.2(1), 2020.

WANG, D. Socioeconomic characteristics of rural urbanization in Southern Jiangsu, China. **International Journal of Social Economics**, v.26, p.290–297, 1999.

WERNECK, G. L. Fórum: Geographic spread and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. Introduction. **Caderno de Saúde Pública**, v. 24, p. 2937-2940, 2008.

WERNECK, G.L. et al. Effectiveness of insecticide spraying and culling of dogs on the incidence of *Leishmania infantum* infection in humans: a cluster randomized trial in Teresina, Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v.8, 2014.

WERNECK, G.L. The control of visceral leishmaniasis in Brazil: end of a cycle? **Caderno de Saúde Pública**, 2016.

WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. **Springer-Verlag** New York, 2016.

WIJERATHNA, T. et al. Socioeconomic, demographic and landscape factors associated with cutaneous leishmaniasis in Kurunegala District, Sri Lanka. **Parasites & Vectors**. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Control of Neglected Tropical Diseases. Disponível em: <https://www.who.int/teams/control-of-neglected-tropical-diseases/neglected-zoonotic-diseases> (Acessado em 10/07/2021), 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Control of the leishmaniasis. In: WHO Technical Report Series, Vol. 949. Geneva: Report of the meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniasis; p. 22-26, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Leishmaniasis: the global trend. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/30-01-2009-leishmaniasis-the-global-trend> (Acessado em 10/07/2021), 2009.

WU, J.G. Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. **Landscape and Urban Planning**, v.125, p.209–221, 2014.

WYLIE, C. E. et al. A systematic review of the efficacy of prophylactic control measures for naturally occurring canine leishmaniosis. Part II: topically applied insecticide treatments and prophylactic medications. **Preventive Veterinary Medicine**, v.117, p.19–27, 2014.

ZENG, Y. **Encyclopedia of life support systems**. United Kingdom: Eolss publishers/UNESCO, 2010.