

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANIELE BIER

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E FATORES DE RISCO PARA LEPTOSPIROSE
CANINA NA VILA PANTANAL, CURITIBA, PARANÁ, BRASIL

CURITIBA

2012

DANIELE BIER

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E FATORES DE RISCO PARA LEPTOSPIROSE
CANINA NA VILA PANTANAL, CURITIBA, PARANÁ, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Sanidade Animal e Medicina Veterinária Preventiva, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Beltrão Molento

Co-orientador: Prof. Dr. Alexander W. Biondo

CURITIBA

2012

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E FATORES DE RISCO PARA LEPTOSPIROSE CANINA NA VILA PANTANAL, CURITIBA, PARANÁ, BRASIL”** apresentada pela Mestranda **DANIELE BIER** declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou a candidata Danielle Bier para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 5 de março de 2012

Professor Dr. Marcelo Beltrão Molento
Presidente/Orientador

Professora Dra. Marion Burger
Membro

Professora Dra. Simone Tostes de Oliveira Stédile
Membro

À minha família “buscapé”, Jair, Geneci,
Fabiana e Edson, por todo o apoio diante de
qualquer escolha que fiz.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por me dar força, saúde e sabedoria para que eu pudesse enfrentar todos os desafios.

Ao meu orientador, professor Dr. Marcelo Beltrão Molento, por aceitar me orientar, pelas orientações e ideias dadas e, principalmente, pelas oportunidades de crescimento profissional.

Ao meu co-orientador, professor Dr. Alexander Welker Biondo, por toda a ajuda na realização do trabalho e, especialmente, pelos conselhos pessoais e profissionais.

Aos professores Dr. Peterson Triches Dornbusch e Dr. Ivan Roque de Barros Filho, membros do Comitê de Orientação, pelas conversas e considerações.

A todos os professores do Mestrado em Ciências Veterinárias, pelos conhecimentos repassados, e aos funcionários do Departamento de Medicina Veterinária, Dorly e Benedito, e da Pós-Graduação, Maria José, pela dedicação e ajuda ao longo do curso.

Aos meus pais, por tantos anos de dedicação, amor, paciência e cuidados que os devo agradecer para sempre. A minha irmã, que está sempre ao meu lado dando força. E, ao meu cunhado, pelas implicâncias incentivadoras.

Ao meu namorado Fernando por todo amor e carinho, e por estar sempre ao meu lado, me apoiando em todos os momentos.

Ao meu grande amigo Felipe, pelo carinho, paciência, compreensão e, sobretudo, por toda ajuda prontamente dispensada.

Às minhas amigas Fernanda e Andressa pela verdadeira amizade e companheirismo.

A todos os meus amigos, principalmente as “lulus”, Veronica, Camila, Paula, Bruna e Luciana, que sempre me acompanharam em todos os instantes da caminhada e compreenderam, muitas vezes, a minha ausência.

Aos amigos do laboratório Ursula, Andréia, Ricardo, Lew, Fernando e Débora por fazerem os dias no laboratório mais divertidos.

À Vivien Midori Morikawa pelo companheirismo, apoio e a inestimável ajuda na realização deste trabalho.

Ao pessoal do setor de Geoprocessamento da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, especialmente ao Luis Alberto Miguez, pela enorme ajuda na coleta dos dados.

À professora Dra. Silvia Emiko Shimakura, por toda atenção dispensada e pelo imenso auxílio na utilização da estatística espacial.

Ao pessoal do INPE, pelas sugestões, e principalmente, à Flávia Toledo Martins-Bedê, pela boa vontade e disposição em ajudar e pela paciência em me ensinar a usar a árvore de decisão.

Ao professor Dr. Hélio Langoni, e a toda equipe do Núcleo de Pesquisas em Zoonoses da UNESP, em especial à doutoranda Leila Sabrina Ullmann e à residente Mariana Kikuti pela colaboração e pelo processamento dos testes sorológicos.

Às alunas de graduação Maysa Pellizzaro, Carla Azolini Campos e Claudia Martins Galindo e pelas médicas veterinárias Camila Martins Marinelli e Graziela Ribeiro da Cunha por toda dedicação e pelo esforço conjunto na organização das coletas e no levantamento de dados.

Aos alunos da UFPR, PUCPR, FEPAR, Universidade Tuiuti e colegas médicos veterinários, pela participação voluntária nas coletas.

Aos moradores da Vila Pantanal e seus cães, pela colaboração nas coletas, peças fundamentais para a realização desse trabalho.

À minha gata Kiara, que me deu muito carinho nas horas que não cabiam palavras.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES/REUNI, pela bolsa de mestrado concedida para a realização do trabalho.

E, a todas as pessoas que de alguma maneira estiveram torcendo para que eu obtivesse sucesso.

“A vida não está aí apenas para ser suportada ou vivida, mas elaborada. Eventualmente reprogramada. Conscientemente executada. Não é preciso realizar nada de espetacular. Mas que no mínimo seja o máximo que a gente conseguiu fazer consigo mesmo.”

Lya Luft

RESUMO

A leptospirose é uma doença zoonótica bacteriana de importância global, causada por bactérias espiroquetas do gênero *Leptospira*. Embora roedores sejam considerados como o principal reservatório para a leptospirose urbana, a apresentação clínica do cão e a capacidade em eliminar o agente pela urina por vários meses, assumindo a condição de reservatório, podem fornecer um melhor entendimento de sua epidemiologia. A leptospirose tornou-se uma das causas de epidemias em comunidades carentes dos países em desenvolvimento, assumindo grande importância como problema de saúde pública. A ampla disseminação das doenças infecciosas demanda novos desafios para os sistemas de saúde, principalmente em relação ao seu controle, tornando indispensável o desenvolvimento de novas ferramentas para a vigilância epidemiológica, capazes de incorporar aspectos ambientais e fatores de risco, através de métodos rápidos e automatizados. Uma das formas de alcançar tais objetivos está na identificação e delimitação das áreas de risco para a doença, podendo ser obtidas através da realização de análises espaço-temporais e de mineração de dados, como as técnicas de análise espacial e árvore de decisão. Inicialmente, apresenta-se um capítulo de revisão sobre a leptospirose abordando a utilização de ferramentas de análise espacial e de mineração de dados em trabalhos da saúde e da leptospirose. Em seguida, relatam-se três trabalhos realizados na Vila Pantanal, uma comunidade urbana carente no município de Curitiba, Paraná, área de ocupação irregular, com carência em saneamento básico, sujeita a ocorrência de enchentes e com histórico da doença em pessoas nos últimos cinco anos. O primeiro estudo estabeleceu a soroprevalência da leptospirose canina, verificando a associação entre os cães sororreagentes com algumas variáveis. Amostras de sangue foram coletadas de cães de proprietários para realização do teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM) com 12 sorovares, obtendo o total de 105/378 (27,8%) amostras reagentes para, pelo menos, dez sorovares. Os sorovares mais prevalentes foram o Canicola (48,8%), Bratislava (10,6%) e Icterohaemorrhagiae (10,2%). Em relação aos fatores de risco, foi encontrada uma associação significativa apenas entre animais sororreagentes para leptospirose e a variável entulho ($p < 0,05$). No segundo estudo, é mostrado o trabalho em que se utilizou uma metodologia estatística baseada na teoria de processos pontuais espaciais. A análise do modelo possibilitou identificar as regiões de sobre-risco, onde o risco de soropositividade canina à leptospirose foi significativamente maior, revelando que não apenas um, mas a ação conjunta dos fatores relacionados ao animal, ao proprietário e ao ambiente influencia o risco maior da doença nos locais de maior efeito espacial. O terceiro estudo descreveu a aplicação de uma técnica de mineração de dados para avaliar os fatores de risco para leptospirose canina. O método de árvore de decisão revelou um uso significativo no descarte diagnóstico para a leptospirose canina, embora tenha obtido uma classificação com baixo índice de acerto no diagnóstico de animais positivos. Em conclusão, a integração dos dados com base nos sistemas de informações geográficas (SIG) e os resultados epidemiológicos da sorologia evidenciaram o caráter multifatorial da leptospirose canina e revelaram os territórios em maior risco na região da Vila Pantanal, possibilitando o planejamento de ações mais específicas e dirigidas a essas áreas em um contexto de vigilância da saúde.

Palavras-chave: *Leptospira*, epidemiologia, análise espacial, zoonose.

ABSTRACT

Leptospirosis is a bacterial zoonotic disease of global importance caused by *Leptospira* spp. Although rodents are considered the main reservoir for urban leptospirosis, the dog clinical presentation and ability to eliminate the agent in the urine for several months may provide a unique opportunity to better understand the disease epidemiology. Besides, leptospirosis has become an important public health problem in slums and poor communities of developing countries. The disease has widely reemerged, demanding new approaches of public health systems, particularly regarding to its monitor, control and prevention. In addition, epidemiological surveillance requires rapid, reliable and automated methods for early detection of human, animal and environmental leptospires and their respective risk factors. Identification and delimitation of disease risk areas may be an effective way of reaching such goals and may be obtained by performing space-time analysis and data mining as spatial analysis and decision tree. In this study, a review on leptospirosis is initially presented to address the use of spatial analysis tools and data mining in studies of health and leptospirosis. Next, three studies conducted in the Pantanal Village, located in Curitiba City, Parana State are reported. Pantanal Village is an urban illegal settlement characterized by a low-income community, lacking basic sanitation, flood occurrence and history of human leptospirosis cases. The first study aimed to establish the prevalence of canine leptospirosis, verifying the association between seropositive dogs and some selected variables. Blood samples were collected from owned dogs and microagglutination test (MAT) was performed for 12 serovars, resulting in a prevalence of 105/378 (27.8%) samples reagent for at least one of 10 serovars. The most prevalent serovars were Canicola (48.8%), Bratislava (10.6%) and Icterohaemorrhagiae (10.2%). Regarding risk factors, a significant association between seropositive dogs for leptospirosis and the variable rubble was found ($p < 0.05$). In the second study, a statistical methodology based on the spatial point processes theory was applied. The model analysis allowed the identification of over-risk regions, where seropositivity risk for canine leptospirosis was significantly higher, revealing not just one, but the combination role of animal, owner and environment related factors influenced the disease risk in within areas with greater spatial effect. The third study described the application of a data mining technique to evaluate the risk factors for canine leptospirosis. The decision tree method revealed significant use for ruling-out dog leptospirosis but low success rate in diagnosing positive animals. In conclusion, the integration of serological and GIS-based epidemiological results revealed a multi-factorial nature of canine leptospirosis with identification of the highest risk areas at the Pantanal Village, allowing more specific and focused planning actions for public health surveillance on these areas.

Keywords: *Leptospira*, epidemiology, spatial analysis, zoonosis.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FIGURA 1 - | Estimador de intensidade (<i>Kernel</i>) de distribuição de pontos.... | 36 |
| FIGURA 2 - | Esquema de classificação de uma árvore de decisão..... | 37 |
| FIGURA 3 - | Localização da Vila Pantanal no Bairro Alto Boqueirão, Curitiba, Paraná, Brasil..... | 58 |
| FIGURA 4 - | Moradia característica do assentamento na Vila Pantanal – Curitiba – Paraná, 2010..... | 59 |
| FIGURA 5 - | Áreas alagadas próximas aos domicílios, Vila Pantanal, 2010. | 60 |
| FIGURA 6 - | Esgotos a céu aberto próximo dos domicílios, Vila Pantanal, 2010..... | 60 |
| FIGURA 7 - | Lixos e entulhos nos quintais das casas dos moradores que recolhem material reciclável na Vila Pantanal, 2010..... | 61 |
| FIGURA 8 - | Ortofoto da Vila Pantanal situada no bairro Alto Boqueirão – Curitiba – Paraná..... | 89 |
| FIGURA 9 - | Esgotos a céu aberto dentro (a) e próximo (b) dos domicílios, Vila Pantanal, 2010..... | 90 |
| FIGURA 10 - | Lixos e entulhos à revelia nos quintais das casas da Vila Pantanal, 2010..... | 91 |
| FIGURA 11 - | Cães semi-domiciliados com acesso às ruas, Vila Pantanal, 2010..... | 92 |
| FIGURA 12 - | Distribuição espacial dos cães amostrados na Vila Pantanal – Curitiba, PR..... | 96 |
| FIGURA 13 - | Mapa do efeito espacial e localização dos animais soropositivos e soronegativos à leptospirose..... | 99 |
| FIGURA 14 - | Risco relativo para a leptospirose canina e localização dos animais soropositivos e soronegativos..... | 100 |
| FIGURA 15 - | Incerteza associada ao risco relativo espacial e localização dos animais soropositivos e soronegativos à leptospirose..... | 101 |
| FIGURA 16 - | Localização da Vila Pantanal no Município de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil..... | 113 |
| FIGURA 17 - | Distribuição espacial dos cães amostrados na Vila Pantanal – Curitiba, PR..... | 118 |
| FIGURA 18 - | Representação gráfica da árvore de decisão..... | 119 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TABELA 1 - | Prevalência da leptospirose canina no Brasil, segundo o estado de ocorrência..... | 56 |
| TABELA 2 - | Distribuição de títulos de anticorpos pelo teste de soroaglutinação microscópica de amostras de sangue de cães da Vila Pantanal, Curitiba, PR, no período de outubro de 2009 a outubro de 2010..... | 64 |
| TABELA 3 - | Resultado da soroaglutinação microscópica para leptospirose segundo a faixa etária dos em amostras de sangue de cães da Vila Pantanal, Curitiba, PR..... | 65 |
| TABELA 4 - | Resultado da soroaglutinação microscópica para leptospirose segundo o sexo dos cães avaliados..... | 65 |
| TABELA 5 - | Resultado da soroaglutinação microscópica para leptospirose segundo a raça em amostras de sangue de cães da Vila Pantanal, Curitiba, PR..... | 65 |
| TABELA 6 - | Resultado da soroaglutinação microscópica para leptospirose segundo o acesso a rua em amostras de sangue de cães da Vila Pantanal, Curitiba, PR..... | 66 |
| TABELA 7 - | Resultado da soroaglutinação microscópica para leptospirose em amostras de sangue de cães da Vila Pantanal, Curitiba, PR, levando em conta se o proprietário deixa ou não alimento durante a noite..... | 66 |
| TABELA 8 - | Resultado da soroaglutinação microscópica para leptospirose segundo a presença de rede de esgoto ou fossa no domicílio dos cães avaliados..... | 66 |
| TABELA 9 - | Resultado da soroaglutinação microscópica para leptospirose segundo a referida presença de ratos..... | 66 |
| TABELA 10 - | Resultado da soroaglutinação microscópica para leptospirose segundo a presença de entulho no domicílio dos cães avaliados..... | 67 |
| TABELA 11 - | Descrição das variáveis utilizadas..... | 95 |
| TABELA 12 - | Estimativas dos efeitos de variáveis..... | 97 |
| TABELA 13 - | Descrição das variáveis utilizadas..... | 116 |
| TABELA 14 - | Matriz de Confusão..... | 120 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

| | |
|---------------|-------------------------------------------|
| APA | Área de Preservação Ambiental |
| CCZV | Centro de Controle de Zoonoses e Vetores |
| DNA | <i>Deoxyribonucleic acid</i> |
| <i>et al.</i> | e colaboradores |
| ELISA | <i>Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay</i> |
| EMJH | Ellinghausen-McCullough-Jonhson-Harris |
| EUA | Estados Unidos da América |
| GAM | <i>Generalized additive model</i> |
| GIS | <i>Geographical Information Systems</i> |
| GPS | <i>Global Positioning System</i> |
| IgM | Imunoglobulina M |
| IgG | Imunoglobulina G |
| MAT | <i>Microagglutination Test</i> |
| NUPEZO | Núcleo de Pesquisas em Zoonoses |
| OMS | Organização Mundial de Saúde |
| PCR | <i>Polimerase Chain Reaction</i> |
| PR | Paraná |
| SAM | Soroaglutinação Microscópica |
| SIAB | Sistema de Informação da Atenção Básica |
| SIG | Sistema de Informações Geográficas |
| SP | São Paulo |
| UFPR | Universidade Federal do Paraná |
| UNESP | Universidade Estadual Paulista |
| WHO | <i>World Health Organization</i> |
| UI | unidade internacional |
| rpm | rotações por minuto |

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 HIPÓTESE..... | 17 |
| 1.2 OBJETIVO GERAL..... | 17 |
| 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 17 |
| 2 LEPTOSPIROSE E USO DE FERRAMENTAS COMPLEMENTARES PARA SUA INVESTIGAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA | 19 |
| 2.1 INTRODUÇÃO..... | 21 |
| 2.2 LEPTOSPIROSE..... | 23 |
| 2.3 EPIDEMIOLOGIA E AMBIENTE..... | 26 |
| 2.4 FERRAMENTAS COMPLEMENTARES PARA INVESTIGAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA LEPTOSPIROSE..... | 29 |
| 2.4.1 Análise Espacial..... | 29 |
| 2.4.1.1 Análise Espacial na Saúde..... | 30 |
| 2.4.1.2 Análise Espacial da Leptospirose..... | 31 |
| 2.4.1.3 Técnicas de Análise Espacial..... | 34 |
| 2.4.1.3.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais..... | 34 |
| 2.4.1.3.2 Dependência Espacial..... | 34 |
| 2.4.1.3.3 Índice de Moran..... | 35 |
| 2.4.1.3.4 Matriz de Vizinhança..... | 35 |
| 2.4.1.3.5 Estimador de Intensidade..... | 35 |
| 2.4.2 Árvore de Decisão..... | 36 |
| 2.4.2.1 Árvore de Decisão na Saúde..... | 38 |
| 2.4.2.2 Árvore de Decisão na Leptospirose..... | 39 |
| 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 41 |
| REFERÊNCIAS | 42 |
| 3 SOROPREVALÊNCIA E FATORES DE RISCO DE LEPTOSPIROSE CANINA EM UMA COMUNIDADE URBANA CARENTE DO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ | 52 |
| 3.1 INTRODUÇÃO..... | 54 |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 58 |
| 3.2.1 Área de Estudo..... | 58 |
| 3.2.2 Animais..... | 61 |
| 3.2.3 Inquérito para os proprietários dos cães..... | 62 |
| 3.2.4 Teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM)..... | 62 |
| 3.2.5 Análise Estatística..... | 62 |
| 3.3 RESULTADOS..... | 64 |
| 3.4 DISCUSSÃO..... | 68 |
| 3.5 CONCLUSÕES..... | 75 |
| REFERÊNCIAS | 76 |
| 4 ANÁLISE ESPACIAL DO RISCO DE LEPTOSPIROSE CANINA NA VILA PANTANAL, CURITIBA, PARANÁ | 85 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1 INTRODUÇÃO..... | 87 |
| 4.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 89 |
| 4.2.1 Área..... | 89 |
| 4.2.2 Animais e Teste de Soroaglutinação Microscópica..... | 93 |
| 4.2.3 Inquérito para os Proprietários dos Cães..... | 93 |
| 4.2.4 Análise Espacial dos Dados Coletados..... | 94 |
| 4.3 RESULTADOS..... | 96 |
| 4.4 DISCUSSÃO..... | 102 |
| 4.5 CONCLUSÕES..... | 105 |
| REFERÊNCIAS..... | 106 |
| 5 ÁRVORE DE DECISÃO PARA AVALIAÇÃO DOS FATORES DE RISCO DE CÃES SORORREAGENTES À <i>LEPTOSPIRA</i> SPP. E SUA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL EM COMUNIDADE URBANA CARENTE DE CURITIBA, PARANÁ..... | 109 |
| 5.1 INTRODUÇÃO..... | 111 |
| 5.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 113 |
| 5.2.1 Área..... | 113 |
| 5.2.2 Animais e Teste de Soroaglutinação Microscópica..... | 114 |
| 5.2.3 Análise Espacial dos Dados Coletados..... | 114 |
| 5.2.4 Variáveis e Árvore de Decisão..... | 115 |
| 5.3 RESULTADOS..... | 117 |
| 5.4 DISCUSSÃO..... | 121 |
| 5.5 CONCLUSÕES..... | 124 |
| REFERÊNCIAS..... | 125 |
| 6 CONCLUSÕES GERAIS..... | 128 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 129 |
| REFERÊNCIAS..... | 131 |
| ANEXOS..... | 132 |
| VITA..... | 141 |

1 INTRODUÇÃO

A leptospirose é uma doença antroponozoonótica de importância global, que apresenta grande impacto sanitário, econômico e social. É uma doença que ocorre com grande influência de interações do meio ambiente e sua transmissão depende da íntima interação entre seres humanos e hospedeiros mamíferos (ratos e cães). Esta enfermidade ocorre em todos os continentes, tanto nas zonas urbanas como nas áreas rurais e em regiões de clima temperado e tropical (VINETZ, 2001).

A expansão urbana desordenada e acelerada acarreta problemas de ordem socioambiental, facilitando a manutenção de agentes patogênicos nocivos à saúde humana. Os contrastes sociais presentes nas grandes cidades forçam a população menos favorecida a ocupar áreas urbanas periféricas com problemas de acúmulo de lixo, esgotos a céu aberto, sujeitas a enchentes e consumo de água não potável. Essa situação, associada ao aumento de animais portadores de agentes patogênicos, como a proliferação de roedores, constitui elevado risco de infecção animal, humana e ambiental (QUERINO *et al.*, 2003). A utilização de dados epidemiológicos relativos à incidência da leptospirose como indicadores sociais são possíveis devido à estreita relação da doença com fatores bioecológicos e socioeconômicos, atingindo principalmente ambientes modificados e classes economicamente menos favorecidas (PAULA, 2005).

Estima-se que mais de 500 mil casos de leptospirose humana ocorram no mundo por ano. A incidência em alguns lugares pode ser tão elevada como 975 casos a cada 100 mil habitantes. Durante a última década, a ocorrência de surtos em diversos países como Guiana, Índia, Quênia, Nicarágua, Filipinas e Tailândia, tem sido relacionada à eventos climáticos extremos (WHO, 2011).

No Brasil, a leptospirose é considerada uma doença endêmica e constitui um sério risco à saúde pública (FIGUEIREDO *et al.*, 2001). A maioria dos casos ocorre pelo contato com águas de enchentes contaminadas por urina de roedores. No país, cerca de 10.000 casos de leptospirose humana são notificados anualmente, principalmente durante o período de elevados índices de precipitações pluviométricas (MCBRIDE *et al.*, 2005). A baixa estrutura ou inexistência de redes de esgoto, associada à ineficiente malha de drenagem de águas pluviais e a coleta de

lixo inadequada são condições favoráveis à alta endemicidade e ocorrência de epidemias (KO *et al.*, 1999).

A epidemiologia da leptospirose é complexa e envolve animais silvestres, domésticos e as pessoas (BHARTI *et al.*, 2003). Devido à complexidade dessa enfermidade, o maior conhecimento da sua epidemiologia pode auxiliar na adoção de medidas de controle e na redução da taxa de infecção de cães e do homem.

O estudo de aglomerados de doenças e identificação das áreas de maior risco auxilia nas tomadas de decisão que podem ser eficazes para o controle de doenças (BAILEY, 2001). O uso dos sistemas de informações geográficas (SIG) aliado a técnicas de análise espacial permite, além do mapeamento da doença, a identificação e a avaliação de fatores de risco à saúde, podendo revelar aspectos sociais, econômicas e ambientais (BARCELLOS; BASTOS, 1996). Essa abordagem oferece informações que podem favorecer possíveis planos de ação nas áreas afetadas. Sendo assim, o desenvolvimento de estudos relacionados à leptospirose que utilizem ferramentas de análise espacial, podem descrever padrões de contaminação e transmissão, definir os principais fatores de risco e auxiliar na implantação de medidas e planos de ação contra essa doença.

Além do uso do SIG e de análise espacial, a técnica de mineração de dados e árvore de decisão, é bastante utilizada para determinar o padrão de comportamento de conjuntos de dados em diferentes formas de representações (MARCELINO, 2003; ARAKI, 2005) e poderia fornecer um grande potencial para buscar um padrão no comportamento das variáveis que determinam a ocorrência da leptospirose.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi utilizar técnicas de análise espacial e de mineração de dados buscando determinar a forma como se distribuem os cães amostrados para a leptospirose (sororreagentes e negativos) e identificar os fatores de risco para leptospirose canina em uma área de ocupação urbana na cidade de Curitiba. Uma vez de posse desses dados será possível delimitar áreas de riscos de transmissão de leptospirose, através de variáveis relacionadas ao proprietário, ao ambiente e aos animais, para dar subsídios ao monitoramento e planejamento das ações no controle da leptospirose.

Esta dissertação está organizada em quatro capítulos. O capítulo 2 descreve uma revisão bibliográfica sobre a leptospirose abordando a utilização de ferramentas de análise espacial e de mineração de dados em trabalhos da saúde e da leptospirose. O capítulo 3 refere-se ao estudo de soroprevalência da leptospirose

canina, na Vila Pantanal em Curitiba, área de risco com histórico da doença em pessoas, verificando a associação entre os cães sororreagentes com algumas variáveis. No Capítulo 4 é mostrado o trabalho em que se utilizou uma metodologia estatística baseada na teoria de processos pontuais espaciais, buscando identificar a forma como se distribuem os cães sororreagentes para a leptospirose e seus determinantes de risco em uma vila na cidade de Curitiba, auxiliando o planejamento de medidas de intervenção junto às populações expostas aos fatores de riscos identificados. Finalmente, o capítulo 5 descreve o estudo no qual foi aplicada a técnica de mineração de dados (árvore de decisão) para avaliar e determinar os fatores de risco para leptospirose canina e delimitar áreas de riscos de transmissão de leptospirose utilizando ferramentas de SIG.

1.1 HIPÓTESE

A incidência de fatores de risco para a leptospirose humana está associada à maior contaminação dos cães.

1.2 OBJETIVO GERAL

Determinar os fatores de risco que contribuem para a soroprevalência da leptospirose canina na Vila Pantanal, Curitiba, Paraná.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Descrever a soroprevalência da leptospirose canina e os sorovares prevalentes na região geográfica de estudo, por meio da realização do teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM) ou *Microagglutination Test* (MAT).

- b) Identificar os possíveis fatores de risco para a leptospirose, associando a soroprevalência da doença em cães na área do estudo.
- c) Aplicar técnicas de análise espacial e de mineração de dados buscando identificar a forma como se distribuem os cães sororreagentes para a leptospirose.
- d) Caracterizar a distribuição espacial do percentual de cães sororreagentes para a leptospirose pela aplicação de ferramentas de geoprocessamento.

2 LEPTOSPIROSE E USO DE FERRAMENTAS COMPLEMENTARES PARA SUA INVESTIGAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA

RESUMO

A leptospirose é uma doença infecciosa de importância global, considerada a zoonose mais difundida no mundo. A ampla disseminação das doenças infecciosas demanda novos desafios para os sistemas de saúde, principalmente em relação ao seu monitoramento controle e prevenção. Além disso, a vigilância epidemiológica requer métodos rápidos, confiáveis e automatizados para detecção precoce de leptospirosas humana, animal e ambiental. Uma das formas de alcançar tais objetivos está na identificação e delimitação das áreas de risco para a doença, podendo ser obtidas através da realização de análises espaço-temporais e de mineração de dados que englobam aspectos físicos, ambientais e sociais associados aos casos, como as técnicas de análise espacial e árvore de decisão. Estas técnicas permitem a obtenção de um padrão no comportamento das variáveis que determinam a ocorrência das enfermidades. A utilização das técnicas de análise espacial e de mineração de dados permite ainda incorporar informações multifatoriais para a realização de inúmeros trabalhos, principalmente na área da saúde, auxiliando a melhor compreensão da leptospirose e de inúmeras outras doenças, assim como na adoção de políticas de saúde pública para controle de doenças, visando desenvolver e melhorar o sistema de vigilância ambiental.

Palavras-chave: Leptospirose, análise espacial, árvore de decisão.

LEPTOSPIROSIS AND USE OF TOOLS FOR YOUR FURTHER EPIDEMIOLOGICAL RESEARCH

ABSTRACT

Leptospirosis is an infectious disease of global importance and reportedly considered the most worldwide spread zoonosis. The disease has widely reemerged, demanding new approaches of public health systems, particularly regarding to monitoring, control and prevention. In addition, epidemiological surveillance requires rapid, reliable and automated methods for early detection of human, animal and environmental leptospires and their respective risk factors. Identification and delimitation of disease risk areas may be an effective way of reaching such goals and may be obtained by performing space-time analysis and data mining including physical, environmental and social aspects associated with cases such as spatial analysis and tree decision. These techniques may provide a pattern of variable behavior, determining the occurrence of diseases. The use of spatial analysis and data mining may also allow multi-factorial information input and analysis toward several fields, particularly in healthcare, helping to better understand leptospirosis and other diseases and to adequately implement public health policies for disease control, developing and improving the environmental monitoring system.

Keywords: Leptospirosis, spatial analysis, decision tree

2.1 INTRODUÇÃO

A leptospirose é uma doença infecciosa reconhecida como um importante problema de saúde pública, sendo considerada a zoonose mais difundida no mundo. É uma doença que ocorre com grande influência de interações do meio ambiente e sua transmissão depende da íntima interação entre seres humanos e hospedeiros mamíferos, podendo ser adquirida através do contato com reservatórios animais ou ambientes contaminados pela urina destes (SARKAR *et al.*, 2002). Embora esta enfermidade ocorra em todos os continentes, sua ocorrência é favorecida pelas altas temperaturas e por períodos do ano com altos índices pluviométricos, além de outras condições ambientais das regiões de climas tropicais e subtropicais, favorecendo surtos epidêmicos de caráter sazonal (ACHA; SZYFRES, 2001; VINETZ, 2001).

A expansão urbana desordenada e acelerada acarreta problemas de ordem socioambiental, facilitando a manutenção de agentes patogênicos nocivos à saúde humana. Os contrastes sociais presentes nas grandes cidades forçam a população menos favorecida a ocupar áreas urbanas periféricas com problemas de acúmulo de lixo, esgotos a céu aberto, sujeitas a enchentes e consumo de água não potável. Essa situação, associada ao aumento de animais portadores de agentes patogênicos, como a proliferação de roedores, constitui elevado risco de infecção animal, humana e ambiental (QUERINO *et al.*, 2003).

A grande disseminação das doenças infecciosas estabelece a cada dia novos desafios para todos os envolvidos com saúde humana e animal, principalmente em relação ao controle epidemiológico. Na busca de um maior controle das doenças transmissíveis, torna-se indispensável o desenvolvimento de novas ferramentas para a vigilância epidemiológica, capazes de incorporar aspectos ambientais e fatores de riscos, assim como métodos rápidos e automatizados que auxiliem a detecção e acompanhamento de surtos no espaço e no tempo, tanto para animais quanto para humanos. Deste modo, faz-se necessário desenvolver instrumentos tecnológicos capazes de antecipar e, portanto, expandir a prevenção das doenças, diminuindo os danos das populações expostas a estes riscos e otimizando atividades e recursos dos diversos setores da saúde.

A leptospirose, por ser um grave problema de saúde pública, estabelece a atuação dos órgãos públicos para monitoramento e prevenção de novos casos da

doença. Entre as ações de prevenção envolvidas estão os inquéritos epidemiológicos na espécie canina, realizados em todo o Brasil, visto que o cão pode se tornar carreador assintomático e assumir a condição de reservatório (BATISTA *et al.*, 2004). Além disso, o cão pode atuar como sentinela e indicador de contaminação ambiental quanto à introdução de um novo sorovar, sobretudo de importância zoonótica (BLAZIUS *et al.*, 2005; GHNEIM *et al.*, 2007).

Segundo o Guia de Vigilância Epidemiológica (BRASIL, 2009), os objetivos principais da vigilância epidemiológica da leptospirose são: manter o conhecimento atualizado do comportamento da doença, obtendo-se um diagnóstico da situação epidemiológica; selecionar, priorizar e orientar as medidas de controle adequadas a serem adotadas; e prever mudanças no comportamento epidemiológico da doença, face à adoção de medidas de controle. Uma das maneiras de conquistar tais objetivos está na identificação e delimitação das áreas de risco para a doença, podendo ser obtidas através da realização de análises espaço-temporais e de mineração de dados que procurem englobar aspectos físicos, ambientais e sociais associados aos casos, como as técnicas de análise espacial e árvore de decisão, respectivamente, descritas a seguir.

2.2 LEPTOSPIROSE

A leptospirose é causada por bactérias do gênero *Leptospira* e sua transmissão ocorre através da exposição ocupacional, recreacional ou acidental, direta ou indireta, com a urina de um animal contaminado, especialmente de roedores. (LEVETT, 2001). A *Leptospira* sp. penetra no corpo do hospedeiro através de pequenos cortes ou abrasões na pele, através das mucosas (ocular, digestiva, respiratória, genital) ou através da pele úmida. Ela circula na corrente sanguínea, com a fase de bacteremia com duração de até sete dias (ADLER; MOCTEZUMA, 2010). Após, o número de leptospiras no sangue e tecidos atingem um nível crítico, espalhando-se por muitos órgãos e tecidos, incluindo rins, fígado, baço, sistema nervoso central, olhos e trato genital, caracterizando o quadro agudo septicêmico denominado de leptospiremia (GREENE *et al.*, 2006).

As lesões primárias são danos ao endotélio dos pequenos vasos sanguíneos. A isquemia localizada em alguns órgãos pode resultar em necrose tubular renal, dano hepatocelular e pulmonar. As hemorragias ocorrem em casos graves, assim como icterícia e, frequentemente, deficiência de plaquetas. Os danos teciduais, embora severos, podem ser reversíveis e completamente reparados, porém, os danos de longa duração (como a miocardite) podem levar a cicatrizes, reconhecidas em rins de porcos e cães, onde podem ser observadas macroscopicamente como “pontos brancos” (ADLER; MOCTEZUMA, 2010).

Com o surgimento de anticorpos específicos, ocorre fagocitose das leptospiras da circulação que passam a albergar os túbulos renais, terminando o quadro de leptospiremia e iniciando a fase de leptospirúria (BHARTI *et al.*, 2003). A excreção urinária de leptospiras vivas apresenta-se de forma intermitente, variando de acordo com a espécie animal e o sorovar envolvido, podendo persistir por meses ou anos (WHO, 2003).

A leptospirose canina não apresenta um quadro característico, pois os sinais clínicos da leptospirose em cães dependem de fatores como idade, estado imunológico do hospedeiro e virulência do sorovar infectante (AVILA *et al.*, 1998; SANTIM *et al.*, 2006). Os sinais mais comuns na infecção aguda são: letargia, depressão, anorexia, vômito, febre, poliúria, polidipsia, dor abdominal, diarreia, halitose, úlceras bucais, icterícia, petéquias e sufusões em mucosas e conjuntivas

(CORRÊA; CORRÊA, 1992). Na infecção pela *L. Icterohaemorrhagiae* são comuns icterícia e lesões hemorrágicas e na causada pelo sorovar Canicola, os cães apresentam grave comprometimento renal, além de outros sinais clínicos (AVILA *et al.*, 1998).

Os sinais clínicos associados à leptospirose humana podem ser divididos em quatro categorias: a) patologia discreta (semelhante a um resfriado); b) Síndrome de Weil (associada à icterícia, falência renal, hemorragias e miocardite); c) meningites e meningoencefalites; d) hemorragia pulmonar relacionada à falência respiratória (WHO, 2003). A maioria dos casos de leptospirose em humanos é subclínica ou com sintomatologia leve (FAUCHER, 2004). Aproximadamente 10% dos casos de leptospirose se apresentam como Síndrome de Weil, uma síndrome icterica febril com curso clínico rápido, progressivo e com alta letalidade (MORGAN, 2002).

O diagnóstico da leptospirose deve ser embasado nas informações clínico-epidemiológicas, apoiado nos exames laboratoriais complementares, através de testes sorológicos, microbiológicos e moleculares.

O método de ELISA (*Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay*) é um teste que possibilita a pesquisa de anticorpos das classes IgM e algumas vezes IgG (WHO, 2003). O teste apresenta alta sensibilidade durante a fase aguda da doença (a partir da primeira semana) (KEE, 1994), porém, os níveis de anticorpos não refletem o estado imune do animal (YAN *et al.*, 1999).

A Soroaglutinação microscópica (SAM) ou em inglês *Microagglutination test* (MAT) é o teste sorológico de referência no diagnóstico laboratorial da leptospirose (WHO, 2003; FAUCHER, 2004). Nesse teste, uma suspensão concentrada dos antígenos vivos inativados de vários sorovares de *Leptospira* spp. reage com o soro do paciente. Em seguida, as reações são examinadas microscopicamente em campo escuro para determinação do título da aglutinação, que ocorre em virtude da presença de anticorpos contra determinado sorovar de *Leptospira* spp. no soro do paciente (WHO, 2003). A SAM é um teste bastante sensível e específico, porém, pode ocorrer reação cruzada entre sorovares relacionados e o seu uso para o diagnóstico requer amostras pareadas de soros a fim de permitir a detecção de títulos crescentes (OOTEMAN *et al.*, 2006). Além disso, por ser um teste indireto, pode ser difícil a interpretação dos resultados em pacientes previamente vacinados, infectados ou originários de áreas endêmicas (BAJANI, 2003).

A pesquisa de leptospiras em material clínico por microscopia em campo escuro é um dos métodos microbiológicos utilizados para o diagnóstico da leptospirose (LEVETT, 2001). Essa pesquisa pode ser realizada nos humores orgânicos (sangue, linfa, liquor, urina e sêmen), em fragmentos de órgãos (fígado, rins, pulmão) colhidos na necropsia ou também nos produtos do aborto (feto, placenta). Esse método apresenta sensibilidade e especificidade muito baixas. Para observar uma célula bacteriana por campo microscópico em aumento de 100X são necessárias aproximadamente 10^4 leptospiras/ml de urina, além disso, a interpretação do exame depende da experiência e técnica do observador, podendo ocorrer erro no diagnóstico (BOLIN *et al.*, 1989).

Além da microscopia em campo escuro, o cultivo da bactéria é outro método microbiológico associado ao diagnóstico da leptospirose. O isolamento pode ser obtido pela semeadura direta em meio de cultura, sendo o meio Ellinghausen-McCullough-Jonhson-Harris (EMJH) o mais utilizado (ELLINGHAUSEN, 1965). O isolamento em cultivo é caro e trabalhoso. São necessários materiais recém-colhidos para obter a viabilidade da bactéria e o tempo necessário para a liberação de um resultado pode chegar a três meses. Por isso, a cultura é usada como método confirmatório, associada ao ELISA e a SAM (BOLIN *et al.*, 1989; WHO, 2003).

O método de PCR (*Polymerase Chain Reaction* ou Reação em cadeia da polimerase) é baseado no diagnóstico antes ou após a morte do animal através da detecção e amplificação do DNA de *Leptospira* sp. de diversos tecidos ou fluidos corpóreos, tais como amostras de sangue, urina e líquido (WHO, 2003). Ooteman *et al.* (2006) demonstraram a eficácia da PCR no diagnóstico precoce da leptospirose, capaz de detectar a presença do DNA no soro antes da detecção de anticorpos circulantes pela reação sorológica da SAM e ELISA IgM. Riediger (2007) demonstraram o benefício do diagnóstico precoce da leptospirose humana utilizando uma técnica de PCR em tempo real em amostras de sangue.

2.3 EPIDEMIOLOGIA E AMBIENTE

A leptospirose é uma antropozoonose de ocorrência mundial, sendo a incidência da doença mais elevada em regiões tropicais, possuindo caráter sazonal coincidindo com a estação chuvosa do ano (PAPPACHAN *et al.*, 2005). A ocorrência da leptospirose está relacionada ao nível socioeconômico e estrutura sanitária da população. Os grupos socioeconômicos menos favorecidos, com acesso limitado à saúde, residindo em condições precárias, com deficiência de saneamento básico, em locais às margens de córregos ou esgotos a céu aberto, expostos a enchentes, estão mais predispostos a contrair a infecção (ALMEIDA *et al.*, 1994).

A infecção, tanto para homens como para os animais pode ocorrer de forma direta ou indireta, mediante abrasões na pele e das mucosas oral, nasal e conjuntiva. A via mais comum é a indireta, por meio de água, solo e alimentos contaminados pela urina de animais infectados (ACHA; SZYFRES, 2003).

A leptospirose é classificada epidemiologicamente em duas formas com relação ao hospedeiro: a forma “adaptada ao hospedeiro”, quando o animal é infectado com um sorovar hospedeiro-adaptado, não desenvolve a doença tornando-se reservatório, e a “não adaptada ao hospedeiro”, quando animais susceptíveis são expostos a sorovares hospedeiros não adaptados, resultando em doença acidental (MODOLO *et al.*, 2006)

A leptospirose acomete animais domésticos, silvestres e o homem. Roedores sinantrópicos das espécies *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* e *Mus musculus* são as mais importantes fontes para a infecção humana (PLANK; DEAN, 2000), pelo seu grande número, pela proximidade com o homem e pelo fato de albergarem a bactéria nos rins eliminando-as vivas no meio ambiente durante toda a vida do animal, contaminando águas, solo e alimentos (BRASIL, 2009).

Devido ao estreito contato com o homem e a possibilidade de eliminação de leptospirosas vivas através da urina durante vários meses, mesmo sem apresentar sinal clínico característico da doença, os cães são considerados a principal fonte da leptospirose humana em áreas urbanas (BATISTA *et al.*, 2004).

A sobrevivência das leptospirosas depende das condições do meio ambiente, pois demandam um ambiente úmido, com pH neutro ou ligeiramente alcalino e uma temperatura favorável (ACHA; SZYFRES, 2003) como os encontrados em regiões

tropicais, onde a leptospirose apresenta-se de forma endêmica (GONSALEZ *et al.*, 1998).

O processo de urbanização desordenada estabeleceu ambientes físicos e sociais insalubres. A falta de condições sanitárias adequadas, principalmente nas áreas periféricas e a frequente exposição à contaminação ambiental durante as fortes chuvas e enchentes são considerados os fatores fundamentais para a ocorrência das epidemias de leptospirose em área urbana (KO *et al.*, 1999).

Nos países desenvolvidos, a leptospirose é conhecida como uma doença ocupacional (CAMPAGNOLO *et al.*, 2000) e pode estar associada a atividades de recreação como o banho em águas de rios e riachos (PERRET *et al.*, 2005), eventos esportivos (BOLAND *et al.*, 2004), viagens e turismo de aventura (GROBUSH *et al.*, 2003; SEJVAR *et al.*, 2003). Em relação aos países em desenvolvimento, a leptospirose está ligada principalmente às condições socioeconômicas da população (ROMERO *et al.*, 2003). O crescimento desordenado da população humana associado à deficiente estrutura sanitária produziu condições ecológicas ideais para a infecção a partir de roedores, resultando em uma alta contaminação do ambiente pelas leptospirosas (McBRIDE *et al.*, 2005).

Os fatores de risco para a leptospirose são decorrentes de uma combinação de variáveis sociais, ambientais, espaciais e individuais. Os principais fatores de riscos associados à infecção e propagação da doença, são: falta de sistema de drenagem em áreas pobres onde ocorre o acúmulo de águas, presença de roedores no domicílio, o contato com lixo e entulho, coleta de lixo inadequada, convivência com animais domésticos, contato com águas de esgoto e mergulhos em água de rio ou córrego, andar descalço e presença de terrenos baldios próximos aos domicílios (DIAS *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2007).

Animais que vivem em áreas com condições sanitárias e de infraestrutura precárias, junto a lixões, esgotos a céu aberto, depósitos de materiais descartados, restos alimentares, promiscuidade com outras espécies animais e contato com a urina de ratos e de outros cães infectados apresentam maior risco de adquirirem e de disseminarem a leptospirose (VIEGAS *et al.*, 2001).

A água desempenha um papel fundamental na transmissão da leptospirose e, em épocas de enchente, a leptospira atinge locais onde estão presentes grandes contingentes de indivíduos suscetíveis. Entretanto, não é só pelo contato com água das enchentes que se adquire a doença, o contato com lamaçal após a diminuição

dos níveis de água é provavelmente mais importante, pois a população de ratos elimina o agente por um longo período e a bactéria apresenta uma sobrevivência longa em solos úmidos (KO *et al.*, 1999).

A leptospirose é considerada uma doença socioeconômica que acomete indivíduos com profissões com baixa remuneração e escolaridade (DIAS *et al.*, 2007), que habitam ou trabalham em locais com más condições de saneamento, carência de infraestrutura básica, falta de redes de esgoto e de pavimentação das vias e deficiência no sistema de coleta e destinação do lixo (FIGUEIREDO *et al.*, 2001).

Trabalhadores do serviço de saneamento ambiental que lidam em material passível de contaminação por roedores, como águas, bueiros, galerias, esgotos, coleta de lixo e limpeza pública apresentam grande risco de infecção (ALMEIDA *et al.*, 1994). Até mesmo trabalhos domésticos, como limpar a casa e jardim estão associados ao risco individual para a infecção (ASHFORD *et al.*, 2000).

2.4 FERRAMENTAS COMPLEMENTARES PARA INVESTIGAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA LEPTOSPIROSE

Uma vez que a leptospirose é uma doença determinada no espaço e no tempo por fatores ambientais e sociais, os sistemas de informações geográficas (SIG) são úteis para identificar os fatores ambientais e sociais que permitem determinar e delimitar a área de risco, permitindo o planejamento de medidas de intervenção junto às populações expostas aos fatores de riscos identificados. O uso de SIG tem sido muito utilizado no estudo da leptospirose no Brasil e em outros países que também sofrem da enfermidade (BARCELLOS; SABROZA, 2000; FIGUEIREDO *et al.*, 2001; GEORGE *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2010).

O uso do SIG aliado a técnicas de análise espacial permite, além do mapeamento da doença, a identificação e a avaliação de fatores de risco à saúde, podendo revelar estruturas sociais, econômicas e ambientais (BARCELLOS; BASTOS, 1996). As aplicações destas técnicas em epidemiologia para auxiliar a compreensão da dinâmica das doenças infecciosas demonstram a significativa utilidade desta técnica.

Além do uso do SIG e de análise espacial, a técnica de mineração de dados, árvore de decisão, é bastante utilizada para determinar o padrão de comportamento de conjuntos de dados em diferentes formas de representações (MARCELINO, 2003; ARAKI, 2005) e pode fornecer um grande potencial para buscar um padrão no comportamento das variáveis que determinam a ocorrência da leptospirose.

2.4.1 Análise Espacial

A análise espacial é a manipulação de dados espaciais de diferentes formas a fim de se obter informações adicionais a partir destes (BAILEY, 1994). É uma técnica que busca descrever os padrões existentes nos dados espaciais e estabelecer, de forma quantitativa, os relacionamentos entre as diferentes variáveis geográficas (CARNEIRO *et al.*, 2007).

A compreensão da distribuição espacial de fenômenos é um grande desafio para explicar questões importantes em diversas áreas do conhecimento, como saúde, ambiente, geologia, agronomia, entre outras (DRUCK *et al.*, 2004). A grande disponibilidade de recursos de SIG, até mesmo gratuitos, está viabilizando, cada vez mais, inúmeros estudos com diferentes análises espaciais, além de visuais (criação de mapas), objetivas e mensuráveis, sendo essas muito significativas, principalmente na área da saúde, permitindo a identificação e a avaliação de padrões existentes de diversas doenças. Entretanto, a análise espacial pode permitir interpretação equivocada, quando se faz o uso indevido de algumas ferramentas (SOUZA-SANTOS, 2005). Deste modo, torna-se necessário estudar as técnicas de análise espacial e aplicar somente as que são propícias ao objetivo da pesquisa.

2.4.1.1 Análise Espacial na Saúde

A saúde e o ambiente estão intimamente relacionados com os padrões de ocupação do espaço, havendo assim, a necessidade de se localizar geograficamente onde ocorrem os agravos, os locais de potenciais riscos ambientais e as áreas das situações sociais vulneráveis (PINA, 2000). Colocar dados no mapa e retirar destes a informação requerida são o sentido da análise espacial em saúde.

A utilização de análise espacial de informações ambientais e de saúde permite o mapeamento de doenças, a identificação de variáveis e a avaliação de fatores de risco à saúde, que podem revelar estruturas sociais, econômicas e ambientais (BARCELLOS; BASTOS, 1996). O mapeamento da distribuição geográfica de determinada doença constitui a base da análise espacial, fazendo parte de um levantamento de monitoramento epidemiológico ou formando hipóteses para futuras investigações (BAILEY, 2001).

A representação e análise dos agravos em saúde por meio de mapas é uma abordagem muito utilizada em saúde pública, observada desde o trabalho de Snow (1855) sobre a distribuição da cólera em Londres. Atualmente, muitos avanços ocorreram nas técnicas de análise espacial, possibilitando uma melhor exploração da distribuição espacial da incidência de doenças e agravos e as relações com potenciais fatores de risco (BAILEY, 2001).

De acordo com Bailey (2001), existem quatro áreas principais da análise espacial utilizadas para associar espaço geográfico e saúde: i) mapeamento de doenças, através da construção de mapas de distribuição espacial de agravos à saúde; ii) análise ecológica, com associação entre a incidência de doenças e potenciais fatores de risco tomados como variáveis de um agregado geográfico; iii) identificação de aglomerados (*clusters*) de doenças, através da identificação de áreas geográficas com risco significativamente elevado ou não esperado de incidência de uma determinada doença ou agravo; e iv) identificação, avaliação e monitoramento de fatores ambientais relacionados a saúde, para auxiliar nas ações de controle e prevenção desses fatores.

2.4.1.2 Análise Espacial da Leptospirose

Diversos estudos vêm utilizando o conceito de espaço geográfico, relacionando lugares com objetos, fluxo de pessoas e ações, para analisar os reflexos da configuração espacial de um lugar na saúde da população envolvida (SANTOS, 1996; SILVA, 1997). As análises do espaço geográfico, por permitirem o mapeamento da doença, a identificação e a avaliação de fatores de risco à saúde (BARCELLOS; BASTOS, 1996), são muito utilizadas para auxiliar a compreensão da dinâmica da leptospirose.

Diferentes estudos apontam numerosos fatores de risco associados e distintas composições e/ou construções do espaço para a leptospirose. Nos países desenvolvidos a leptospirose é conhecida como uma doença ocupacional (CAMPAGNOLO *et al.*, 2000) e pode estar associada a atividades recreacionais como a imersão em águas de rios e riachos (PERRET *et al.*, 2005), eventos esportivos (BOLAND *et al.*, 2004), viagens e turismo de aventura (GROBUSH *et al.*, 2003; SEJVAR *et al.*, 2003). Em relação aos países em desenvolvimento, a leptospirose está ligada principalmente às condições socioeconômicas da população (ROMERO *et al.*, 2003; TASSINARI *et al.*, 2004). O crescimento desordenado da população humana associado à deficiente estrutura sanitária produziu condições ecológicas ideais para a infecção a partir de roedores, resultando em uma alta contaminação do ambiente pelas leptospiras (McBRIDE *et al.*, 2005).

Os diversos estudos, relacionando a leptospirose e o ambiente com a utilização da análise espacial, apontam inúmeros aspectos importantes no padrão da ocorrência de doença, sendo os mais citados os sorovares presentes ou encontrados nas pesquisas, o ambiente (áreas urbanas, de favela, rurais e silvestres), a escala abordada do estudo (local, regional e global), o período de tempo de estudo (surto ou período endêmico), os tipos de ocupação do local e os fatores ambientais de risco.

Diferentes padrões de infecções são observados nos estudos que relacionam o espaço e a leptospirose, principalmente no Brasil, devido à grande extensão territorial e os diversos modos de vida, composição ambiental e socioeconômica.

Paula (2005), através de casos georreferenciados e dados pluviométricos, apresentou a íntima relação entre os diferentes meses chuvosos de cada região e sua influência na endemia da leptospirose. Da mesma forma, Costa *et al.* (2001) no estudo realizado em Salvador (BA), consideraram as chuvas como o principal fator espacial condicionante das epidemias.

Figueiredo *et al.* (2001), relacionando a incidência da doença e os aspectos geográficos na cidade de Belo Horizonte (MG), confirmou a relação da doença com o contato com água de enchentes e o contato com animais, através da interação entre os dados da epidemia e os aspectos espaciais, sobrepondo os mapas temáticos com inúmeras variáveis, demonstrando a correlação espacial entre a endemia e os aspectos espaciais escolhidos: favelas e bolsões de pobreza (24%), falta de saneamento básico (26%) e a altimetria (21%). Esse estudo demonstrou que as altas incidências ocorriam nas áreas com problemas de esgotamento sanitário e que as áreas vizinhas apresentaram valores ainda maiores, apontando a necessidade de estudar também as áreas de influência em torno de lugares com problemas de estrutura urbana (FIGUEIREDO *et al.*, 2001).

O estudo realizado no estado do Rio Grande do Sul por Barcellos *et al.* (2003), surpreende pelo caráter não sazonal das endemias, e demonstra que a transmissão da leptospirose tem ocorrido em consequência de atividades agrícolas em planícies sujeitas a inundações.

No estudo realizado no município do Rio de Janeiro (RJ), Barcellos e Sabroza (2000) utilizando diversas variáveis censitárias, casos notificados e delimitação de áreas inundáveis, demonstraram que condições socioeconômicas desfavoráveis combinadas com fatores ambientais contribuem para a ocorrência de leptospirose,

principalmente, no entorno de áreas alagáveis e de acúmulo de lixo. Em outro estudo, esses autores utilizaram uma abordagem espacial diferenciada, baseada na epidemia da leptospirose que ocorreu no Rio de Janeiro em 1996. Utilizando variáveis como áreas propícias a enchentes, locais de lixo sólido acumulado, alimento e abrigo do vetor principal, demonstraram que as taxas de incidência observadas diminuía com a distância das áreas de acúmulo de lixo, diferentemente de outros trabalhos, que relacionam a leptospirose à presença de casos na área em que está esse lixo acumulado (BARCELLOS; SABROZA, 2001).

Ainda no município do Rio de Janeiro (RJ), no estudo realizado por Tassinari *et al* (2004), foram analisadas a distribuição espacial das taxas de incidência de leptospirose para o período de 1996 a 1999. Contudo, nesse estudo não foi possível confirmar a existência de relação espacial entre a incidência da doença e a presença de favelas e as áreas inundáveis.

Em Salvador (BA), um grupo de médicos do Hospital Couto Maia e pesquisadores da FIOCRUZ-Bahia, utilizando dados de pacientes com leptospirose, relacionou a espacialização desses casos da doença com dados demográficos e ambientais, demonstrando a estreita relação entre distribuição de casos com áreas alagáveis, deficiência de saneamento básico (abastecimento e esgotamento de água e recolhimento de lixo), acúmulo de lama e elevadas populações de ratos (KO *et al.*, 1999; COSTA *et al.*, 2001; SARKAR *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2003).

Estudos relacionando análise espacial com a leptospirose são também encontrados fora do Brasil. Um estudo realizado na Califórnia por Ghneim *et al.* (2007) utilizando a análise do espaço geográfico demonstrou a relação da doença com a proximidade com recursos hidrográficos e a possibilidade de reservatórios de leptospirosas junto às zonas úmidas. Trabalho com resultados semelhantes foi realizado por Ward *et al.* (2002) nos Estados Unidos e Canadá, que também procuraram identificar os fatores ambientais de risco para a leptospirose através da utilização da análise espacial, verificando que o risco de infecção de leptospirose aumenta por chuvas torrenciais e inundações.

Com a apresentação desses trabalhos realizados associando os casos de leptospirose e a análise espacial, percebe-se que a doença é avaliada em lugares específicos e que os resultados obtidos por esses estudos dependem fortemente do local em que foram desenvolvidos. Apesar de aspectos, principalmente socioeconômicos (distribuição de renda e infraestrutura precária) manterem tais

localidades intimamente ligadas, os estudos feitos através da análise espacial não política tratam as áreas endêmicas como sítios.

2.4.1.3 Técnicas de Análise Espacial

Este tópico abordará algumas técnicas de análises espaciais amplamente utilizadas, principalmente nas áreas da saúde.

2.4.1.3.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais

A análise exploratória de dados é empregada, principalmente na saúde, para verificar relações e padrões no espaço, permitindo visualizar a distribuição dos dados espaciais e identificar o comportamento de uma determinada enfermidade. A técnica analisa e visualiza os valores em um mapa, identificando a dependência (coincidência de valores similares com uma situação geográfica comum) ou a heterogeneidade espacial (ausência de estacionariedade dos dados geográficos) (SIMÕES *et al.*, 2002; DRUCK *et al.*, 2004).

2.4.1.3.2 Dependência Espacial

Dependência espacial é uma característica intrínseca à representação dos dados utilizando subdivisões territoriais (PAIVA, 2006). Pode ser explicada como a tendência que o valor de uma variável associada a uma determinada localização assemelhe-se mais ao valor de suas amostras vizinhas do que ao restante das localizações do conjunto amostral, ou seja, a dependência espacial determina a influência de uma área sobre seus vizinhos.

2.4.1.3.3 Índice de Moran

O índice de Moran é uma técnica de análise espacial utilizada nos dados agregados por área e um dos índices mais difundidos para verificação de dependência espacial e autocorrelação (SIMÕES *et al.*, 2002). Permite a identificação de padrões de associação espacial em uma determinada área, podendo caracterizar a ocorrência de agrupamentos (ou clusters) na base de dados dessa área. Essa dependência espacial de eventos pode ser medida de duas formas: global e local. De modo geral, o índice global de Moran tem como função mensurar a correlação espacial existente entre uma determinada área e seu vizinho (NEVES *et al.*, 2000), considerando os vizinhos dos vizinhos. Já o índice local de Moran (LISA) é usado para estudos mais específicos e detalhados do que o índice global, e determina a dependência local dos dados com relação aos seus vizinhos (NASCIMENTO, 2007), considerando somente o valor local para comparar com o valor global (SCALON; OLIVEIRA, 2007).

2.4.1.3.4 Matriz de Vizinhaça

A matriz de vizinhaça, também chamada de matriz de proximidade espacial, é utilizada para estimar a variabilidade espacial de dados de uma área, através da identificação dos vizinhos. Essa matriz de proximidade pode ainda ser generalizada para vizinhos de maior ordem (vizinhos dos vizinhos) (DRUCK *et al.*, 2004; PAIVA, 2006).

2.4.1.3.5 Estimador de intensidade (“*Kernel Estimation*”)

Mapas de superfície ou estimativa de intensidade por *Kernel* é uma técnica utilizada para avaliar o comportamento dos padrões pontuais, estimando a intensidade pontual do processo em toda a região de estudo, analisando uma

superfície cujo valor será proporcional à intensidade de eventos por unidade de área. Este cálculo é dado por uma função que conta todos os pontos dentro de uma área, ponderando-os pela distância de cada um até o ponto que está sendo estimado, ilustrado pela figura 1 (CAMARA *et al.*, 2004).

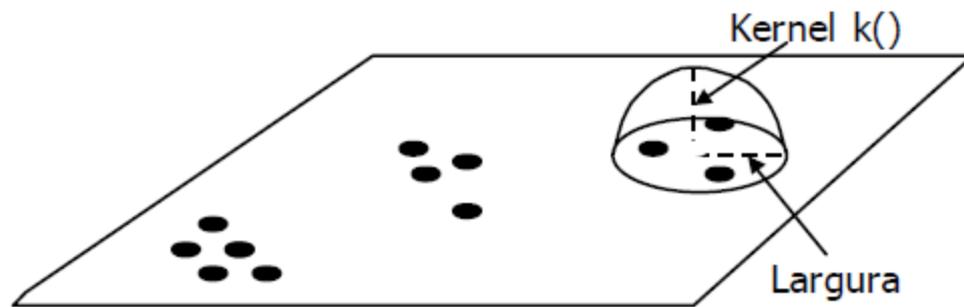


FIGURA 1 – ESTIMADOR DE INTENSIDADE (KERNEL) DE DISTRIBUIÇÃO DE PONTOS.
FONTE: CAMARA *et al.*, 2004

2.4.2 Árvore de Decisão

A mineração de dados é o método de extração de padrões e modelos a partir de grandes bancos de dados, fornecendo instrumentos para analisar automaticamente amplas quantidades de informações (MITCHELL, 1997; WITTEN; FRANK, 2005).

Entre as técnicas de mineração de dados, a árvore de decisão é um dos algoritmos de classificação mais conhecidos para determinar o padrão do comportamento de conjuntos de dados em diferentes formas de representações. A árvore de decisão é um modelo com estrutura em forma de árvore que usa aprendizagem indutiva para classificar os dados. Utilizando uma sequência de perguntas e regras, as árvores classificam um objeto ou uma ocorrência de acordo com um conjunto predefinido de classes baseado nos seus valores de atributos.

Estas árvores são construídas de acordo com um conjunto de amostras previamente classificadas e, posteriormente, outras amostras são classificadas de acordo com essa mesma árvore. Para a construção destas árvores são usados algoritmos como o ID3, ASSISTANT e C4.5 (QUINLAN, 1993). Os classificadores baseados em árvores de decisão dividem consecutivamente os dados em vários

subconjuntos, criando nós contendo os testes, até que cada um contemple apenas uma classe ou até que uma das classes contenha a classe majoritária. A classificação consiste apenas em seguir o percurso ditado pelos contínuos testes colocados ao longo da árvore até que seja encontrada uma folha que conterà a classificação correspondente (FONSECA, 1994).

A figura 2 demonstra esquematicamente o conceito da árvore de decisão. Cada nó de decisão contém um teste num atributo (variável); cada ramo descendente corresponde a um possível valor deste atributo; cada folha está associada a uma classe; cada caminho na árvore (da raiz até a folha) corresponde a uma regra de classificação ou classificação. No espaço definido pelos atributos, cada folha corresponde a uma região (retângulos); a união dos retângulos é o espaço completo.

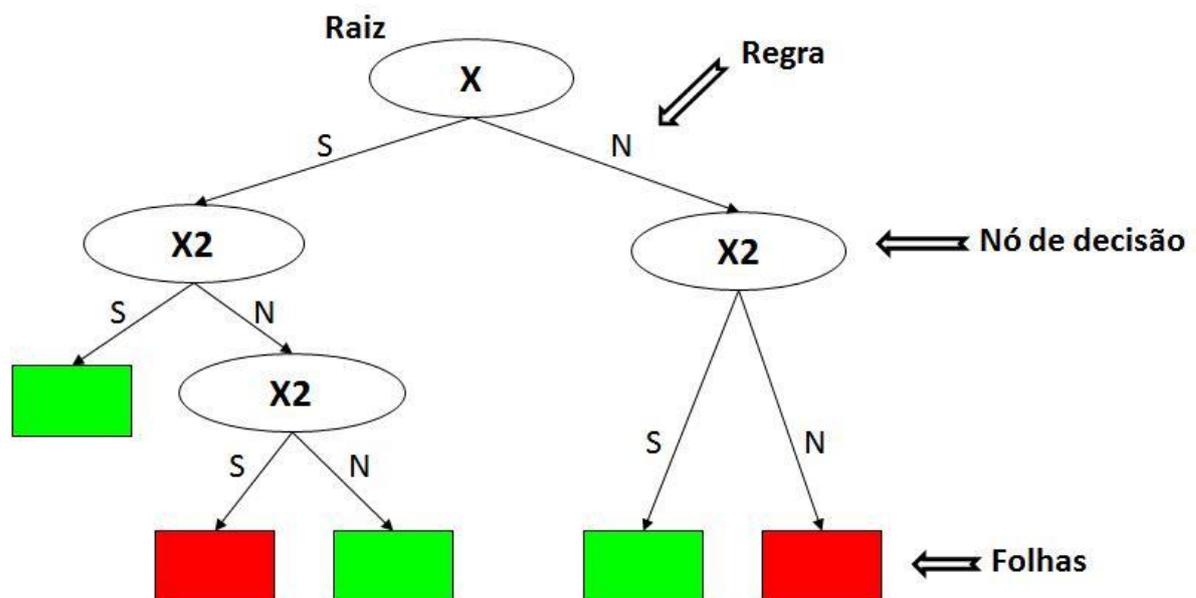


FIGURA 2 – ESQUEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE UMA ÁRVORE DE DECISÃO.

A vantagem deste método é dada pelo fato de ser simples e objetivo, demonstrando as formulações das regras de classificação (THEODORIDIS; KOUTROUMBAS, 2006). Por este motivo, as árvores de decisão são frequentemente usadas em campos aplicados como finanças, marketing, engenharia, saúde e sensoriamento remoto (MITCHELL, 1997; WITTEN *et al.*, 2005). A técnica está sendo muito utilizada como suporte de decisão por

profissionais da área de saúde pela conveniência em conduzir previsões médicas e explicações de análise de dados de campo.

2.4.2.1 Árvore de Decisão na Saúde

O aprendizado das árvores de decisões ocorre na medida em que se observam suas interações com o mundo e seu processo interno de tomada de decisões (POZZER, 2006). Devido à simplicidade da forma de representação dessa técnica, ela vem sendo bastante aplicada em áreas de saúde, com informações úteis à previsão, prevenção e abordagem de doenças.

Uma das formas de uso das árvores de decisão na área de saúde é para avaliar a qualidade de vida de pacientes e definir o tratamento mais adequado de determinadas doenças (CARDOSO *et al.*, 2006; CAVALIERE E CHUNG, 2008; INOTAI; MESZAROS, 2009). Cardoso *et al* (2006) avaliaram, utilizando a árvore de decisão, a associação entre qualidade de vida no domínio ocupacional e as características clínicas e sócio demográficas de pacientes com esquizofrenia em acompanhamento ambulatorial e conseguiram concluir que os resultados mostraram diferenças importantes na qualidade de vida entre mulheres e homens, sendo o estado civil o fator mais relevante para a baixa qualidade de vida. Outro estudo na área da saúde utilizando árvore de decisão foi o desenvolvido por Cavaliere e Chung (2008) que escolhia, através do cálculo de um índice, a escolha entre artroplastia e artrodese para o tratamento de lesões em pulso de pacientes com artrite reumática. Através dos resultados obtidos, eles concluíram que a artroplastia é melhor, uma vez que aumenta o ganho na qualidade de vida (CAVALIERE; CHUNG, 2008).

Gillies *et al.* (2008), ao desenvolver um modelo híbrido de árvore de decisão e cadeias de Markov para simular os efeitos a longo prazo de estratégias de monitoramento do diabetes do tipo 2, conseguiram concluir que o monitoramento do diabete do tipo 2 e da intolerância de glicose apresentaram bom custo benefício para uma população de riscos com faixa etária de 45 anos. Em um estudo realizado em Taiwan usando a árvore de decisão e redes neurais para construir um modelo preditivo de custo-benefício para doenças de pele, através da estimativa de ganho de anos de vida percebida pelo paciente (resultante do tratamento e a qualidade de

vida), os pesquisadores concluíram que o modelo de árvore de decisão pode servir como um guia referencial médico para abordagem clínica, por apresentar regras mais simples de compreender em relação às regras da rede neural (CHANG *et al.*, 2009). Diversos outros estudos do mesmo modo utilizam a árvore de decisão para avaliação do custo benefício de alguns tratamentos de doenças (van HULST *et al.*, 2008; WU *et al.*, 2009; WOLOWACZ *et al.*, 2009).

O uso das árvores de decisão na saúde pode ser útil também para a classificação de características de doenças e predição de risco de desenvolvimento de determinada doença para um novo local ou para um paciente. Santos e Neto (2010) usaram essa técnica em pacientes infectados com o vírus da dengue para prever se um novo paciente tem algum tipo de dengue. Martins-Bedê *et al* (2010) usando dados históricos da prevalência da esquistossomose em 197 municípios do Estado de Minas Gerais, juntamente com variáveis de sensoriamento remoto, climáticas e socioeconômicas, utilizaram a árvore para identificar classes de gravidade da prevalência da esquistossomose nos demais municípios do Estado.

A árvore de decisão é uma ferramenta capaz de beneficiar muitos campos na área da saúde, podendo auxiliar no diagnóstico, no custo e no tratamento, e principalmente, na predição de novos casos de doenças, e assim, no controle de diversas enfermidades.

2.4.2.2 Árvore de Decisão na Leptospirose

Apesar das diversas formas de uso de modelos de árvore de decisão na área de saúde, na revisão bibliográfica efetuada, apenas dois trabalhos utilizam árvores de decisão para avaliar a leptospirose (SERGEANT, 1992; GALLOWAY *et al.*, 2009), sendo que nenhum desses usou a ferramenta com o objetivo de definir fatores de risco ou predição da doença.

Sergeant (1992) utilizou a árvore de decisão para avaliar os benefícios econômicos da vacina da leptospirose em bovinos de corte. Foram utilizados os valores estimados para o custo da vacinação, a probabilidade de perdas de bezerros por leptospirose e as perdas econômicas decorrentes da mortalidade de bezerros. Foi demonstrado que a vantagem econômica de vacinação é maior

quando se observa o valor da probabilidade de perda de bezerros devido à leptospirose.

Galloway *et al.* (2009) utilizaram árvores de decisão para avaliar a eficácia e o custo do tratamento antibiótico empírico e profilático da leptospirose em comparação com o tratamento convencional e concluíram que a terapia profilática para indivíduos de alto risco ou o diagnóstico e tratamento precoces (antes do 4º dia de aparecimento de sintomas) são de maior custo benefício para evitar complicações graves pela leptospirose.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espacial permite o restabelecimento do contexto no qual um evento de saúde ocorre, contribuindo para o entendimento das enfermidades e dos processos econômicos e socioambientais envolvidos.

A árvore de decisão é muito útil como uma técnica exploratória e, por possuir regras simples, pode ser amplamente utilizada nas áreas de saúde, auxiliando na adoção de políticas de saúde pública para o controle de doenças.

Com a utilização das técnicas de análise espacial e de mineração de dados é possível realizar diferentes trabalhos, principalmente nos mais diversos campos da área da saúde, auxiliando na melhor compreensão da leptospirose e de inúmeras outras doenças, visando, principalmente o desenvolvimento de um melhor sistema de vigilância ambiental.

Essas ferramentas podem ser usadas nos estudos epidemiológicos na espécie canina, visto que o cão atua como sentinela da doença para a introdução de novos sorovares e pode ter potencial de ser reservatório para a espécie humana devido aos seus hábitos domésticos e sua estreita relação com os humanos. Sendo assim, como reservatórios da leptospirose, os cães precisam ser constantemente monitorados, e a utilização dessas ferramentas pode contribuir no estabelecimento de áreas de maior risco para a doença, auxiliando o uso de estratégias diferenciadas de acordo com as áreas de risco de infecção por leptospirosas, a fim de minimizar seus impactos na transmissão da doença e subsidiar avanços nas áreas de diagnóstico, tratamento e controle.

REFERÊNCIAS

ACHA, P. N.; SZYFRES, B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 3. ed. Washington: **Organización Panamericana de la Salud**, v. 1, p. 175-186, 2003.

ADLER, B.; MOCTEZUMA, A. P. *Leptospira* and leptospirosis. **Veterinary Microbiology**, v. 140, p. 287-296, 2010.

ALMEIDA, L. P. DE; MARTINS, L. F. DA S.; BROD, C. S.; GERMANO, P. M. L. Levantamento soroepidemiológico de leptospirose em trabalhadores do serviço de saneamento ambiental em localidade urbana da região sul do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 28, n. 1, p. 76-81, 1994.

ARAKI, H. **Fusão de informações espectrais, altimétricas e de dados auxiliares na classificação de imagens de alta resolução espacial**. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2005; 136p.

ASHFORD, D. A.; KAISER R. M.; SPIEGEL, R. A.; PERKINS, B. A.; WEYANT, R. S.; BRAGG, S. L. Assymptomatic infection and risk factors for leptospirosis in Nicarágua. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 63, p. 249-254, 2000.

AVILA M.O.; FURTADO, L.R.I.; TEIXEIRA, M.M.; ROSADO, R.L.I.; MARTINS, L.F. da S.; BROD, C.S. Aglutininas anti-leptospíricas em cães na área de influência de Centro de Controle de Zoonoses, Pelotas, RS, Brasil, no ano de 1995. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 107–110, 1998.

BAILEY, T. C. A review of statistical spatial analysis in geographical information systems. In: Fotheringham S, Rogerson P. Spatial analysis and GIS. Londres: **Taylor & Francis**, 1994. p. 13-44.

BAILEY, T.C. Spatial statistical methods in health. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n. 5, p. 1083-1098, 2001.

BAJANI, M. D.; D. A. ASHFORD, S. L; BRAGG, C. W.; WOODS, T.; AYE, R. A.; SPIEGEL, B. D.; PLIKAYTIS, B. A.; PERKINS, M.; PHELAN, P. N.; LEVETT, R. S. WEYANT. Evaluation of four commercially available serologic tests for the diagnosis of leptospirosis. **Journal of Clinical Microbiology**, Washington D. C., v. 41, n. 2, p. 803-809, 2003.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, n. 3, p. 389-397, 1996.

BARCELLOS, C.; SABROZA, P. C. Socio-environmental determinants of the leptospirosis outbreak of 1996 in western Rio de Janeiro: a geographical approach. **International Journal Health Research**, v.10, p. 301-313, 2000.

BARCELLOS, C.; SABROZA, P. C. The place behind the case: leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood related outbreak in Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. 59-67, 2001.

BARCELLOS, C.; LAMMERHIRT, C. B.; ALMEIDA, M. A. B.; SANTOS, E. Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, p. 1283-1292, 2003.

BATISTA, C. S. A.; AZEVEDO, S. S.; ALVES, C. J.; VASCONCELLOS, S. A.; MORAIS, Z. M.; CLEMENTINO, I. J.; LIMA, F. S.; NETO, J. O. A. Soroprevalência de leptospirose em cães errantes da cidade de Patos, Estado da Paraíba, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, p.131-136, 2004.

BHARTI, A. R.; NALLY, J. E.; RICARDI, J. N.; MATTHIAS, M. A.; DIAZ, M. M.; LOVETT, M. A.; LEVETT, P. N.; GILMAN, R. H.; WILLIG, M. R.; GOTUZZO, E.; VINETZ, J. M. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. **The Lancet: Infectious Diseases**, v. 3, p. 757-771, 2003.

BLAZIUS, R. D.; ROMÃO, P. R. T.; BLAZIUS, E. M. C. G.; DA SILVA, O. S. Ocorrência de cães errantes soropositivos para *Leptospira* spp. na cidade de Itapema, Santa Catarina, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 6, p. 1952-1956, 2005.

BOLAND, M.; SAYERS, G.; COLEMAN, T.; BERGIN, C.; SHEEHAN, N.; CREAMER, E.; O'CONNELL, M.; JONES, L.; ZOCHOWSKI, W. A cluster of leptospirosis cases in canoeists following a competition in the River Liffey. **Epidemiology and Infection**, v. 132, n. 2, p. 195-200, 2004.

BOLIN, C. A.; ZUERNER, R. L.; TRUEBA, G. Effect of vaccination with a pentavalent leptospiral vaccine containing *Leptospira interrogans* serovar hardjo type hardjo-bovis vaccine on type hardjo-bovis infection of cattle. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, p. 2004-2008, 1989.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Leptospirose**. In: Guia de vigilância epidemiológica. 7. ed. Brasília: Ministério da Saúde, cad. 8, p. 15, 2009.

CAMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; MEDEIROS, J. S. de. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 26 out 2011.

CAMPAGNOLO, E. R; WARWICK, M. C; MARX, H. L; COWART, R. P; DONNELL, H. D; BAJANI, M. D; BRAGG, S. L; Analysis of the 1998 outbreak of leptospirosis in Missouri in humans exposed to infected suines. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 216, n. 5, p. 676-682, 2000.

CARDOSO, C. S.; CAIAFFA, W. T.; BANDEIRA, M.; SIQUEIRA, A. L.; ABREU, M. N. S.; FONSECA, J. O. P. Qualidade de vida e dimensão ocupacional na esquizofrenia: uma comparação por sexo. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, n. 6, p. 1303-1314, 2006.

CARNEIRO, E. O.; SANTOS, R. L.; QUINTANILHA, J. A. **Análise espacial aplicada na determinação de áreas de risco para algumas doenças endêmicas: o uso de técnicas de geoprocessamento na saúde pública**. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/093-SG29.pdf>. Acesso em: 26 out 2011.

CAVALIERE, C. M.; CHUNG, K. C. Total Wrist Arthroplasty and Total Wrist Arthrodesis in Rheumatoid Arthritis: A Decision Analysis From the Hand Surgeons' Perspective. **Journal of Hand Surgery-American Volume**, v. 33A, n. 10, p. 1744-1755, 2008.

CHANG, C. L.; CHEN, C. H. Applying decision tree and neural network to increase quality of dermatologic diagnosis. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 2 p. 4035-4041, 2009.

COSTA, E.; COSTA, Y. A.; LOPES, A. A.; SACRAMENTO, E; BINA, J. C. Formas graves de leptospirose: aspectos clínicos, demográficos e ambientais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, mai-jun, p. 261-267, 2001.

CORRÊA, W. M.; CORRÊA, C. N. M. **Enfermidades infecciosas dos mamíferos domésticos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1992. 843p.

DIAS, J. P.; TEIXEIRA, M. G.; COSTA, M. C. N.; MENDES, C. M. C.; GUIMARÃES, P.; REIS, M. G.; KO, A.; BARRETO, M. L. Factors associated with *Leptospira* sp.

infection in a large urban center in northeastern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, n. 5, p. 499-504, 2007.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CAMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004. 209 p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>>. Acesso em: 26 out 2011.

ELLINGHAUSEN, H. C. Jr; McCULLOUGH, W. G. Nutrition of *Leptospira Pomona* and growth of 13 other serotypes: fractionation of oleic albumin complex and a medium of bovine albumin and polysorbate. **American Journal of Veterinary Research**, v. 26, p. 45-51, 1965.

FAUCHER, J. F.; ESTAVOYER, B. H.; ESTAVOYER, J. M. The management of leptospirosis. **Expert Opinion on Pharmacotherapy**, v. 5, n. 4, p. 819-827, 2004.

FIGUEIREDO, C. M. D., A. C. MOURÃO, *et al* - Leptospirose humana no Município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, p. 331-338, 2001.

FONSECA, F. R.; FREITAS, C. C.; DUTRA, L. V.; MARTINS, F. T.; GUIMARÃES, R. J. P. S.; SCHOLTE, R. G. C.; AMARAL, R. S.; DRUMMOND, S. C.; M., M. A. C.; ROCHA, L.; CARVALHO, O. S. Desenvolvimento de um modelo de regressão linear para a predição da prevalência de esquistossomose no Estado de Minas Gerais. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2007, Florianópolis. INPE, 2007. p. 2573-2580.

GALLOWAY, R. L.; LEVETT, P. N.; TUMEH, J. W.; FLOWERS, C. R. Assessing cost effectiveness of empirical and prophylactic therapy for managing leptospirosis outbreaks. **Epidemiology and Infection**, v. 137, n.9, p. 1323-32, 2009.

GEORGE, S. G.; JOSHUA, H. V.; BRUNO B. C.; PHILIP, H. K.; DAPHNE, A. D.; MICHAEL, L. J. Use of a case-control study and geographic information systems to determine environmental and demographic risk factors for canine leptospirosis. **Veterinary Research**, v. 38, n. 1, p. 37-50, 2007.

GILLIES, C. L.; LAMBERT, P. C.; ABRAMS, K. R.; SUTTON, A. J.; COOPER, N. J.; HSU, R. T.; DAVIES, M. J.; KHUNTI, K. Different strategies for screening and prevention of type 2 diabetes in adults: cost effectiveness analysis **British Medical Journal**, v. 336, n. 7654, p. 1-11, 2008.

GHNEIM, G. S.; VIERS, J. H.; CHOMEL, B. B.; KASS, P. H.; DESCOLLONGES, D. A.; JOHNSON, M. L. Use of a case-control study and geographic information systems to determine environmental and demographic risk factors for canine leptospirosis. **Veterinary research**, v. 38, n. 1, p. 37-50, 2007.

GONSALEZ, C. R.; CASSEB, J.; MONTEIRO, F. G. V.; PAULA-NETO, J. B.; FERNANDEZ, R. B.; SILVA, M. V.; CAMARGO, E. D.; MAIRINQUE, J. M. P.; TAVARES, L. C. Use of doxycycline for leptospirosis after high-risk exposure in São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v.40, n.1, p. 59-61, 1998.

GREENE, C. E.; SYKES, J. E.; BROWN, C. A.; HARTMAN, K. Leptospirosis. In GREENE, C.E. (Ed.). **Infections diseases of the dog and cat**. St. Louis: Elsevier, 2006. p.402 – 417.

GROBUSCH, M. P.; BOLLMANN, R.; SCHÖNBERG, A.; SLEVOGT, H.; GARCIA, V.; TEICHMANN, D.; JELINEK, T.; FLICK, H.; BERGMANN, F.; ROSSEAU, S.; TEMMESFELD-WOLLBRÜCK, B.; SUTTORP, N. Leptospirosis in travelers returning from the Dominican Republic. **Journal of Travel Medicine**, v. 10, n. 1, p. 55-58, 2003.

INOTAI, A.; MESZAROS, A. Economic evaluation of nonsteroidal anti-inflammatory drug strategies in rheumatoid arthritis. **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, v. 25, n. 2, p. 190-195, 2009.

KEE, S. H.; KIM, I. S.; CHOI, M. S.; CHANG, W. H. Detection of leptospiral DNA by PCR. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 32, n. 4, p. 1035-1039, 1994.

KO, A. I.; REIS, M. G.; DOURADO, C. M. R.; JOHNSON, W. D; RILEY, L. W. Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil. **The Lancet**, v. 354, p. 820-825, 1999.

LEVETT, P. N. Leptospirosis. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 14, n. 2, p. 296-326, 2001.

MARCELINO, I. P. O. **Análise de episódios de tornados em Santa Catarina: caracterização sinótica e mineração de dados**. 222 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

MARTINS-BEDÊ, F. T.; DUTRA, L. V.; FREITAS, C. C.; GUIMARÃES, R.J.P.S.; AMARAL, R. S.; DRUMMOND, S. C.; CARVALHO, O. S. Schistosomiasis risk

mapping in the state of Minas Gerais, Brazil, using a decision tree approach, remote sensing data and sociological indicators. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 105, n. 4, p. 541-548, 2010.

MCBRIDE, A. J.; ATHANAZIO, D. A.; REIS, M. G.; KO, A. I. Leptospirosis. **Current Opinion in Infectious Diseases**, v. 18, n. 5, p. 376-386, 2005.

MITCHELL, T. **Machine Learning**. McGraw Hill, 1997.

MODOLO, J. R.; LANGONI, H., PADOVANI, C. R.; SHIMABUKURO, F. H.; MENDONÇA, A. O.; VICTORIA, C., da SILVA, W. B. Investigação soropidemiológica de leptospirose canina na área territorial urbana de Botucatu, São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 5, p. 598-604, 2006.

MORGAN, J.; BORNSTEIN, S. L; KARPATI, A. M; BRUCE, M.; BOLIN, C. A.; AUSTIN, C. C; WOODS, C. W.; LINGAPPA, J. Outbreak of leptospirosis among triathlon participants and community residents in Springfield, Illinois, 1998. **Clinical Infectious Diseases**, v. 34, n. 2, p. 1593-1599, 2002.

NASCIMENTO, L. F. C.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W.; CATELANI, C. S.; BECKER, D.; RODRIGUES, L. Análise espacial da mortalidade neonatal no Vale do Paraíba, 1999 a 2001. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 1. 94-100, 2007.

NEVES, M. C.; RAMOS, F. R.; CAMARGO, E. C. G.; CAMARA, G. MONTEIRO, A. M. **Análise Exploratória Espacial dos Dados Sócio-Econômicos de São Paulo**. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), 2000. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/marcos_gisbrasil2000.pdf>. Acesso em: 26 out 2011.

OOTEMAN, M. C.; VAGO, A. R.; KOURY, M. C. Evaluation of MAT, IgM ELISA and PCR methods for the diagnosis of human leptospirosis. **Journal of Microbiological Methods**, v. 65, n. 2, p. 247-257, 2006.

PAIVA, C. **Dependência Espacial**. 2006. Disponível em: <<http://www.sinaldetransi.to.com.br/artigos/espacial.pdf>>. Acesso em: 27 out 2011.

PAPPACHAN, M. J.; SHEELA, M.; ARAVINDAN, K. P. Relation of rainfall pattern and epidemic leptospirosis in the Indian state of Kerala. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 58, n. 12, p. 1054-1055, 2005.

PAULA, E. V. Leptospirose Humana: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba. Anais **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2301-2308.

PERRET, C. P.; ABARCA, K. V.; DABANCH, J. P.; SOLARI, V. G.; GARCÍA, P. C.; CARRASCO, S. L.; OLIVARES, R. C.; AVALOS, P. Prevalencia y presencia de factores de riesgo de leptospirosis en una población de riesgo de la Región Metropolitana. **Revista médica de Chile**, v. 133, n. 4, 2005.

PINA, M. F. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde**. 1 ed. Brasília: OPAS, 2000.

PLANK R., DEAN, D. Overview of the epidemiology, microbiology, and pathogenesis of *Leptospira* spp. in humans. **Microbes and Infection**, v. 2, p. 1265-1276, 2000.

POZZER, C. T. **Aprendizado por Árvores de Decisão**. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em: <http://www-usr.inf.ufsm.br/~pozzzer/disciplinas/pj3d_decisionTrees.pdf>. Acesso em: 27 out 2011.

QUERINO, A. M. V.; DELBEM, A. C. B.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, F. G.; MULLER, E. E.; FREIRE, R. L.; FREITAS, J. C. Risk factors associated to leptospirosis in dogs in Londrina City – PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, n. 1, p. 27-34, 2003.

QUINLAN, J. R. **C4.5: Programs for Machine Learning**. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers, 1993.

RIEDIGER, I. N. **Comparação dos diagnósticos sorológicos e molecular da leptospirose humana na região metropolitana de Curitiba, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2007; 119p.

ROMERO, E. C.; BERNARDO, C. C. M.; YASUDA, P. H. Human leptospirosis: a twenty-nine-year serological study in São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 45, n. 5, p. 245-248, 2003.

SANTIN, K.; SELLA, A.; CARDOSO, M. R. I.; SCHMIDT, V. Pesquisa de aglutininas anti-leptospira em cães clinicamente sadios e em cães com suspeita clínica de leptospirose. **Clínica Veterinária**, v.11, n. 60, p. 48-52, 2006.

SANTOS, M. e SOUZA, M. A. **A Construção do Espaço**, São Paulo, Nobel, 1996.

SANTOS, M. S.; NETO, J. C. C. **Árvore de Decisão para classificação de Ocorrências de Dengue nos Municípios de Ilhéus e Itabuna**. Trabalho de Iniciação Científica apoiado pela UESC. Disponível em: <<http://www.fejal.br/erbase/2010/papers/wticg/65731.pdf>>. Acesso em: 26 out 2011.

SARKAR, U.; NASCIMENTO, S. F.; BARBOSA, R.; MARTINS, R.; NUEVO, H.; KALAFANOS, I.; GRUNSTEIN, I.; FLANNERY, B.; DIAS, J.; RILEY, L. W.; REIS, M. G.; KO, A. I. Population-based case-control investigation of risk factors for leptospirosis during an urban epidemic. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 66, n. 5, p. 605-610, 2002.

SCALON, C.; OLIVEIRA, M. A. de. **Desigualdades de Classes e Desigualdades Espaciais**. 2007. Disponível em: <http://www.sbsociologia.com.br/congresso_v02/papers/GT11%20Estratifica%C3%A7%C3%A3o%20e%20Desigualdades%20Sociais/Microsoft%20Word%20-%20SBS.pdf>. Acesso em: 27 out 2011.

SEJVAR, J.; BANCROFT, E.; WINTHROP, K.; BETTINGER, J.; BAJANI, M.; BRAGG, S.; SHUTT, K.; KAISER, R.; MARANO, N.; PAPOVIC, T.; TAPPERO, J.; ASHFORD, D.; MASCOLA, L.; VUGIA, D.; PERKINS, B.; ROSENTEIN, N.; ECO-CHALLENGE INVESTIGATION TEAM. Leptospirosis in "Eco-Challenge" athletes, Malaysian Borneo, 2000. **Emerging Infectious Diseases**, v. 9, n. 6, p. 702-707, 2003.

SERGEANT, E. S. Leptospirosis vaccination in beef cattle: use of decision tree analysis. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 40, n. 2, p. 62-5, 1992.

SILVA, L. J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. **Cadernos Saúde Pública**, v. 13, n. 4, p. 585-593, 1997.

SILVA, H. R.; TAVARES-NETO, J.; BINA, J. C.; MEYER, R. Leptospirose-infecção e forma subclínica em crianças de Salvador, Bahia. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 2, p.227-233, 2003.

SIMÕES, R.; GUIMARÃES, C.; GODOY, N.; VELLOSO, T.; ARAÚJO, T.; GALINARI, R.; CHEIN, F. **Rede Urbana da Oferta de Serviços de Saúde: Uma Análise Espacial Multivariada para Minas Gerais**. 2002. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/diamantina2004/textos/D04A017.PDF>>. Acesso em: 27 out 2011.

SNOW, J. **On the mode of communication of cholera**. London: John Churchill, 1855 (2nd edn).

SOARES, T. S.; LATORRE, M. D. O. R.; LAPORTA, G. Z.; BUZZAR, M. R. Spatial and seasonal analysis on leptospirosis in the municipality of São Paulo, Southeastern Brazil, 1998 to 2006. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 2, p. 283-91, 2010.

SOUZA, A. I.; NOGUEIRA, J. M. R.; PEREIRA, M. M. Anticorpos anti-Leptospira em pacientes do Mato Grosso do Sul com suspeita clínica de dengue ou hepatite viral. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, n. 4, p. 431-435, 2007.

SOUZA-SANTOS, R. Análise espacial de dados geográficos. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 4, 2005.

TASSINARI, W. D. S.; PELLEGRINI, D. D. V. P.; SABROZA, P. C.; CARVALHO, M. S. Distribuição espacial da leptospirose no Município do Rio de Janeiro, Brasil, ao longo dos anos de 1996-1999. **Caderno de Saúde Pública**, v. 20, p. 1721-1729 p, 2004.

THEODORIDIS, S.; KOUTROUMBAS, K. **Pattern recognition**. Academic Press, 2006. 885 p.

van HULST, M.; SAGOE, K. W. C.; VERMANDE, J. E.; VAN DER SCHAAF, I. P.; ADRIANI, W.; TORPEY, K.; ANSAH, J.; MINGLE, J. A. A.; SIBINGA, C. T. S.; POSTMA, M. J. Cost-effectiveness of HIV screening of blood donations in Accra (Ghana) **Value in Health**, v. 11, n. 5, p. 809-819, 2008.

VIEGAS, S. A. R. de A.; TAVARES, C. H. T.; OLIVEIRA, E. M. de D.; DIAS, A. R.; MENDONÇA, F. F.; SANTOS, M. de F. P. Investigação sorológica para leptospirose em cães errantes na cidade de Salvador - Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.2, n.1, p.21-30, 2001.

VINETZ, J.M.; Leptospirosis. **Current Opinion in Infectious Diseases**, p. 527-538, 2001.

VINETZ, J.M. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. **Lancet Infect. Dis**, v. 3, n. 12, p. 757-771, 2003.

WARD, M. P.; GLICKMAN, L. T.; GUPTILL, L. F. Prevalence of and risk factors for leptospirosis among dogs in the United States and Canada: 677 cases (1970-1998). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 220, p. 53-58, 2002.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Human leptospirosis: guidance for diagnosis, surveillance and control.** Malta, 2003.

WITTEN, I. H.; FRANK, E. **Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques.** 2nd Morgan Kaufmann, 2005.

WOLOWACZ, S. E.; ROSKELL, N. S.; MACIVER, F.; BEARD, S. M.; ROBINSON, P. A.; PLUMB, J. M.; DOLAN, G.; BRENKEL, I. J. Economic evaluation of dabigatran etexilate for the prevention of venous thromboembolism after total knee and hip replacement surgery. **Clinical Therapeutics**, v. 31, n. 1, p. 194-212, 2009.

WU, C. L.; YANG, Y. C.; HUANG, L. M.; CHEN, K. T. Cost-effectiveness of childhood rotavirus vaccination in Taiwan. **Vaccine**, v. 27, n. 10, p. 1492 - 1499, 2009.

YAN, K. T.; MACKIE, D. P.; TAYLOR, M. J.; MACDOWELL, S. W. J.; MONTGOMERY, J. M. Development of ELISA to detect to a protective lipopolysaccharide fraction of *Leptospira borgpetersenii* serovar hardjo in cattle. **Veterinary Microbiology**, v. 69, p. 173, 1999.

3 SOROPREVALÊNCIA E FATORES DE RISCO DE LEPTOSPIROSE CANINA EM UMA COMUNIDADE URBANA CARENTE DO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ

RESUMO

A leptospirose é uma doença infecto-contagiosa causada por uma bactéria espiroqueta do gênero *Leptospira*, considerada uma das zoonoses mais difundidas mundialmente. A doença acomete pessoas, animais domésticos e silvestres, assumindo grande importância como problema econômico e de saúde pública. Cães desempenham um papel fundamental para o entendimento de sua epidemiologia, pois os animais que desenvolvem a doença podem tornar-se carreadores assintomáticos, assumindo então a condição de reservatório. O objetivo deste trabalho foi verificar o perfil sorológico de anticorpos anti-leptospiras em cães na Vila Pantanal e verificar a existência de associação de cães sororreagentes para a leptospirose com idade, gênero, raça, acesso à rua, manutenção de alimento durante a noite, presença de enchente, de rede de esgoto ou fossa, de ratos e de entulhos, dentro ou próximo ao domicílio. Participaram do estudo cães domiciliados com idade mínima de quatro meses e foram realizadas cinco coletas com intervalo de três meses durante o período de um ano (outubro de 2009, janeiro, maio, julho e outubro de 2010). Um total de 105/378 amostras de sangue foram reagentes para dez sorovares, representando uma soroprevalência de 27,8%, e os sorovares mais prevalentes foram o Canicola (48,8%), Bratislava (10,6%) e Icterohaemorrhagiae (10,2%). Em relação aos fatores de risco, houve associação significativa entre animais sororreagentes para leptospirose e a variável entulho. Em relação à raça, acesso às ruas, idade, sexo, manutenção de alimento e água durante a noite, presença de rede de esgoto ou fossa no domicílio e presença de ratos não houve essa associação. O risco epidemiológico revelado pelas soroprevalências dos sorovares de *Leptospira* spp., associado às variáveis trabalhadas com as amostras sorológicas caninas, sugere estes animais como indicadores e mantenedores de vários tipos de sorovares presentes na área da Vila Pantanal. Este achado indica que a manutenção dos cães nessa situação representa um fator de risco à saúde pública devido aos hábitos domésticos desses animais e sua estreita relação com os humanos.

Palavras-chave: leptospirose, soroprevalência, cães, epidemiologia.

SEROPREVALENCE AND CANINE LEPTOSPIROSIS RISK FACTORS IN A POOR URBAN COMMUNITY IN THE CITY OF CURITIBA, PARANÁ

ABSTRACT

Leptospirosis is a worldwide spread zoonotic disease caused by a spirochete bacterium of genus *Leptospira* affecting people, domestic and wild animals and which greatly impact economic resources and public health. Since dogs develop the disease and may become asymptomatic carriers, then assuming the reservoir condition, they may play a key role in better understanding the disease epidemiology. The objective of this study was to survey the serological anti-leptospira status in dogs of Vila Pantanal and evaluate seropositivity association with age, gender, race, outdoor access, outside overnight dog food, flood occurrence, and near household presence of sewer, rats or trash. Dogs older than four to five months of age were used in the study. Samplings were made in 3-month intervals during one year period (October, 2009 and January, May, July and October, 2010). A total of 105/378 blood samples were positive for ten serovars, representing a prevalence of 27.8%, with Canicola (48.8%), Bratislava (10.6%) and Icterohaemorrhagiae (10.2%) the most prevalent serovars. Regarding to risk factors, significant association was found between leptospirosis seroreagent animals and variable trash. On the other hand, no significant association was found between seropositivity and breed, outdoor access, age, sex, overnight dog food maintenance, presence of sewage or septic tank at home and the presence of rats. The epidemiological risk obtained by the *Leptospira* spp. prevalence associated to selected variables suggests dogs as indicators of serovar variety present in the area. Our findings also indicate dogs as a risk factor for local public health due to their domestic habits and close relationship with human beings.

Key-words: leptospirosis, prevalence, dogs, epidemiology.

3.1 INTRODUÇÃO

A leptospirose é uma doença infecto-contagiosa causada por uma bactéria espiroqueta do gênero *Leptospira*, considerada uma das zoonoses mais difundidas mundialmente (LEVETT, 2001; PAPPAS *et al.*, 2008). As leptospirosas compreendem mais de 300 sorovares, estando as leptospirosas patogênicas agrupadas em oito genomoespécies (CERQUEIRA; PICARDEAU, 2009).

A doença acomete pessoas, animais domésticos e silvestres, assumindo grande importância como problema econômico e de saúde pública (FAINE *et al.*, 1999; BATISTA *et al.*, 2004). Tem maior prevalência nas regiões de clima tropical, quente e úmido e em locais de pobres condições sanitárias (BROWN, 2008). No Brasil, a zoonose é endêmica e a manutenção do agente no meio é favorecida pela vasta população de roedores e pelo clima tropical úmido.

Os surtos de leptospirose ocorrem devido à exposição à água contaminada com urina ou tecidos provenientes de animais infectados. Pessoas acometidas geralmente apresentam um quadro agudo caracterizado por sintomas inespecíficos como mal estar, febre de início súbito, cefaleia, dores musculares e náuseas (CORRÊA; CORRÊA, 1992). No cão a doença é caracterizada por quadro febril com sintomatologia variável desde gastroentérica, hepática e renal, até neurológica (WOHL, 1996).

Epidemias tem ocorrido nos grandes centros urbanos brasileiros, tais como São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador e Recife, (KO *et al.*, 1999; BARCELLOS; SABROZA, 2000; DIAS *et al.*, 2007), observando-se a ocorrência de surtos nas comunidades urbanas carentes devido a inúmeros fatores de risco como a falta de saneamento básico, somada à frequente exposição à contaminação ambiental durante as fortes chuvas e enchentes (KO *et al.*, 1999; SARKAR *et al.*, 2002). De acordo com a série histórica dos últimos dez anos, as regiões Sudeste e Sul apresentaram os maiores números de casos confirmados da doença (SMS CURITIBA, CE, 2010). No período de 2007 a 2010 foram observados 829 casos confirmados de leptospirose em pessoas no Paraná, sendo que desses 83 pacientes foram a óbito pela doença. (SESA-PR, 2010). Os maiores números foram encontrados em Curitiba, com 428 casos e 59 óbitos, sendo os casos localizados,

principalmente, nos bairros Boa Vista, Portão, Bairro Novo e Boqueirão (SMS CURITIBA, CE, 2010.).

O papel do cão na transmissão da doença ao homem está sendo bastante estudado, por este manter a leptospira por longo período de tempo nos rins, podendo eliminá-la na urina sem apresentar sinais clínicos ou após obter melhora clínica. As leptospirosas podem manter-se viáveis no ambiente por vários meses, sob condições favoráveis de umidade e pH neutro a levemente alcalino (FAINE; STALLMAN, 1982; LANGSTON; HEUTER, 2003). Acredita-se que o cão tem potencial de ser reservatório para a espécie humana devido aos seus hábitos domésticos e sua estreita relação com os humanos (BROWN, 2008; BATISTA *et al.*, 2005). Existem indícios que demonstram esse potencial, como a pesquisa realizada por Zakeri *et al.* (2010) que explorou a detecção molecular do sorovar Wolffii em hospedeiros humanos e animais (cães e ovinos) e determinaram 100% de semelhança no fragmento amplificado. Porém, a pesquisa realizada por Vanasco *et al.* (2008) na Argentina, que determinou as características clínicas e os fatores de risco para a leptospirose humana, não encontrou uma correlação significativa da ocorrência da doença em humanos com a presença de cães.

Os tipos de sorovares para a leptospirose variam de acordo com o número de amostras e da área geográfica avaliada, considerando-se que a prevalência da leptospirose depende de um animal portador que é o disseminador, da contaminação e sobrevivência da bactéria no ambiente e do contato de indivíduos susceptíveis com o agente (OLIVEIRA e PIRES NETO, 2004; BLAZIUS *et al.*, 2005). No Brasil, os sorovares mais adaptados aos cães são o Canicola e o Icterohaemorrhagiae (BOLIN, 1996; MODOLO *et al.*, 2006), entretanto, dados de inquéritos sorológicos evidenciam uma grande variabilidade de sorovares em diferentes localizações geográficas do país, com a participação do sorovar Copenhageni e Pyrogenes entre os mais prevalentes (QUERINO *et al.*, 2003, MAGALHÃES *et al.*, 2007, TESSEROLLI *et al.*, 2008), o que denota a importância do monitoramento e controle de roedores. Observa-se na Tabela 1 a prevalência da leptospirose canina no Brasil, segundo o estado de ocorrência.

TABELA 1. PREVALÊNCIA DA LEPTOSPIROSE CANINA NO BRASIL, SEGUNDO O ESTADO DE OCORRÊNCIA.

| Estado | Amostra | Prevalência | Sorovares prevalentes | Referência |
|----------------------|---------|-------------|---------------------------------------------------|--------------------------|
| Bahia | 120 | 85% | Autumnalis, Canicola, Icterohaemorrhagiae | VIEGAS et al., 2001. |
| Minas Gerais | 3417 | 13,10% | Canicola, Ballum, Pyrogenes | MAGALHÃES et al., 2007. |
| Paraíba | 130 | 20% | Autumnalis, Pomona | BATISTA et al., 2004. |
| Paraná | 598 | 32,27% | Copenhageni, Canicola, Icterohaemorrhagiae | TESSEROLLI et al., 2008. |
| Paraná | 160 | 51,02% | Pyrogenes, Icterohaemorrhagiae, Copenhageni | QUERINO et al., 2003. |
| Rio Grande do Sul | 425 | 34,80% | Canicola, Icterohaemorrhagiae, Copenhageni | AVILA et al., 1998. |
| Santa Catarina | 590 | 10,50% | Pyrogenes, Canicola, Icterohaemorrhagiae | BLAZIUS et al., 2005. |
| São Paulo | 775 | 15,30% | Canicola, Pyrogenes | MODOLO et al., 2006. |
| São Paulo | 1000 | 17,90% | Castellonis, Autumnalis, Pyrogenes | DA SILVA et al., 2006. |
| São Paulo | 90 | 6,60% | Canicola, Icterohaemorrhagiae, Pyrogenes | SARMENTO et al., 2007. |

Fonte: Morikawa, 2010.

Os roedores são considerados os principais reservatórios da infecção e hospedeiros de manutenção de diversos sorovares, contribuindo para a contaminação ambiental e permitindo assim a possível infecção do cão e do ser humano. O contato dos cães com roedores constitui um importante fator de risco, uma vez que a presença de ratos está intimamente ligada ao aparecimento da doença (LOPES *et al.*, 2005). Acredita-se que os sorovares presentes nos roedores em um determinado local são semelhantes aos presentes em cães que vivem nesse mesmo ambiente, fato este que foi discutido em pesquisa realizada na Índia por Suepaul *et al.* (2010) no qual apontaram o sorovar Copenhageni predominante em ambas as espécies.

Cães são considerados hospedeiros sentinelas para detectar a presença de leptospiros no ambiente (GHNEIM *et al.*, 2007) e desempenham um papel fundamental para o entendimento da epidemiologia da doença, pois os animais que se infectam podem se tornar carreadores assintomáticos, assumindo então a condição de hospedeiro reservatório (BATISTA *et al.*, 2004).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho, que complementa um estudo desenvolvido como projeto de mestrado (MORIKAWA, 2010) foi verificar o perfil sorológico de anticorpos anti-leptospiras em cães na Vila Pantanal e verificar a existência de associação de cães sororreagentes para a leptospirose com idade, gênero, raça, acesso à rua, manutenção de alimento durante a noite, presença de enchente, de rede de esgoto ou fossa, de ratos e de entulhos, dentro ou próximo ao domicílio.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Área do estudo

A Vila Pantanal está localizada no bairro Alto Boqueirão, na região sudeste de Curitiba. Esse bairro é formado por duas áreas, sendo a primeira à noroeste da linha da rede ferroviária, e a segunda área ao sudeste da linha férrea, adjacente ao Parque Estadual do Iguaçu, na qual está localizada a Vila Pantanal, objeto do presente estudo (Figura 3).

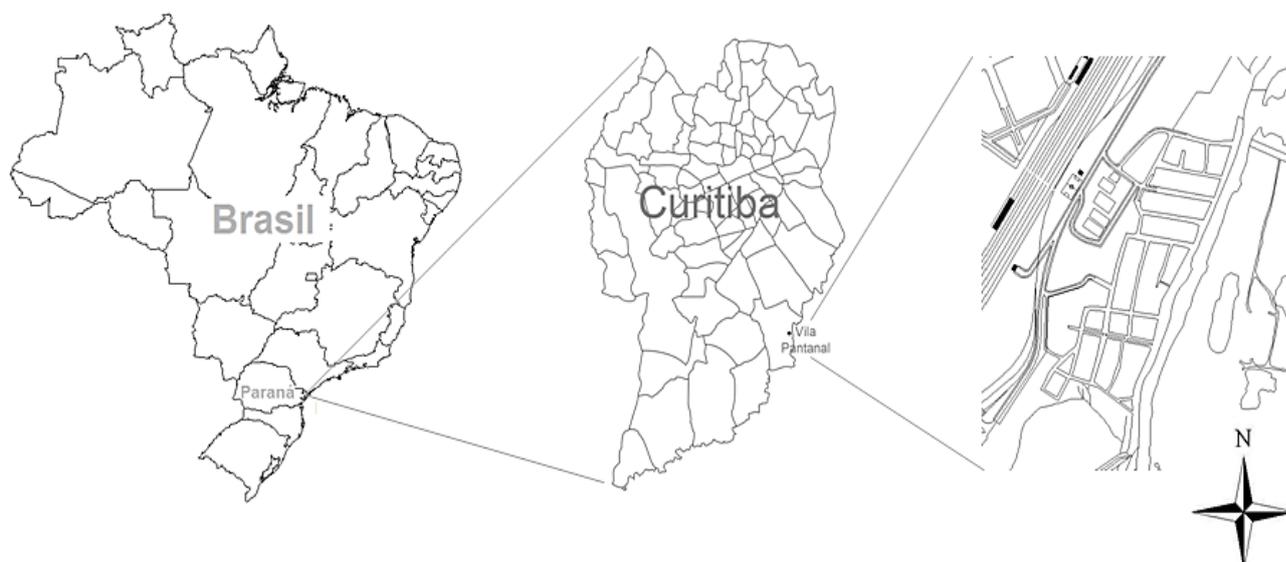


FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO DA VILA PANTANAL NO BAIRRO ALTO BOQUEIRÃO, CURITIBA, PARANÁ, BRASIL.

A ocupação da Vila Pantanal ocorreu no final da década de 80, na Área de Preservação Ambiental – APA do Iguaçu, às margens do canal do Rio Iguaçu. Atualmente, 765 famílias habitam o local (2.322 pessoas) e de acordo com os dados processados em 2008 pelo Sistema de Informação da Atenção Básica, SIAB, na Vila Pantanal estavam cadastradas 569 famílias (75,9%) com 845 cães e 128 gatos. A área apresenta condições precárias de saneamento, ocorrência de constantes alagamentos e grande acúmulo de lixo (Figura 4, 5, 6 e 7). Curitiba tem um clima temperado marítimo ou clima subtropical de altitude (*Cfb*) de acordo com

a classificação climática de Köppen (PEEL *et al.*, 2007), com temperatura média anual de 16°C, caracterizado por apresentar temperaturas mais elevadas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, quando também é maior a ocorrência de chuvas (IBGE, 2010).



FIGURA 4 – MORADIA CARACTERÍSTICA DO ASSENTAMENTO NA VILA PANTANAL – CURITIBA – PARANÁ, 2010. OBSERVA-SE SISTEMA DE ESGOTO À CÉU ABERTO PRÓXIMO AO DOMICÍLIO, TRILHAS PROXIMAS AO CORREGO E ACÚMULO DE LIXO.



FIGURA 5 – ÁREAS ALAGADAS PRÓXIMAS AOS DOMICÍLIOS, VILA PANTANAL, 2010. OBSERVA-SE PRESENÇA DE CÔRREGOS E POÇAS DE ÁGUA.



FIGURA 6 – ESGOTOS A CÉU ABERTO PRÓXIMO DOS DOMICÍLIOS, VILA PANTANAL, 2010. OBSERVA-SE ESGOTO À CÉU ABERTO NA FRENTE DAS MORADIAS.



FIGURA 7 – LIXOS E ENTULHOS NOS QUINTAIS DAS CASAS DOS MORADORES QUE RECOLHEM MATERIAL RECICLÁVEL NA VILA PANTANAL, 2010.

3.2.2 Animais

A área geográfica da Vila Pantanal foi dividida em quadras e a coleta de sangue dos cães foi realizada casa-a-casa. Participaram do estudo cães domiciliados com idade mínima de quatro meses e foram realizadas coletas durante o período de um ano. Nenhum animal era vacinado para a leptospirose.

O sangue foi obtido por punção venosa jugular, cefálica ou safena, com agulha 30 x 0,8 mm e seringa descartável de 10 mL. Foi acondicionado em tubos de 6 mL para soro com gel separador. centrifugado a 3.500 rpm por cinco minutos para obtenção do soro, seguido de pipetagem e acondicionado em microtubo de plástico de 2 mL, seguido de congelamento a -20° C.

3.2.3 Inquérito para os proprietários dos cães

Durante a coleta de sangue, foi realizada uma entrevista com os proprietários, utilizando um questionário epidemiológico (ANEXO 4) para obtenção e identificação dos possíveis fatores de risco associados à condição de animais sororreagentes para leptospirose.

3.2.4 Teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM)

As amostras de sangue foram processadas para separação do soro, sendo estes enviados ao Núcleo de Pesquisas em Zoonoses, NUPEZO da UNESP do Campus Botucatu, para realização do teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM), recomendado como teste padrão ouro pela OMS (WHO, 2003). Foram testados 12 sorovares: Australis, Bratislava, Autumnalis, Canicola, Cynopteri, Djasiman, Grippotyphosa, Copenhageni, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Pyrogenes e Hardjo, para cada amostra de soro. Foram considerados positivos títulos ≥ 100 , e a ocorrência de reação cruzada e/ou co-infecção.

3.2.5 Análise Estatística

O dimensionamento da amostra utilizado neste estudo foi calculado conforme a fórmula:

$$d = t \times [(N-n) / n-1] \times \frac{1}{2} \times [(p \times q) / n] \times \frac{1}{2}, \text{ onde:}$$

d = margem de erro (%)

t = abscissa da curva de frequência da distribuição normal que define $\alpha = 5\%$ (4,96)

$P \times q = 2500$ (constante = probabilidade de ocorrência)

$N = 845$ (tamanho da população total)

$n = 378$ (tamanho da amostra estudada)

$d \approx 10,1\%$.

Desta forma, foram amostrados no experimento 378 cães, ou seja, 44,7% da população local, com margem de erro de aproximadamente 10%.

Os dados das análises sorológicas e as informações obtidas através do questionário foram armazenadas em planilhas eletrônicas (Excel, Microsoft®). Estes dados foram analisados utilizando o software BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007) com os testes estatísticos de Qui-Quadrado e “Odds Ratio”, considerando o intervalo de confiança de 95% para a proporção de cães sororreagentes. Estes valores também foram utilizados para o estudo da associação entre a distribuição sorológica de anticorpos contra *Leptospira* spp. em cães e faixa etária, sexo, raça, acesso à rua, manutenção de alimento durante a noite, presença de enchente, de rede de esgoto ou fossa, de ratos dentro ou próximo ao domicílio e presença de entulhos dentro do domicílio.

3.3 RESULTADOS

Das 378 amostras de sangue, 105 foram reagentes para pelo menos um dos doze sorovares amostrados (Tabela 2), considerando-se como reagentes os títulos acima de 100 e a ocorrência de reação cruzada e/ou co-infecção, ou seja, que um mesmo animal pudesse estar infectado com mais de um sorovar. A soroprevalência encontrada foi de 27,8%, onde os sorovares mais prevalentes foram Canicola (48,8%), Bratislava (10,6%) e Icterohaemorrhagiae (10,2%), conforme observado na Tabela 2.

TABELA 2 – DISTRIBUIÇÃO DE TÍTULOS DE ANTICORPOS PELO TESTE DE SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA DE AMOSTRAS DE SANGUE DE CÃES DA VILA PANTANAL, CURITIBA, PR, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010.

| Sorovar | Título de anticorpo (número de amostras) | Freq. (%) |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| Autumnalis | 100 (5); 400 (3) | 3,9 |
| Australis | 100 (4) | 1,9 |
| Bratislava | 100 (10); 200 (7); 400 (5); | 10,6 |
| Canicola | 100 (24); 200 (31); 400 (30); 800 (6); 1600 (7); 3200 (2); 6400(1) | 48,8 |
| Copenhageni | 100 (12); 200 (5); 400 (2) | 9,2 |
| Grippotyphosa | 100 (5); 200 (5); 400 (1) | 5,3 |
| Icterohaemorrhagiae | 100 (6); 200 (4); 400 (6); 800 (2); 1600 (1); 3200 (2) | 10,2 |
| Pyrogenes | 100 (4); 200 (4); 400 (1); 800 (1) | 4,8 |
| Cynopteri | 100 (1); 200 (1) | 1 |
| Djasiman | 100 (2); 200 (2) | 1,9 |
| Pomona | 100 (1); 800 (1) | 1 |
| Hardjo | 100 (3) | 1,4 |
| Total | 100 (77); 200 (59); 400 (48); 800 (10); 1600 (8); 3200 (4); 6400 (1) | 100 |

FONTE: O AUTOR (2011).

NOTA: considerou-se que um mesmo animal pode estar infectado para mais de um sorovar.

Observou-se uma associação não significativa entre as faixas etárias dos cães e o diagnóstico da sorologia à *Leptospira* spp (Tabela 3). Os períodos de idade pré-estabelecidos não indicaram diferença estatística entre cães soropositivos e soronegativos ($p > 0,05$). A coleta era realizada em cães a partir de quatro meses de idade, porém, dos cães coletados, nenhum era menor de um ano.

TABELA 3 – RESULTADO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA PARA LEPTOSPIROSE SEGUNDO A FAIXA ETÁRIA DE CÃES DA VILA PANTANAL, CURITIBA, PR, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010.

| Faixa etária | Reagentes | Não-Reagentes | Total | P-valor/Odds Ratio |
|--------------|-------------|---------------|-------------|--------------------|
| 1a – 5a | 56 (27,9%) | 145 (72,1%) | 201 (53,2%) | p= 0,9389 |
| > 5a | 49 (27,7%) | 128 (72,3%) | 177 (46,8%) | OR= 1,0089 |
| Total | 105 (27,8%) | 273 (72,2%,) | 378 (100%) | |

Os resultados dispostos na Tabela 4 permitem concluir que não houve associação significativa entre o sexo do animal e a ocorrência de cães sororreagentes ($p>0,05$).

TABELA 4 - RESULTADO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA PARA LEPTOSPIROSE SEGUNDO O SEXO DOS CÃES AVALIADOS, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010.

| Sexo | Reagentes | Não-Reagentes | Total | P-valor/Odds Ratio |
|-------|-------------|---------------|-------------|--------------------|
| Macho | 61 (27,9%) | 158 (72,1%) | 219 (58,5%) | p= 0,9363 |
| Fêmea | 44 (28,1%) | 113 (71,9%) | 157 (41,5%) | OR=0,9915 |
| Total | 105 (27,8%) | 273 (72,2%,) | 378 (100%) | |

Em relação à raça, cães sem raça definida apresentaram soropositividade para leptospirose marginalmente significativa quando comparado aos de raça definida, porém, sem associação significativa quando considerado 95% de significância (Tabela 5).

TABELA 5 - RESULTADO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA PARA LEPTOSPIROSE SEGUNDO A RAÇA EM AMOSTRAS DE SANGUE DE CÃES DA VILA PANTANAL, CURITIBA, PR, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010.

| Raça | Reagentes | Não-Reagentes | Total | P-valor/Odds Ratio |
|----------|-------------|---------------|-------------|--------------------|
| Com raça | 12 (18,2%) | 54 (81,8%) | 66 (17,5%) | p= 0,0776 |
| Sem raça | 93 (29,8%) | 219 (70,2%) | 312 (82,5%) | OR= 1,9110 |
| Total | 105 (27,8%) | 273 (72,2%,) | 378 (100%) | |

Conforme apresentado na Tabela 6 não foi verificada associação significativa entre acesso à rua e a distribuição sorológica de anticorpos ($p>0,05$). Também não houve diferença significativa quanto à presença ou não de alimento e água durante a noite (Tabela 7) aos cães sororreagentes ($p>0,05$).

TABELA 6 - RESULTADO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA PARA LEPTOSPIROSE SEGUNDO O ACESSO A RUA EM AMOSTRAS DE SANGUE DE CÃES DA VILA PANTANAL, CURITIBA, PR, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010.

| Acesso a ruas | Reagentes | Não-Reagentes | Total | P-valor/Odds Ratio |
|---------------|-------------|---------------|-------------|--------------------|
| Sem acesso | 66 (26,1%) | 187 (73,9%) | 253 (66,9%) | p= 0,3565 |
| Com acesso | 39 (19,6%) | 86 (80,4%) | 107 (33,1%) | OR= 1,2849 |
| Total | 105 (27,8%) | 273 (72,2,%) | 378 (100%) | |

TABELA 7 - RESULTADO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA PARA LEPTOSPIROSE, RELACIONADO À PRESENÇA OU NÃO DO ALIMENTO DURANTE A NOITE, EM AMOSTRAS DE SANGUE DE CÃES DA VILA PANTANAL, CURITIBA, PR, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010.

| Pote recolhido durante a noite | Reagentes | Não-Reagentes | Total | P-valor/Odds Ratio |
|--------------------------------|-------------|---------------|-------------|--------------------|
| Recolhe | 42 (30,5%) | 96 (69,5%) | 138 (36,5%) | p= 0,4501 |
| Deixa | 63 (26,3%) | 177 (73,7%) | 240 (63,5%) | OR= 1,2292 |
| Total | 105 (27,8%) | 273 (72,2,%) | 378 (100%) | |

Não houve diferença significativa quanto à presença ou não de rede de esgoto ou fossa no domicílio de cães sororreagentes ($p>0,05$). Também não houve diferença significativa quanto à presença ou não de ratos nos domicílio de cães sororreagentes ($p>0,05$).

TABELA 8 - RESULTADO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA PARA LEPTOSPIROSE SEGUNDO A PRESENÇA DE REDE DE ESGOTO OU FOSSA NO DOMICÍLIO DOS CÃES AVALIADOS, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010.

| Rede de Esgoto ou Fossa | Reagente | Não-Reagente | Total | P-valor/Odds Ratio |
|-------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|
| Possui | 73 (27,5%) | 192 (72,5%) | 265 (70,1%) | p= 0,9778 |
| Não possui | 32 (28,3%) | 81 (71,7%) | 113 (29,9%) | OR= 0,9624 |
| Total | 105 (27,8%) | 273 (72,2,%) | 378 (100%) | |

TABELA 9 - RESULTADO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA PARA LEPTOSPIROSE SEGUNDO A PRESENÇA DE RATOS NO DOMICÍLIO DOS CÃES AVALIADOS, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010.

| resença de ratos | Reagente | Não-Reagente | Total | P-valor/Odds Ratio |
|------------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|
| Sim | 62 (26,4%) | 173 (73,6%) | 235 (62,2%) | p= 0,5107 |
| Não | 43 (30,1%) | 100 (69,9%) | 143 (37,8%) | OR= 0,8334 |
| Total | 105 (27,8%) | 273 (72,2,%) | 378 (100%) | |

A presença de entulho no domicílio e a resposta sororreagente à *Leptospira* spp (Tabela 10) mostraram associação significativa. A probabilidade de um cão ser soropositivo no caso da residência apresentar entulho é 1,8 vezes maior, com p-valor <0,05.

TABELA 10 - RESULTADO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA PARA LEPTOSPIROSE SEGUNDO A PRESENÇA DE ENTULHO NO DOMICÍLIO DOS CÃES AVALIADOS, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010.

| Presença de entulho | Reagente | Não-Reagente | Total | P-valor/Odds Ratio |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|
| Sim | 61 (34,1%) | 118 (65,9%) | 179 (47,4%) | p= 0,0132 |
| Não | 44 (22,1%) | 155 (77,9%) | 199 (52,6%) | OR=1,8211 |
| Total | 105 (27,8%) | 273 (72,2%) | 378 (100%) | |

3.4 DISCUSSÃO

A soroprevalência de 27,8% encontrada no presente estudo foi semelhante com os dados do estudo realizado no ano de 2007 com cães em Curitiba, onde foi encontrada uma taxa de soroprevalência de 32,3% (TESSEROLLI *et al.*, 2008). Porém, esses autores consideraram como reagentes os títulos entre 1:25 e 1:400. Outros estudos no Brasil e no mundo também demonstram percentuais mais elevados de soros de cães reagentes à *Leptospira* spp. Castro *et al.* (2011) obtiveram 28,4% de cães sororreagentes no município de Uberlândia, MG; Furtado *et al.* (1997) encontraram 28,9% de cães reagentes no município de Pelotas, RS; Viegas *et al.* (2001) detectaram 44,3% de cães sororreagentes à *Leptospira* spp. no estado da Bahia; Rubel *et al.* (1997) encontraram 57% de soropositivos em uma área suburbana de Buenos Aires, Argentina e Prescott *et al.* (2002) em Ontário, Canadá, obtiveram 24% dos animais com títulos entre 80 e 160, sendo considerados suspeitos e 26% com títulos 320 aceitos como positivos.

Em diversas regiões do Brasil, valores muito diferentes foram verificados em amostras sorológicas caninas, com prevalências variando de 6,6% em São Paulo (SARMENTO *et al.*, 2007) até 85% na Bahia (VIEGAS *et al.*, 2001). Esses valores podem ter sido diferentes dos apresentados neste estudo devido à quantidade e identidade de sorovares utilizados nas provas laboratoriais, o título para ponto de corte, fatores topográficos, clima e estação do ano que podem interferir nas avaliações epidemiológicas em estudos a campo (SILVA *et al.*, 2003).

No presente estudo, os sorovares mais prevalentes foram: Canicola, Bratislava, Icterohaemorrhagiae e Copenhageni, obtidos na área focal da Vila Pantanal. Os sorovares Canicola e Icterohaemorrhagiae têm sido referidos com bastante frequência em cães de todo o mundo, sendo os sorovares que, normalmente causam doenças clínicas nos cães (CORRÊA; CORRÊA, 1992; GRENEE *et al.*, 1998; ACHA; SZYFRES, 2003). Neste estudo esses sorovares também apareceram e ficaram em primeiro (48,8%) e terceiro (10,02%) lugares, respectivamente.

O sorovar Canicola foi o de maior ocorrência (48,8%) no presente estudo, também destacado por Furtado *et al.* (1997), Modolo *et al.* (2000) e Montes *et al.* (2002) respectivamente, com 37,3; 64,7 e 35%. O cão é o hospedeiro natural do

sorovar Canicola (BOLIN, 1996) e quando infectado por este sorovar, pode apresentar um grave comprometimento renal (AVILA *et al.*, 1998) com um quadro acentuado de leptospirúria intermitente, caracterizando assim uma importante fonte e contaminação ambiental e infecção para o homem e demais espécies (BATISTA *et al.*, 2004).

Animais domésticos como bovinos, equinos, suínos, ovinos e cães são hospedeiros mantenedores comuns de leptospiras e carreadores para o meio ambiente (MAILLOUX, 1975; BHARADWAJ, 2004; LEVETT, 2004), para outros animais e para o homem. A tendência de aumento na taxa, principalmente para outros sorovares que não o Canicola, pode ser devido à relação no contato direto com outras espécies de animais ou à exposição ao ambiente contaminado por essas espécies (WARD, 2002; BATISTA *et al.*, 2004). A grande ocorrência do sorovar Bratislava (10,6%) nos cães da Vila Pantanal pode ser explicada pelo fato de que equinos, bovinos e suínos, hospedeiros preferenciais para este sorovar, coabitam o local, sendo possível a circulação entre espécies, principalmente pelo alto índice de cães com acesso às ruas.

O terceiro sorovar mais prevalente foi o Icterohaemorrhagiae com 10,2% de ocorrência. Esse sorovar foi encontrado em maior proporção por Venkataraman; Nedunchellian (1992), Lilenbaum *et al.* (2000) e Rodriguez *et al.* (2004), respectivamente com 50, 55,9 e 55,6%. O sorovar Copenhageni, que aparece como o quarto mais frequente no presente estudo (9,2%) é também muito citado em diversos outros trabalhos (FAVERO *et al.*, 2002; MASCOLLI *et al.*, 2002) e com percentuais elevados (62%) em cães, como no trabalho também realizado na cidade de Curitiba por Champion *et al.* (2004).

Estudos revelam que a ocorrência de infecções na espécie canina pelos sorovares Icterohaemorrhagiae e Copenhageni, cujo hospedeiro natural é a ratazana (*Rattus norvegicus*), pode ser considerada comum (DA SILVA, 2007; TESSEROLLI *et al.*, 2008). Sendo assim, a ocorrência da soropositividade e manutenção do agente pode ser favorecida pelas próprias condições da Vila Pantanal, a qual apresenta elevados índices de infestação predial por roedores, segundo o Serviço de Desratização do Centro de Controle de Zoonoses de Curitiba, CCZV (SMS CURITIBA, CSA, 2010).

Outros sorovares que surgiram com destaque nos resultados de várias pesquisas, como o Autumnalis (WEEKES *et al.*, 1997; ALVES *et al.*, 2000; VIEGAS *et*

al., 2001), Pyrogenes (RUBEL *et al.*, 1997; TENÓRIO *et al.*, 2000; BLAZIUS *et al.*, 2005), e *Grypotyphosa* (ALVES *et al.*, 2000) foram também identificados no presente estudo. Muito embora o percentual encontrado tenha sido menor, quando comparado aos sorovares mais patogênicos e prevalentes, essa variabilidade de sorovares regional (Vila Pantanal e região de Curitiba) deve ser levada em consideração na elaboração de vacinas contra a leptospirose.

De acordo com os resultados sorológicos referentes à idade (Tabela 3) foi demonstrado que aqueles com idade de um a cinco anos tiveram 27,9% (56/201) reagentes e os acima de cinco anos com 27,7% (49/177). Entretanto, diversos trabalhos demonstram o aparecimento da doença de forma muito mais frequente em animais com idade superior a um ano (MASCOLLI *et al.*, 2002; RUBEL *et al.*, 1997; VENKATARAMAN; NEDUNCHELLIYAN, 1993). Esse fato pode estar relacionado ao tempo de exposição à doença, uma vez que animais mais velhos têm mais tempo para entrar em contato com o agente etiológico (MASCOLLI *et al.*, 2002). Além disso, filhotes normalmente recebem cuidados maiores por parte dos proprietários, permanecendo em ambientes mais protegidos, inclusive durante a noite (CÔRTEZ, 1993). No caso dos cães da Vila Pantanal se sugere que o raio de convívio seja semelhante entre as faixas de idade devido à restrição geográfica da área e às condições de moradia, muitas sem portões ou grades de proteção, o que poderia evitar o contato de cães novos com o agente.

A distribuição sorológica de anticorpos contra *Leptospira* spp. nos cães amostrados segundo o sexo demonstrou que não houve diferença significativa em relação à frequência de animais sororreagentes. Inúmeros trabalhos, no Brasil e em outros países relatam uma maior positividade em fêmeas (BATISTA *et al.*, 2004; CHAMPION *et al.*, 2004; ASLANTA *et al.*, 2005) enquanto diversos outros descrevem em machos (PINEDA *et al.*, 1996; RUBEL *et al.*, 1997; SILVA, 2006), entretanto os autores não apresentam os fatores desencadeantes para tornarem machos ou fêmeas mais predisponentes. As diferenças em relação à soropositividade e ao sexo dos cães pode ser devido aos reflexos de comportamento que variam nos indivíduos de sexos opostos, como descrito por Caldas *et al.*, (1977). Esses autores relatam a exposição do macho ligado ao hábito de cheirar diversas superfícies para reconhecimento territorial, podendo ter contato com o focinho em locais eventualmente contaminados com leptospiras.

No presente trabalho constatou-se que nos cães sem raça definida (29,8%) houve mais reagentes que os de raça definida (18,2%) ($p=0,07$). Esses dados diferem de Champion *et al.* (2004) que relataram que cães sem raça definida (41,9%), foram menos sororreagentes que os de raça definida (58,3%). Entretanto, devido à falta de informações sobre as características residenciais e ambientais referentes aos animais do trabalho também realizado em Curitiba, PR, não se pode concluir sobre esta diferença. No presente trabalho, a alta soroprevalência em animais sem raça definida pode estar relacionada à situação encontrada na Vila Pantanal, onde a maioria do cães não possui raça. Caldas *et al.* (1977), Modolo *et al.* (2000) e Batista *et al.* (2005) demonstram maior positividade sorológica à *Leptospira* spp. em cães sem raça definida, podendo ser explicado pelo fato que os cães sem raça definida, ainda são em sua maioria animais semi-domiciliados, tendo mais facilidade de andar soltos e por mais tempo nas ruas, ficando assim mais expostos ao contato com leptospiras presentes no ambiente (lixos, águas contaminadas), bem como com outros animais portadores.

Segundo Silva *et al.* (2006), o sistema de criação animal demonstrou ser um fator relevante, uma vez que o índice de cães reagentes que tinham acesso à rua foi maior dos que não o tinham. Da mesma forma, de acordo com o estudo realizado por Furtado *et al.*, (1997), os cães que não permaneciam confinados tinham 2,6 vezes mais chances de adquirir a doença, provavelmente porque esses animais teriam entrado em contato com cães estranhos e com outros fatores de risco.

Na Vila Pantanal, porém, houve associação significativa entre a presença de entulho no domicílio e a resposta sororreagente à *Leptospira* spp, demonstrando a probabilidade 1,8 vezes maior de um cão ser soropositivo quando se tem entulho na residência. Então, independente do acesso à rua desse cão, o principal fator de risco identificado no presente trabalho estava no quintal da sua residência. Esse risco da doença no local pode ser atribuído ao fato de que aproximadamente 15,9% das famílias trabalham com a coleta de material reciclável (COHAB, 2009) e a grande maioria utiliza o espaço doméstico para separação ou armazenamento do material coletado. Entendemos que a presença e o acúmulo do material/lixo coletado na área residencial, pode tornar o ambiente mais favorável para a presença de roedores.

Os roedores são considerados os principais reservatórios da infecção e hospedeiros de manutenção de diversos sorovares e contribuem para a contaminação ambiental permitindo assim a possível infecção do cão. Sua proliferação é verificada em grandes cidades, onde as redes pluviais e de esgoto não recebem tratamento adequado e, com frequência, se conectam possibilitando maior contaminação ambiental (POSSAS, 2000; SARKAR *et al.*, 2002). Tais condições foram observadas na área do presente estudo. O contato dos cães com roedores pode constituir o fator de risco mais importante, uma vez que, a presença de ratos está intimamente ligada ao aparecimento da doença (LOPES *et al.*, 2005).

Em relação à presença de ratos, no presente estudo não houve associação significativa com os cães sororreagentes à *Leptospira* spp. uma vez que este fator foi avaliado de forma subjetiva com a aplicação do questionário para os residentes. Lopes *et al.* (2005) também apresentaram um maior número de cães reagentes quando não havia contato com roedores, diferentemente dos resultados de Furtado *et al.* (1997) e Mascolli *et al.* (2002). Porém, esses últimos autores relataram que este fator de risco pode ser considerado como não adequadamente avaliado, devido ao fato de ser completamente contra o esperado, uma vez que a presença de ratos está intimamente ligada ao aparecimento da doença. Relatam ainda que os proprietários, muitas vezes, podem ocultar fatos importantes durante o inquérito por considerarem indesejáveis.

Diferente de diversos trabalhos que relatam maior soropositividade em cães com acesso à água parada, córregos e esgotos próximos aos domicílios, constatando que essas fontes de água são fatores determinantes de risco para a leptospirose (RUBEL *et al.*, 1997; MICHEL *et al.*, 2002; TRUEBA *et al.*, 2002; NÁJERA *et al.* 2005), no presente trabalho não houve diferença significativa no número de animais sororreagentes à *Leptospira* spp em relação à presença de rede de esgoto ou fossa no domicílio. Furtado *et al.* (1997) evidenciaram que cães de residências sem rede de esgoto teriam 1,98 vezes mais chances de adquirir a leptospirose em Pelotas, RS. Segundo esses autores, quando existe rede de esgoto ou fossa na propriedade, menor será a possibilidade da presença de ratos e de contaminação ambiental no local e, assim, menores serão as chances dos cães que vivem nessa condição de adquirir a doença.

A análise das proporções de cães sororreagentes quanto ao aspecto dos proprietários recolherem os potes de alimentos durante a noite não demonstrou

diferença significativa ($p > 0,05$). Os resultados percentuais destes dois itens ficaram bem próximos e relativamente baixos. Entretanto, não se pode descuidar da orientação da população para não deixar restos de comida durante a noite, evitando assim a possibilidade de atração de outros animais, principalmente ratos, nesses locais.

De uma forma geral, os principais fatores de risco em adquirir a doença, observados em estudos anteriores consistem em caminhar em áreas com água estagnada no caso das pessoas (DOUGLIN *et al.* 1997) e o hábito de caçar roedores, presença de áreas alagadiças próximas às residências e o acesso à rua para os cães (QUERINO *et al.* 2003). No presente estudo, tais fatores podem ter sido agravados diante da localização geográfica da Vila Pantanal, área localizada às margens do canal do Rio Iguaçu, com muitas moradias em condições sanitárias muito precárias, sujeitas a enchentes e alagamentos e, pelo permitido acesso dos cães à rua. Conforme relatado por diversos autores, a deficiência de infraestrutura básica aumenta a exposição da população e dos animais aos fatores de risco para a leptospirose (BARCELLOS; SABROZA, 2000; FIGUEIREDO *et al.*, 2001; ROMERO *et al.*, 2003; DIAS *et al.* 2007; SOARES *et al.*, 2010). Na Vila Pantanal, desde o ano de 2005 quando foi inaugurada a Unidade de Saúde Pantanal, já foram confirmados cinco casos da doença em humanos, com a ocorrência de um óbito (SMS CURITIBA, CE, 2010). O município não tem histórico dos índices de contaminação dos cães e tampouco da taxa de mortalidade desses na área de estudo.

Sendo assim, estudos na espécie canina são de fundamental importância visto que o cão pode atuar como hospedeiro sentinela da doença, inclusive com a capacidade de introduzir novos sorovares no ambiente, podendo também ser um indicador de contaminação ambiental. Deste modo, por serem fatores chave para o entendimento da epidemiologia da doença, os cães precisam ser monitorados constantemente, por meio da realização de inquéritos sorológicos.

O risco epidemiológico imposto por cães soropositivos para leptospira revelado no presente estudo e a prevalência dos vários sorovares de *Leptospira* spp., associado às variáveis trabalhadas com as amostras sorológicas caninas, sugere que os cães sejam considerados fortemente como indicadores dos vários tipos de sorovares na área estudada. Uma vez determinado o percentual de animais positivos deve-se considerar o cão como um fator de risco à saúde pública

devido aos hábitos domésticos desses animais e sua estreita relação com os humanos.

3.5 CONCLUSÕES

O percentual de amostras caninas sororreagentes para *Leptospira* spp. em uma comunidade carente no município de Curitiba, PR foi de 27,8%.

Os sorovares de leptospiros foram: Canicola 101/207 (48,8%), Bratislava 22/207 (10,6%), Icterohaemorrhagiae 21/207 (10,2%), Copenhageni 19/207 (9,2%), Grippotyphosa 11/207 (5,3%), Pyrogenes 10 (4,8%) Autumnalis 8/207 (3,9%) Australis 4/207 (1,9%), Djasiman 4/207 (1,9%) Hardjo 3/207 (1,4%) Cynopteri 2/207 (1%) e Pomona 2/207 (1%) cada.

Foi observada associação significativa entre animais sororreagentes para leptospirose e a variável entulho/lixo reciclável, não sendo observada associação para os fatores raça, acesso às ruas, idade, sexo, manutenção de alimento e água durante a noite, presença de rede de esgoto ou fossa no domicílio e presença de ratos.

REFERÊNCIAS

ACHA, P. N.; SZYFRES, B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 3. ed. Washington: **Organización Panamericana de la Salud**, v.1, p.175-186, 2003.

ALVES, C. J.; ANDRADE, J. S. L.; VASCONCELLOS, S. A.; MORAIS, Z. M.; AZEVEDO, S. S.; SANTOS, F. A. Avaliação dos níveis de aglutininas anti-leptospira em cães no município de Patos - PB, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.7, p.17-21, 2000.

ASLANTA, Ö.; ÖZDEMİR, V.; KILIÇ, S.; BABÜR, C. Seroepidemiology of leptospirosis, toxoplasmosis, and leishmaniosis among dogs in Ankara, Turkey. **Veterinary Parasitology**., v.129, p.187-191, 2005.

AVILA, M. O.; FURTADO, L. R. I.; TEIXEIRA, M. M.; ROSADO, R. L. I.; MARTINS, L. F. DA S.; BROD, C. S. Aglutininas anti-leptospíricas em cães na área de influência de Centro de Controle de Zoonoses, Pelotas, RS, Brasil, no ano de 1995. **Ciência Rural**, v. 28, n. 1, p. 107-110, 1998.

AYRES, M.; AYRES, J. R. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: **Sociedade Civil Mamirauá**, Brasília: CNPq, 2007.

BARCELLOS, C.; SABROZA, P. Socio-environmental determinants of the leptospirosis outbreak of 1996 in western Rio de Janeiro: a geographical approach. **International Journal Health Research**, v. 10, p. 301-313, 2000.

BATISTA, C. S. A.; DE AZEVEDO, S. S.; ALVES, C. B.; VASCONCELLOS, S. A.; DE MORAIS, Z. M.; CLEMENTINO, I. J.; LIMA, F. S.; NETO, J. O. A. Soroprevalência de leptospirose em cães errantes da cidade de Patos, Estado da Paraíba, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p. 131-136, 2004.

BATISTA, C. S. A.; ALVES, C. J.; AZEVEDO, S. S.; VASCONCELLOS, A. S.; MORAIS, Z. M.; CLEMENTINO, I. J.; ALVES, F. A. L.; LIMA, F. S.; NETO, J. O. A. Soroprevalência e fatores de risco para a leptospirose em cães de Campina Grande, Paraíba. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 179-185, 2005.

BHARADWAJ, R. Leptospirosis - a reemerging disease?. **Indian Journal of Medical Research**, v. 120, p. 136-138, 2004.

BLAZIUS, R. D.; ROMÃO, P. R. T.; BLAZIUS, E. M. C. G.; DA SILVA, O. S. Ocorrência de cães errantes soropositivos para *Leptospira* spp. na cidade de Itapema, Santa Catarina, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 6, p. 1952-1956, 2005.

BOLIN, C. A. Diagnosis of leptospirosis: a reemerging disease of companion animals. **Seminars in Veterinary ; Medical Surgery (small animal)**, v. 11, n. 3, p. 166-171, 1996.

BROWN, K.; PRESCOTT, J. Leptospirosis in the family dogs: a public health perspective. **Canadian Medical Association Journal**, v. 178, p. 399-40, 2008.

CALDAS, E. M.; DORIA, J.D.; MARTINS, M.A. Immunological inquiry for the epidemiology of leptospirosis in canis familiaris in Salvador, Bahia, Brazil. **International Journal of Zoonoses**, v.4, p.103-110, 1977.

CASTRO, J. R.; SLABERRY, S. R. S.; SOUZA, M. A.; LIMA-RIBEIRO, A. M. C. Sorovares de *Leptospira* spp. predominantes em exames sorológicos de caninos e humanos no município de Uberlândia, Estado de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44, n. 2, p. 217-222, 2011.

CERQUEIRA, G. M.; PICARDEAU, M. A century of *Leptospira* strain typing. **Infection, Genetic and Evolution**, v. 9, p. 760-768, 2009.

CHAMPION, T.; BIONDO, A.; DITHRICH, R.L.; SINCERO, P.C.; ZANETTI, M.B.F.; SPREA, G.; BAUDI, D.L.K. Estudo retrospectivo de cães sororeagentes à *Leptospira* sp atendidos no hospital veterinário da UFPR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CLÍNICOS VETERINÁRIOS DE PEQUENOS ANIMAIS, 25., 2004, Gramado. **Anais...** Gramado, 2004. p.43.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO POPULAR DE CURITIBA – COHAB/CT. Departamento de Assistência Social (DAS). Setor de Serviço Social (SESS), 2009.

CORRÊA, W. M.; CORRÊA, C. N. M. **Enfermidades infecciosas dos mamíferos domésticos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1992. 843p.

CÔRTEZ, J.A. **Aspectos epidemiológicos e ecológicos da leptospirose**. In: ENCONTRO NACIONAL EM LEPTOSPIROSE, 3., 1993, Rio de Janeiro, RJ. Ministério da Saúde. Instituto Oswaldo Cruz. Fundação Nacional de Saúde. *Resumos*. p. 53-57.

DA SILVA, L. G. **Incidência de leptospirose em animais e em seres humanos em região representativa do noroeste do estado do Rio de Janeiro**. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro, 2007.

DIAS, J. P.; TEIXEIRA, M. G.; COSTA, M. C. N.; MENDES, C. M. C.; GUIMARÃES, P.; REIS, M. G.; KO, A. I.; BARRETO, M. L. Factors associated with *Leptospira* sp infection in a large urban center in northeastern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, n. 5, p. 499-504, 2007.

DOUGLIN, C. P.; JORDAN, C.; ROCK, R.; HURLEY, A.; LEVETT, P. N. Risk factors for severe leptospirosis in the parish of St. Andrew, Barbados. **Emerging Infectious Diseases**, v. 3, n. 1, p. 78-80, 1997.

FAINE, S.; STALLMAN, N. D. Amended Descriptions of the Genus *Leptospira* Noguchi 1917 and the Species *L. interrogans* (Stimson 1907) Wenyon 1926 and *L. biflexa* (Wolbach and Binger 1914) Noguchi 1918. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 32, n. 4, p. 461-463, 1982.

FAVERO, A. C. M.; PINHEIRO, S. R.; VASCONCELLOS, S. A.; MORAIS, Z. M.; FERREIRA, F.; FERREIRA NETO, J. S. Sorovares de leptospirosas predominantes em exames sorológicos de bubalinos, ovinos, caprinos, eqüinos, suínos e cães de diversos estados brasileiros. **Ciência Rural**, v.32, n.4, p.613-619, 2002.

FIGUEIREDO, C. M.; MOURÃO, A. C.; OLIVEIRA, M. A. A.; ALVES, W. R.; OOTEMAN, M. C.; CHAMONE, C. B.; KOURY MC. Leptospirose humana no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, n. 4, p. 331-338, 2001.

FURTADO, L. R. I.; FEHLBERG, M. F. B.; AVILA, M. O.; TEIXEIRA, M. M.; ROSADO, R. L. I.; MARTINS, L. F. S.; BROD, C. S. Prevalência e avaliação de fatores de risco à leptospirose canina, no município de Pelotas, RS. **Arquivo do Instituto Biológico**, v.64, n.1, p.57-61, jan./jun. 1997.

GHNEIM, G. S.; VIERS, J. H.; CHOMEL, B. B.; KASS, P. H.; DESCOLLONGES, D. A.; JOHNSON, M. L. Use of a case-control study and geographic information systems to determine environmental and demographic risk factors for canine leptospirosis. **Veterinary Research**, v. 38, p. 37-50, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Curitiba. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 April 2010.

KO A. I.; REIS M. G.; DOURADO C. M. R.; JOHNSON W. D; RILEY L. W. Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil. **The Lancet**, v. 354, p. 820-825, 1999.

LANGSTON, C. E.; HEUTER, K. J. Leptospirosis: a re-emerging zoonotic disease. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 33, p. 791-807, 2003.

LEVETT, P. N. Leptospirosis. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 14, n. 2, p. 296-326, 2001.

LEVETT, P. N. Leptospirosis: a forgotten zoonosis?. **Clinical and Applied Immunology Review**., v. 4, p. 435-448, aug. 2004.

LILENBAUM, W.; RODRIGUES, F.; BARBOZA, F. Aglutininas antileptospiras em caninos do município amazônico de Oriximiná - Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência. Veterinária**, v. 7, n. 3, p. 133-135, set./dez, 2000.

LOPES, A. L. S.; SILVA, W. B.; PADOVANI, C. R.; LANGONI, H.; MODOLO, J. R. Frequência sorológica antileptospírica em cães: sua correlação com roedores e fatores ambientais, em área territorial urbana. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 72, p. 289-296, 2005.

MAILLOUX, M. Leptospiroses = zoonoses. **International Journal of Zoonoses**, n.2, p.45-54, 1975.

MAGALHÃES, D. F.; SILVA, J. A.; MOREIRA, E. C.; WILKE, V. M. L.; NUNES, A. B. V; HADDAD, J. P. A.; MENESES, J. N. C. Perfil dos cães sororreagentes para aglutininas anti-*Leptospira interrogans* em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2001/2002. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 5, p. 1326-1329, 2007.

MASCOLLI, R.; PINHEIRO, S. R.; VASCONCELLOS, S. A.; FERREIRA, F.; MORAIS, Z .M.; PINTO, C. O.; SUCUPIRA, M. C. A.; DIAS, R. A.; MIRAGLIA, F.;

CORTEZ, A.; COSTA, S. S.; TABATA, R.; MARCONDES, A. G. Inquérito sorológico para leptospirose em cães do município de Santana de Parnaíba, São Paulo, utilizando a campanha de vacinação anti-rábica do ano de 1999. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 69, n. 2, p. 25-32, abr./jun, 2002.

MICHEL, V.; BRANGER, C.; ANDRE-FONTAINE, G. Epidemiology of leptospirosis. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 54, n. 1, p. 7-10, 2002.

MODOLO, J. R.; LANGONI, H.; PADOVANI, C. R.; SHIMABUKURO, F. H.; MENDONÇA, A. O.; VICTORIA, C.; DA SILVA, W. B. Investigação soroepidemiológica de leptospirose canina na área territorial urbana de Botucatu, São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research Animal and Science**, v. 43, n. 5, p. 598-604, 2006.

MODOLO, J.R.; LANGONI, H.; SHIMABUKURO, F.H.; MENDONÇA, A.O.; VICTÓRIA, C.; PADOVANI, C.R. Inquérito soroepidemiológico para leptospirose canina, no município de Botucatu - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIA, 27., 2000, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia**, 2000. p.95.

MONTES, A. S.; DIMAS, J. S.; RODRÍGUEZ, F. J. P. La rata y perro, importantes vectores de la leptospirosis em explotaciones pecuarias de cd. Guzmán, Jalisco. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 54, n. 1, p. 21-23, 2002.

MORIKAWA, V. M. Estudo sorológico da infecção por *Leptospira* spp. Em uma área de ocupação irregular e de alto risco para a doença em cães em Curitiba, PR. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2010; 72p.

NÁJERA, S.; ALVIS, N.; BABILONIA, D.; ALVAREZ, L.; MÁTTAR, S. Leptospirosis ocupacional en una región del Caribe colombiano. **Salud Pública de México**, v. 47, n. 3, p. 240-244, may/jun, 2005.

OLIVEIRA, S. J.; PIRES NETO, J. A. S. Aspectos etiológicos e de diagnóstico nas leptospiroses. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v. 33, p. 36-46, 2004.

PAPPAS, G.; PAPADIMITRIOU, P.; SIOZOPOULOU, V.; CHRISTOU, L.; AKRITIDIS, N. The globalization of leptospirosis: worldwide incidence trends. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 12, p. 351-357, 2008.

PEEL, M. C. AND FINLAYSON, B. L. AND MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633–1644, 2007.

PINEDA, M.; LÓPEZ, J.; GARCIA, M. Frecuencia de leptospirosis en perros al test de aglutinación microscópica en Chillán - Chile. **Archivos de Medicina Veterinária**, v. 28, p. 59-66, 1996.

POSSAS, C. A. Urbanização, ecologia e emergência de formas graves da leptospirose: análise comparativa de dados secundários nacionais. Rio de Janeiro: **Anais do evento comemorativo do centenário do Instituto Oswaldo Cruz e da Fundação Oswaldo Cruz**; 2000.

PRESCOTT, J.F.; McEWEN, B.; TAYLOR, J.; WOODS J.P.; ABRAMS-OGG, A.; WILCOCK, B. Resurgence of leptospirosis in dogs in Ontario: recent findings. **Canadian Veterinary Journal**, v. 43, p. 955-961, dec, 2002.

QUERINO, A. M. V.; DELBEM, A. C. B.; DE OLIVEIRA, R. C.; DA SILVA, F. G.; MÜLLER, E. E.; FREIRE, R. L.; DE FREITAS, J. C. Fatores de risco associados à leptospirose em cães do município de Londrina-PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, n. 1, p. 27-34, 2003.

RODRIGUEZ, A. L.; FERRO, B. E.; VARONA, M. X.; SANTAFÉ, M. Evidencia de exposición a *Leptospira* en perros callejeros de Cali. **Biomédica**, v. 24, p. 291-295, 2004.

RUBEL, D.; SEIJO, A.; CERNIGOI, B.; VIALE, A.; WISNIVESKY-COLLI, C. *Leptospira interrogans* en una población canina del Gran Buenos Aires: variables asociadas con la seropositividad. **Revista Panamericana Salud Pública**, v. 2, n. 2, p.102-105, 1997.

SANTA ROSA, C.A.; PESTANA de CASTRO, A.F.; SILVA, A.S.; TERUYA, J.M. Nove anos de leptospirose no Instituto Biológico de São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 29/30, p.19-27, 1969/70.

SARKAR, U.; NASCIMENTO, S. F.; BARBOSA, R.; MARTINS, R.; NUEVO, H.; KALAFANOS, I.; GRUNSTEIN, I.; FLANNERY, B.; DIAS, J.; RILEY, L. W.; REIS, M. G.; KO, A. I. Population-based case-control investigation of risk factors for leptospirosis during an urban epidemic. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 66, n. 5, p. 605-610, 2002.

SARMENTO, A. M. C.; GUAZELLI, A.; BARRETO, L. F. G.; DA COSTA, V. M.; HOFFMANN, J. L.; LUCHEIS, S. B.; LANGONI, H.; PINHEIRO, S. R. Estudo da leptospirose em cães e gatos, da leishmaniose e da doença de Chagas em cães de aldeias indígenas guaranis em Parelheiros, Município de São Paulo-SP. **Veterinária e Zootecnia**, v. 14, n. 2, p.193-203, 2007.

SESA-PR Secretaria de Estado da Saúde do Paraná – Divisão de Zoonoses. Banco de Dados do SINAN, 2010.

SMS CURITIBA/CE - Secretaria Municipal da Saúde/Centro de Epidemiologia. Banco de Dados do SINAN, 2010.

SMS CURITIBA/CSA – Secretaria Municipal da Saúde/Centro de Saúde Ambiental. Centro de Controle de Zoonoses e Vetores. Informações de Campo, 2010.

SILVA, R. C.; ROLIM, R. G.; TANAKA, E. M.; LANGONI, H.; LOPES, A. L. S.; ROCHA, F. A.; CAVALHEIRO, J. S.; MEDEIROS, M. I. M.; BORGES, S. R.; BERETTA, T. C.; LIMA, V. Y.; AOKI, V. L.; DA SILVA, A. V.; SOUZA, L. C. Avaliação soroepidemiológica da toxoplasmose, leptospirose e leishmaniose canina no município de Ubatuba, SP. In: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 16., 2003, São Paulo. **Resumos...** São Paulo, 2003. 1 CD - ROM.

SILVA, W. B.; SIMÕES, L. B.; LOPES, A. L. S.; PADOVANI, C. R.; LANGONI, H.; MODOLO, J. R. Avaliação de fatores de risco de cães sororreagentes à *Leptospira* spp. e sua distribuição espacial, em área territorial urbana. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 6, p. 783-792, 2006.

SARKAR, V.; NASCIMENTO, S. F.; BARBOSA, R.; MARTINS, R.; NUEVO, H.; KALAFANOS, I.; GRUNSTEIN, I.; FLANNERY, B.; DIAS, J.; RILEY, L. W.; REIS, M. G.; KO, A. I. Population-Based Case-control investigation of risk factors for leptospirosis during in Urban Epidemic. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 66, p. 605-610, 2002.

SOARES, T. S.; LATORRE, M. D. O. R.; LAPORTA, G. Z.; BUZZAR, M. R. Spatial and seasonal analysis on leptospirosis in the municipality of São Paulo, Southeastern Brazil, 1998 to 2006. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 2, p. 283-91, 2010.

SUEPAUL, S. M.; CARRINGTON, C. V. F.; CAMPBELL, M.; BORDE, G.; ADESIYUN, A. A. Serovars of *Leptospira* isolated from dogs and rodents. **Epidemiology and Infection**, v. 138, p. 1059-1070, 2010.

TENÓRIO, T. G. S.; VASCONCELLOS, S. A.; LIMA, E. R.; MELO, L. E. H.; HIGA, Z. M.; BORBA, M. A. C.; MOURA, R. T. D. Estudo retrospectivo de aglutininas anti-leptospiras em soros caninos analisados no laboratório de zoonoses bacterianas no período de 1996 à 1999, VPS - FMVZ / USP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIA, 27., 2000, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, 2000. p.53.

TESSEROLLI, G. L.; ALBERTI, J. V. A.; BERGAMASCHI, C.; FAYZANO, L.; AGOTTANI, J. V. B. Principais sorovares de leptopirose canina em Curitiba, Paraná. **Pubvet**, v. 2, n. 21, 2008.

TRUEBA, G.; ZAPATA, S.; MADRID, K.; PEÑAFIEL, N. Adaptación de *Leptospira interrogans* (sensu stricto) al agua dulce. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v. 54, n. 1, p. 11-14, 2002.

VANASCO, N. B.; SCHMELING, M. F.; LOTTESBERGER, J.; COSTA, F.; KO, A. I.; TARABLA, H. D. Clinical characteristics and risk factors of human leptospirosis in Argentina (1999–2005). **Acta Tropica**; v. 107, p. 255-258, 2008.

VENKATARAMAN, K. S.; NEDUNCHELLIYAN, S. Epidemiology of an outbreak of leptospirosis in man and dog. **Comparative Immunology Microbiology and Infectious Diseases**, v. 15, n. 4, p. 243-247, 1992.

VIEGAS, S. A. R. A.; CALDAS, E. M.; OLIVEIRA, E. M. D. Aglutininas anti-leptospira em hemossoro de animais domésticos de diferentes espécies, no Estado da Bahia, 1997/1999. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 1, p. 1-6, 2001.

ZAKERI, S.; KHORAMI, N.; GANJI, Z. F.; SEPAHIAN, N.; MALMASI, A. A.; GOUYA, M. M.; DJADID, N. D. *Leptospira wolffii*, a potential new pathogenic *Leptospira* species detected in human, sheep and dog. **Infection Genetics and Evolution**, v. 10, p. 273-277, 2010.

WARD, M. P. Clustering of reported cases of leptospirosis among dogs in the United States and Canada. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 56, p. 215-226, 2002.

WEEKES, C. C.; EVERARD, C. O. R.; LEVETT, P. N. Seroepidemiology of canine leptospirosis on the island of Barbados. **Veterinary Microbiology**, v. 51, p. 215-222, 1997.

WOHL, J.S. Canine leptospirosis. *Compendium*, v. 18, p. 1215-1225, 1996.
WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Human leptospirosis: guidance for diagnosis, surveillance and control**, 2003. Disponível em: <http://www.who.int/csr/don/en/WHO_CDS_CSR_EPH2002.23.pdf>. Acesso em: 20 abr 2010.

4 ANÁLISE ESPACIAL DO RISCO DE LEPTOSPIROSE CANINA NA VILA PANTANAL, CURITIBA, PARANÁ

RESUMO

A leptospirose é uma grave zoonose associada às áreas de baixa renda dos centros urbanos. Embora roedores urbanos sejam considerados como o principal reservatório para a leptospirose, o cão também pode desenvolver a doença e se tornar carreador assintomático. O objetivo do presente trabalho foi utilizar a metodologia estatística baseada na teoria de processos pontuais espaciais, buscando identificar a forma como se distribuem os cães sororreagentes para a leptospirose e seus determinantes de risco em uma vila na cidade de Curitiba. Estas medidas poderão auxiliar o planejamento de medidas de intervenção junto às populações expostas aos fatores de riscos identificados. A análise do modelo possibilitou identificar as regiões de sobre-risco, onde o risco de soropositividade canina à leptospirose é significativamente maior. A relação significativa do efeito espacial no desenvolvimento da doença, além das variáveis estudadas, revela que não apenas um, mas a ação conjunta dos fatores relacionados ao animal, ao proprietário e ao ambiente influencia o risco maior da doença nos locais de maior efeito espacial. O resultado da análise indica claramente os territórios em maior risco na região da Vila Pantanal, possibilitando o planejamento de ações mais específicas e dirigidas a essas áreas em um contexto de vigilância da saúde.

Palavras chaves: Leptospirose, cães, análise espacial

SPATIAL ANALYSIS OF THE RISK OF CANINE LEPTOSPIROSIS IN THE VILA PANTANAL, CURITIBA, PARANÁ

ABSTRACT

Leptospirosis is a serious zoonotic disease associated to low income areas of urban settings. Although rodents are considered the main reservoir for urban leptospirosis, dogs may also develop the disease and become asymptomatic carriers. The objective of this study was to apply a statistical method based on the spatial point processes theory for canine leptospirosis to identify how seroreagents dogs are spatially distributed and their risk determinants in a village of Curitiba city. These measures may assist in planning intervention measures in the exposed populations to identified risk factors. The model analysis allowed the identification of over-risk regions, where seropositivity risk for canine leptospirosis was significantly higher, revealing that not just one, but the combination of animal, owner and environment factors influenced the disease risk within areas with greater spatial effect. Analysis of results clearly identified the highest risk areas in the Pantanal Village, allowing the establishment of more specific preventive actions and focused on risk areas as priority for public health surveillance.

Keywords: Leptospirosis, dogs, spatial analysis

4.1 INTRODUÇÃO

A leptospirose é uma zoonose emergente reconhecida como um importante problema de saúde pública mundial. A doença se estendeu além das áreas rurais e tornou-se uma das causas de epidemias em comunidades urbanas dos países em desenvolvimento (PAPPAS *et al.*, 2008). Nesses países, como no caso do Brasil, a sua ocorrência está relacionada ao acelerado e desordenado processo de expansão urbana, onde grande parte da população passou a habitar áreas da periferia, sem o mínimo de condições de infraestrutura e saneamento, facilitando a manutenção de agentes patogênicos nocivos à saúde animal e humana.

No cão, a leptospirose constitui um grave problema de saúde pública, pois os animais que desenvolvem a doença podem tornar-se carreadores assintomáticos, assumindo então a condição de reservatório (BATISTA *et al.*, 2004). Do ponto de vista epidemiológico, os cães desempenham um papel fundamental no ciclo da doença, pois se comportam como sentinelas, podendo alertar quanto à introdução de um novo sorovar de importância zoonótica, como também atuar como indicadores de contaminação ambiental (BLAZIUS *et al.*, 2005). A infecção humana, na maioria das vezes, está associada ao contato com água, alimentos ou solo contaminados pela urina de animais portadores da *Leptospira* sp.. Em situações de enchentes e inundações, a urina dos ratos, presente em esgotos e bueiros, mistura-se à enxurrada e à lama das enchentes (BHARTI *et al.*, 2003). Para os cães, os principais fatores de risco observados em estudos anteriores foram o hábito de caçar roedores, presença de áreas alagadiças próximas às residências e o acesso à rua (QUERINO *et al.*, 2003).

O estudo de aglomerados de doenças e identificação das áreas de maior risco auxilia nas tomadas de iniciativas eficazes para o controle de doenças (BAILEY, 2001). O uso dos sistemas de informações geográficas (SIG) aliado a técnicas de análise espacial permite, além do mapeamento da doença, a identificação e a avaliação de fatores de risco à saúde podendo revelar estruturas sociais, econômicas e ambientais (BARCELLOS; BASTOS, 1996). Essa abordagem oferece informações que podem favorecer possíveis planos de ação nas áreas dos estudos. Sendo assim, o desenvolvimento de estudos que utilizem ferramentas de análise espacial relacionados à leptospirose, podem favorecer a descrição de

padrões de contaminação e transmissão, definir os principais fatores de risco e auxiliar a implantação de medidas e planos de ação contra essa doença. O objetivo do presente trabalho foi utilizar a metodologia estatística baseada na teoria de processos pontuais espaciais (KELSALL; DIGGLE, 1998), buscando identificar a forma como se distribuem os cães sororreagentes para a leptospirose e seus determinantes de risco em uma vila na cidade de Curitiba.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Área

O estudo foi realizado na Vila Pantanal situado no bairro Alto Boqueirão, na região sudeste de Curitiba (Figura 8), Paraná. A ocupação da área ocorreu no final da década de 80, às margens do canal do Rio Iguaçu, na área de preservação ambiental (APA) do Iguaçu. Habitam no local 765 famílias (2322 pessoas) em condições precárias. A Vila Pantanal é caracterizada pela ocorrência de alagamentos constantes, falta de saneamento básico e acúmulo de lixo.



FIGURA 8 – ORTOFOTO DA VILA PANTANAL SITUADA NO BAIRRO ALTO BOQUEIRÃO – CURITIBA – PARANÁ.
FONTE: SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2010.



FIGURA 9 – ESGOTOS A CÉU ABERTO DENTRO (A) E PRÓXIMO (B) DOS DOMICÍLIOS, VILA PANTANAL, 2010.



FIGURA 10 (FOTOS A E B) – LIXOS E ENTULHOS À REVELIA NOS QUINTAIS DAS CASAS DA VILA PANTANAL, 2010.

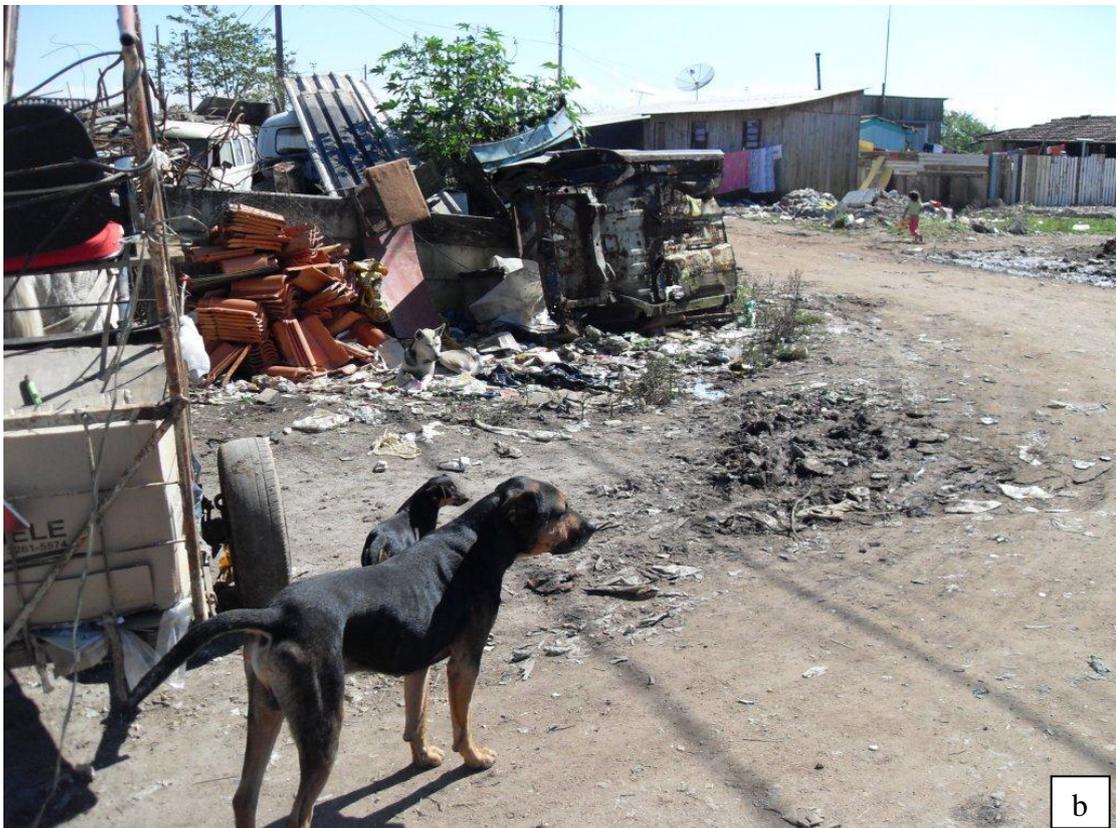


FIGURA 11 (FOTOS A E B) – CÃES SEMI-DOMICILIADOS COM ACESSO ÀS RUAS, VILA PANTANAL, 2010.

4.2.2 Animais e Teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM)

De acordo com os dados processados em 2008 pelo Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB), estão cadastrados 845 cães e 128 gatos no local. A área geográfica da Vila Pantanal foi dividida em quadras e a coleta de sangue dos cães foi realizada casa a casa. Participaram do estudo cães domiciliados com idade mínima de quatro meses e foram realizadas coletas durante o período de um ano (outubro de 2009 a outubro de 2010).

O sangue foi obtido por punção venosa jugular, cefálica ou safena, com agulha 30 x 0,8 mm e seringa descartável de 10 mL. Foi acondicionado em tubos de 6 mL para soro com gel separador, centrifugado a 3.500 rpm por cinco minutos para obtenção do soro, seguido de pipetagem e acondicionado em microtubo de plástico de 2 mL, seguido de congelamento a -20° C.

As amostras foram processadas e enviadas ao Núcleo de Pesquisas em Zoonoses (NUPEZO) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) no Campus de Botucatu, para realização do teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM), teste padrão ouro, recomendado pela Organização Mundial da Saúde. Foram utilizados os sorovares Australis, Bratislava, Autumnalis, Canicola, Cynopteri, Djasiman, Grippotyphosa, Copenhageni, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Pyrogenes e Hardjo, totalizando doze para cada amostra testada.

O presente estudo foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná (Protocolo 007/2009).

4.2.3 Inquérito para os proprietários dos cães

Foi realizada uma entrevista com os proprietários, através de um questionário epidemiológico, para obtenção e identificação dos possíveis fatores de risco associados à condição de animais sororreagentes para leptospirose.

4.2.4 Análise espacial dos dados coletados

As coordenadas geográficas correspondentes a cada casa em que residiam os animais do estudo foram coletadas usando um sistema de posicionamento global (*Global Positioning System* – GPS) Geoexplorer da marca Trimble®, gerando mapas geoestatísticos através do programa computacional R (IHAKA; GENTLEMAN, 1996) e o pacote *splancs* (ROWLINGSON; DIGGLE, 1993), a fim de verificar a variabilidade espacial existente nas áreas. O mapa com a distribuição espacial dos cães reagentes e não reagentes à leptospirose foi gerado usando o software *TerraView* 4.1.0.

A estrutura de modelagem adotada nesse trabalho baseia-se em um processo pontual espacial (DIGGLE, 1983), pelo qual se pode definir e estimar uma medida de risco que varia continuamente na região de interesse. Para a definição da medida de risco assume-se um desenho caso-controle espacial. No presente estudo, os controles são os cães negativos para a pesquisa sorológica da leptospirose. A estimação da medida de risco avalia simultaneamente a variação na distribuição espacial de casos (cães soropositivos) quando comparados à distribuição espacial de controles (cães soronegativos). O presente trabalho utiliza a abordagem de Modelos Aditivos Generalizados (*Generalized additive model* - GAM) proposta por Kelsall e Diggle (1998), que permite a estimação espacial do risco controlando por fatores individuais de risco. As 18 variáveis utilizadas estão descritas na tabela 11. Quatro delas são características relacionadas com os moradores da casa; cinco são relacionadas com os cães; e nove são relacionadas com o ambiente. Com exceção das variáveis *sexo*, *rede de esgoto ou fossa*, *quantas pessoas* e *quantos cães*, que podiam apresentar mais de um valor, as demais variáveis foram categorizadas com SIM e NÃO.

TABELA 11 – DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS.

| Variáveis relacionadas com os moradores da casa | |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| ConheceLepto | Se algum morador da casa conhecia a leptospirose |
| AlguemLepto | Se algum morador da casa foi diagnosticado com leptospirose |
| Qtaspeessoas | Quantas pessoas moram na casa |
| Qtoscães | Quantos cães residem na casa |
| Variáveis relacionadas com os cães | |
| ContCaes | Se existe contato do cão com outros cães |
| Raca | Qual a raça do cão |
| Sexo | Qual o sexo do cão |
| AcessoRua | Se o cão tem acesso à rua |
| PoteReco | Se o pote de ração e água são recolhidos à noite |
| Variáveis relacionadas com o ambiente | |
| Ratos | Se há presença de ratos na casa ou próximo ao domicílio |
| Entulho | Se há entulho dentro do domicílio |
| Recicláveis | Se há recicláveis dentro da casa ou terreno |
| Esgoto | Se há esgoto a céu aberto próximo ou dentro do domicílio |
| Enchente | Se já houve enchente na casa |
| Terra | Se a casa possui terra no terreno |
| Vegetação | Se a casa possui algum tipo de vegetação no terreno |
| Cimento | Se a casa é cimentada |
| EsgotoOuFossa | Se o esgoto da casa é ligado à rede ou se há fossa na casa |

Além do mapeamento do risco, buscou avaliar se a superfície estimada variou significativamente na região, ou seja, reconhecendo o papel de dado fator como preditor importante da leptospirose canina e controlando por este, deseja-se identificar áreas nas quais o risco é significativamente elevado, buscando orientar a intervenção. O teste global do risco e a identificação de áreas de baixo e alto risco foram realizados utilizando o método de simulação Monte Carlo, proposto por Kelsall e Diggle (1998), adicionando os contornos de 0.05 e 0.95 da superfície de p-valores ao mapa.

4.3 RESULTADOS

Nos testes de sorodiagnóstico para leptospirose realizados, das 378 amostras, 105 (27,8%) foram positivas para pelo menos um dos 12 sorovares testados, considerando-se os títulos acima de 100 e a ocorrência de reação cruzada e co-infecção, ou seja, que um mesmo animal pudesse estar infectado com mais de um sorovar. Todos os cães foram georreferenciados na posição dos seus domicílios. A figura 12 apresenta a distribuição espacial dos cães amostrados, a localização geográfica dos cães negativos à SAM é representada por pontos verdes e os positivos por pontos vermelhos.

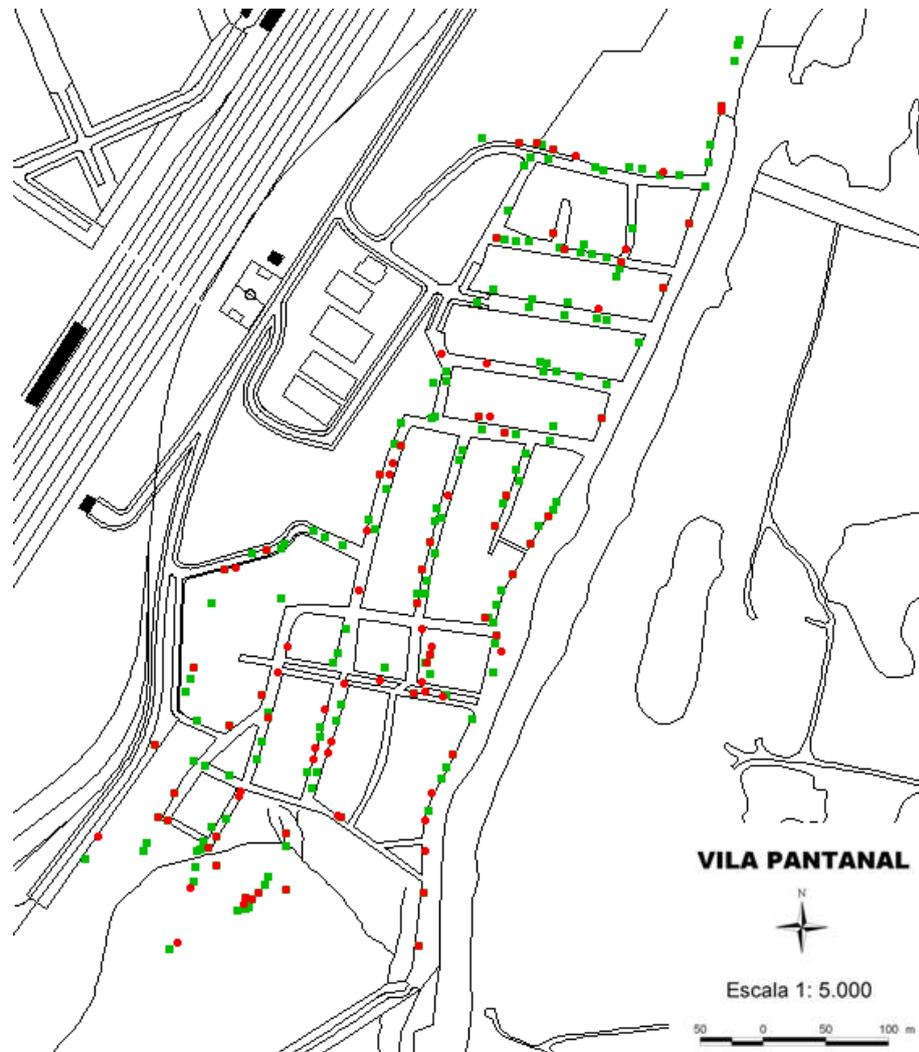


FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CÃES AMOSTRADOS NA VILA PANTANAL – CURITIBA, PR NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2009 A OUTUBRO DE 2010. A LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS CÃES NEGATIVOS A SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA É REPRESENTADA POR PONTOS VERDES E OS POSITIVOS POR PONTOS VERMELHOS.

O modelo final ajustado, por critério de informação de Akaike (HASTIE; TIBSHIRANI, 1990), assume um efeito linear do total de oito variáveis no logaritmo do risco. As estimativas dos parâmetros do modelo controlando-se o fator espacial são apresentadas na tabela 12. Dentre as variáveis, apenas a característica relacionada ao animal (se não possuía raça) mostrou-se significativamente associada à soropositividade do cão à leptospira. As demais variáveis não apresentaram associação estatisticamente significativa entre a população estudada.

TABELA 12 – ESTIMATIVAS DOS EFEITOS DE VARIÁVEIS

| Fatores | Estimativa | Erro Padrão | P-valor |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|
| Ratos (Sim) | -0.2121 | 0.2513 | 0.3987 |
| Sem raça defenida (Sim) | 0.7064 | 0.3511 | 0.0442 |
| Esgoto (Sim) | -0.1408 | 0.2681 | 0.5994 |
| Pote recolhido (Sim) | 0.1919 | 0.2512 | 0.4449 |
| Rede de esgoto ou fossa (Nenhum) | -0.3940 | 0.3725 | 0.2901 |
| Rede de esgoto ou fossa (RedeEsgoto) | -0.1727 | 0.3178 | 0.5868 |
| Enchente (Sim) | 0.2073 | 0.3294 | 0.5291 |
| Cimento (Sim) | -0.3931 | 0.2530 | 0.1202 |
| Recicláveis (Sim) | 0.2679 | 0.4723 | 0.5706 |

O efeito espacial controlando-se por fatores individuais para a ocorrência de soropositividade à leptospirose canina sobre a Vila Pantanal, em Curitiba, está apresentado na figura 13 e indica variação espacial significativa no risco com p-valor de 0,039. Como este efeito não tem uma escala de valores de interpretação direta, foi calculado um risco relativo (Figura 14) sob a hipótese de homogeneidade espacial. Para isto considera-se que a área é homogênea e obtém-se uma média de todas as predições, depois se divide cada uma das predições pela média geral. Com isto é possível avaliar o risco relativo em relação à média geral em que observações próximas da média apresentarão valores próximos da unidade. A figura 15 mapeia a incerteza associada a cada predição medida pelo erro padrão de predição em cada ponto. Com o mapa de risco relativo espacial é possível identificar áreas com risco relativo acima de um valor de referência, por exemplo, 1.6, mostrando que essas áreas têm quase o dobro de animais soropositivos do que a média geral da área.

Isto permite delimitar áreas de alta infecção pela *Leptospira* sp., e que devem receber maior atenção pelas agências de saúde locais. No mapa de erros padrão fica evidente que a incerteza aumenta em localizações onde existem poucas observações. Por exemplo, pequenas bordas do mapa de incerteza apresentam um erro padrão de aproximadamente 0.25, enquanto que onde foram feitas as observações o erro padrão varia entre 0 e 0.1.

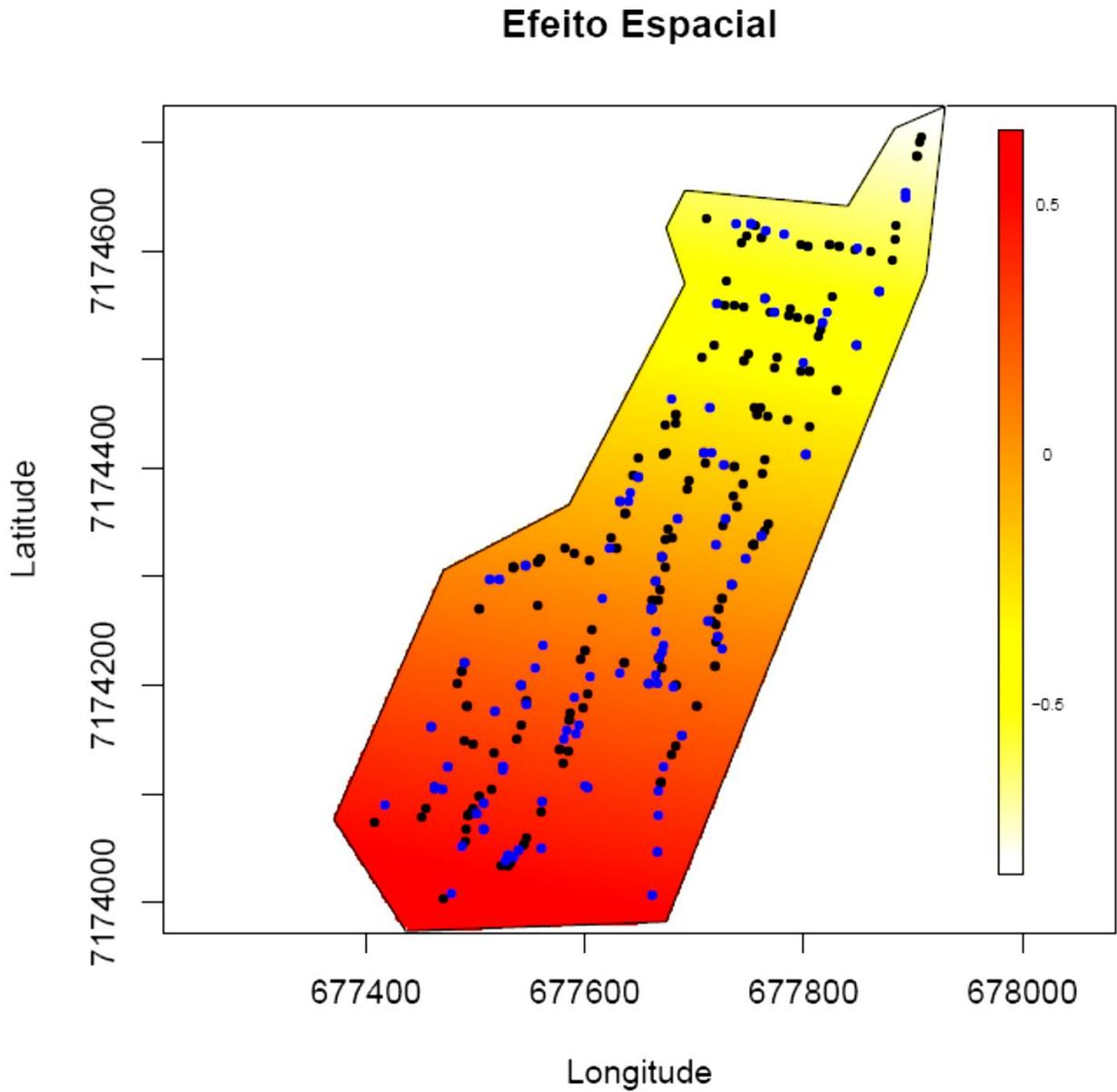


FIGURA 13 – MAPA DO EFEITO ESPACIAL E LOCALIZAÇÃO DOS ANIMAIS SOROPOSITIVOS (AZUL) E SORONEGATIVOS (PRETO) À LEPTOSPIROSE.

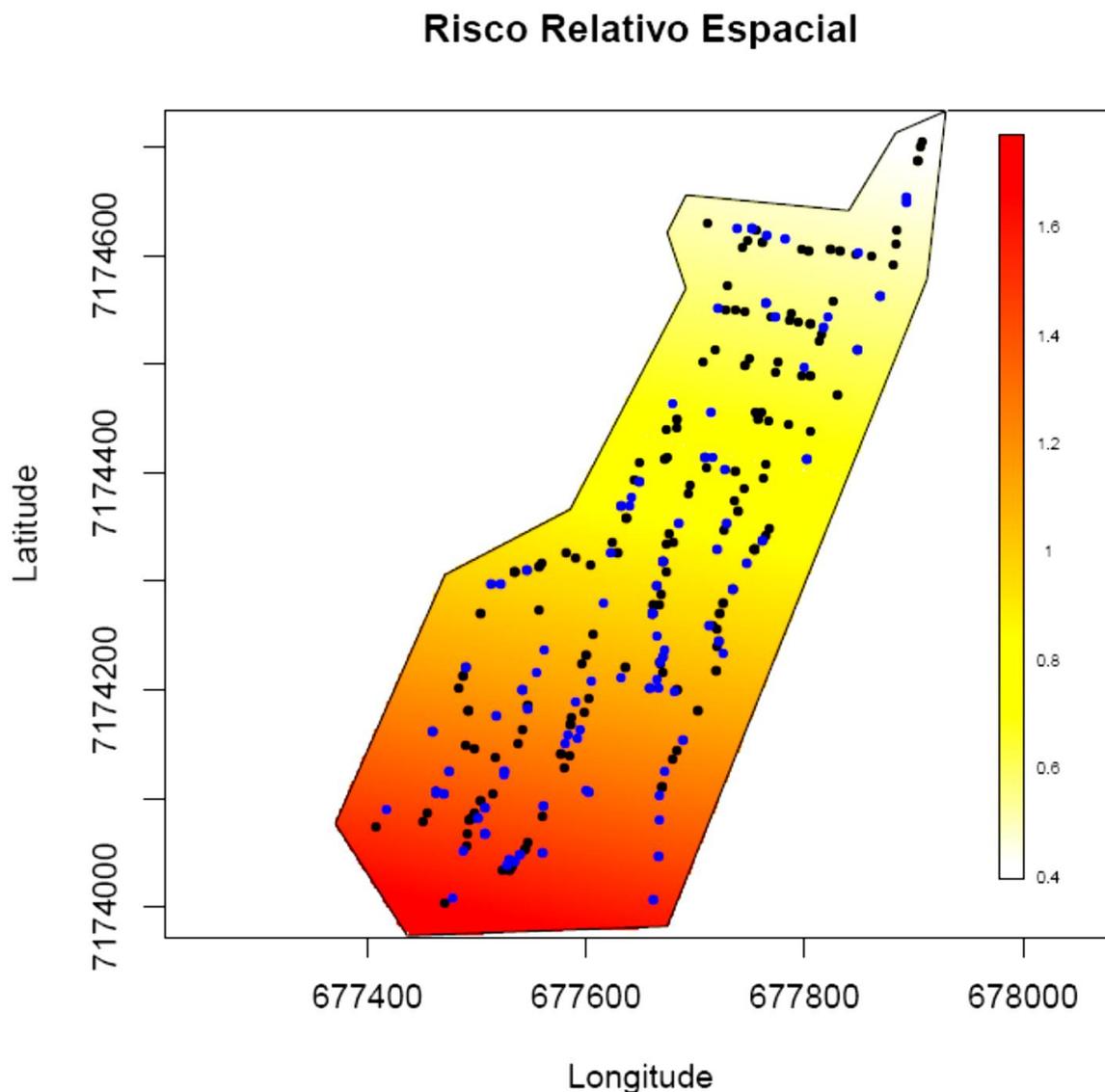


FIGURA 14 – RISCO RELATIVO PARA A LEPTOSPIROSE CANINA E LOCALIZAÇÃO DOS ANIMAIS SOROPOSITIVOS (AZUL) E SORONEGATIVOS (PRETO).

Nota: O valor da escala representa o número de animais positivos acima da média. Por exemplo, nos locais com a cor representada pelo valo de referência 1.6, demonstra que essas áreas têm quase o dobro (1,6 vezes mais) de animais soropositivos do que a média geral da área.

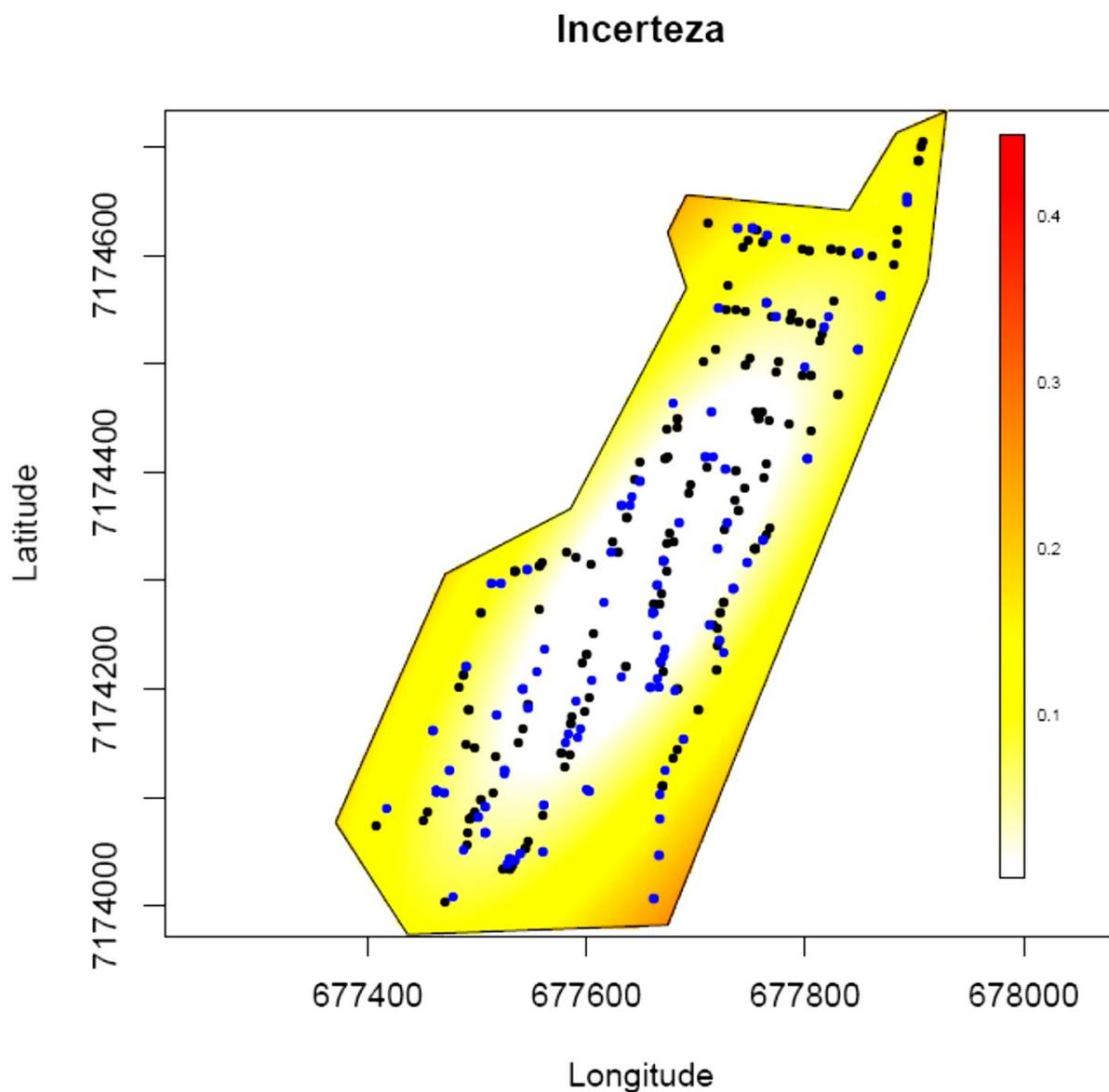


FIGURA 15 – INCERTEZA ASSOCIADA AO RISCO RELATIVO ESPACIAL E LOCALIZAÇÃO DOS ANIMAIS SOROPOSITIVOS (AZUL) E SORONEGATIVOS (PRETO) À LEPTOSPIROSE.

Nota: O menor erro padrão (=0) é apresentando no mapa em cor branca, aumentando o erro de acordo com a intensidade da cor.

4.4 DISCUSSÃO

A soroprevalência apresentou um padrão de distribuição espacial que envolveu toda a área da Vila. Pode-se deduzir que, na escala abordada, houve correlação espacial com características epidemiológicas, uma vez que toda a Vila apresenta situação de risco para contaminação por *Leptospira* spp., assim como o observado por Magalhães *et al.* (2006) que verificaram concentração de cães sororreagentes em áreas de saneamento básico deficiente.

Para a análise espacial da leptospirose em nível municipal devem ser levados em consideração três fatores principais: as condições sociais dessa população, o risco de ocorrência de inundação e a concentração populacional (PAULA, 2005). Analisando-se conjuntamente esses três aspectos, torna-se evidente o motivo pelo qual a Vila Pantanal apresentou grande distribuição de animais reagentes para leptospirose. A alta densidade demográfica e a crítica condição de pobreza, aliadas ao fato de que diversas regiões da Vila estão sujeitas às inundações, deixam o local com condições favoráveis à disseminação da doença. Para Sabroza *et al.* (1992), a maneira como os espaços são ocupados por populações de diferentes estratos socioeconômicos pode tornar tais espaços vulneráveis e criar condições favorecedoras para produção e reprodução de doenças.

Através do modelo empregado foi possível obter estimativas do risco continuamente no espaço, controlando por fatores individuais de risco e utilizando as localizações pontuais de casos e controles. Para a soropositividade canina à leptospirose na Vila Pantanal, das diversas variáveis analisadas, no modelo melhor ajustado, apenas a característica relacionada ao animal, se não possuía raça mostrou-se significativamente associada. Entretanto, a raça do animal é pouco influenciada quando se trata da ocorrência de leptospirose canina. Diversos trabalhos também demonstram uma maior proporção de cães sem raça definida reagentes porém sem significância estatística (CALDAS *et al.*, 1977, MODOLO *et al.*, 2000; BATISTA *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2006). Salieta-se que os cães sem raça definida, por terem mais facilidade de andarem soltos e por mais tempo nas ruas, ficam também mais expostos ao contato com leptospiras presentes no ambiente, em lixos, em águas contaminada, bem como com outros animais doentes. No presente

trabalho, essa característica encontrada pode estar relacionada ao número muito grande de animais sem raça definida (n=312), quando comparado aos de raça (n=66) analisados.

Quando se realiza o mapeamento do risco, observa-se a relação significativa do efeito espacial no desenvolvimento da doença, além das variáveis estudadas, reconhecendo que existe o papel de algum fator como preditor importante da leptospirose canina que não foi nenhum dos analisados pelo presente estudo, ou seja, pode haver outras variáveis não levadas em consideração neste trabalho que devem ser importantes para explicar a resposta. Tais variáveis teriam padrão espacial de distribuição na área e na ausência de medidas, têm seus efeitos capturados pelo efeito espacial. Certamente, não apenas um, mas a ação conjunta desses fatores influencia o risco maior da doença nos locais de maior efeito espacial e, conseqüentemente, maior risco relativo espacial.

A análise do modelo possibilitou identificar as regiões de sobre-risco, onde a soropositividade canina à leptospirose é significativamente maior, mesmo controlando pelas demais variáveis. Essas superfícies de risco diferenciado relacionam-se às condições socioeconômicas e ambientais das áreas, independente da ocorrência individual das variáveis. Ou seja, os animais e as pessoas moradoras nessas regiões estão expostos a situações de risco coletivo que não aquelas indicadas pelas variáveis analisadas. Através desse mapeamento do risco, foi possível identificar que as áreas nas quais o risco é significativamente elevado, coincidiram com as áreas de pior condição socioeconômica e ambiental observadas no local, que revelou a presença de esgotos a céu aberto dentro e próximo dos domicílios, lixo e entulhos à revelia nos quintais das casas e cães semi-domiciliados com acesso às ruas.

Na falta de uma política habitacional capaz de atender às pressões urbanas das grandes cidades, multiplicaram-se as ocupações irregulares de terras e assentamentos precários ou favelas (PIMENTEL *et al.*, 2000). Os moradores dessas regiões acabam despejando seu lixo onde lhes for conveniente, ficando de fácil acesso para os cães e roedores, o que cria condições favoráveis para a disseminação da leptospirose. Diversos trabalhos que também analisaram o contexto ambiental de casos de leptospirose verificaram que as maiores taxas de incidência ocorreram nessas regiões ao redor das zonas de acumulação de lixo e de deficiência de infraestrutura básica, apontando para a combinação de fatores

socioambientais, ainda que a relação não seja direta (BARCELLOS; SABROZA 2000; FIGUEIREDO *et al.*, 2001; ROMERO *et al.*, 2003; DIAS *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2010).

O resultado da análise indica claramente os territórios em maior risco na região da Vila Pantanal, possibilitando o planejamento de ações mais específicas.

4.5 CONCLUSÕES

Através da utilização dos resultados sorológicos de um grande número de cães dentro de uma comunidade urbana carente do Município de Curitiba, este trabalho mostrou ser possível obter estimativas do risco continuamente no espaço, controlado por fatores individuais de risco e utilizando as localizações pontuais dos casos e controles.

As técnicas de análise espacial utilizadas ajudaram a compreender melhor a distribuição dos animais sororreagentes à leptospirose e identificar os territórios em maior risco na região da Vila Pantanal, possibilitando o planejamento de ações mais específicas e dirigidas a essas áreas em um contexto de vigilância da saúde.

REFERÊNCIAS

BAILEY, T. C. Spatial statistical methods in health. **Cadernos de Saúde Pública**, v.17, n.5, p.1083-1098, 2001.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, n. 3, p. 389-397, 1996.

BARCELLOS, C.; SABROZA, P. Socio-environmental determinants of the leptospirosis outbreak of 1996 in western Rio de Janeiro: a geographical approach. **International Journal Health Research**, v. 10, p. 301-313, 2000.

BATISTA, C. S. A.; ALVES, C. J.; AZEVEDO, S. S.; VASCONCELLOS, S. A.; MORAIS, Z. M.; CLEMENTINO, I. J.; ALVES, F. A. L.; LIMA, F. S.; ARAÚJO NETO, J. O. Soroprevalência e fatores de risco para a leptospirose em cães de Campina Grande, Paraíba. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n.2, p.179-185, 2005.

BATISTA, C. S. A.; DE AZEVEDO, S. S.; ALVES, C. B.; VASCONCELLOS, A. S.; DE MORAIS, Z. M.; CLEMENTINO, I. J.; *et al.* Soroprevalência de leptospirose em cães errantes da cidade de Patos, Estado da Paraíba, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p. 131-136, 2004.

BHARTI, A. R. ; NALLY, J. E. ; RICALDI, J. N. ; MATTHIAS, M. A. ; DIAZ, M. M.; *et al.* Leptospirosis: A zoonotic disease of global importance. **Lancet Infectious Diseases**, v. 3, p. 757–771, 2003.

BLAZIUS, R. D.; ROMÃO, P. R. T.; BLAZIUS, E. M. C. G.; DA SILVA, O. S. Ocorrência de cães errantes soropositivos para *Leptospira* spp. na cidade de Itapema, Santa Catarina, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 6, p. 1952-1956, 2005.

CALDAS, E. M.; DORIA, J. D.; MARTINS, M. A. Immunological inquiry for the epidemiology of leptospirosis in canis familiaris in Salvador, Bahia, Brazil. **Int. J. Zoonoses**, v. 4, p. 103-110, 1977.

DIAS, J. P.; TEIXIERA, M. G.; COSTA, M. C. N.; MENDES, C. M. C. M.; GUIMARÃES, P.; REIS, M. G.; KO, A. I.; BARRETO, M. L. Factors associated with *Leptospira* sp. infection in large urban center in northeastern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, p. 499–504, 2007.

DIGGLE, P. J. **Statistical Analysis of Spatial Point Patterns**. London: Academic Press, 1983.

FIGUEIREDO, C. M.; MOURÃO, A. C.; OLIVEIRA, M. A. A.; ALVES, W. R.; OOTEMAN, M. C.; CHAMONE, C. B.; KOURY, M. C. Leptospirose humana no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, n. 4, p. 331-338, 2001.

HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. **Generalized additive models**. London: Chapman & Hall, 1990.

IHAKA, R.; GENTLEMAN, R. R. A Language for Data Analysis and Graphics. **Journal of Computational and Graphical Statistics**, v.5, p.299-314, 1996.

KELSALL, J. E.; DIGGLE, P. J. Spatial variation in risk of disease: A nonparametric binary regression approach. **Applied Statistics**, v. 47, p. 559-573, 1998.

MAGALHÃES, D. F.; SILVA, J. A.; MOREIRA, E. C.; WILKE, V. M. L.; HADDAD, J. P. A.; MENESES, J. N. C. Prevalência de aglutininas anti-*Leptospira interrogans* em cães de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2001 a 2002. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 167-74, 2006.

MODOLO, J. R.; LANGONI, H.; SHIMABUKURO, F. H.; MENDONÇA, A. O.; VICTÓRIA, C.; PADOVANI, C. R. Inquérito soropidemiológico para leptospirose canina, no município de Botucatu – SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIA, 27., 2000, Águas de Lindóia. **Anais... Águas de Lindóia**, 2000. p.95.

PAPPAS, G.; PAPADIMITRIOU, P.; SIOZOPOULOU, V.; CHRISTOU, L.; AKRITIDIS, N. The globalization of leptospirosis: worldwide incidence trends. **International Journal Infectious Diseases**, v. 12, n. 4, p. 351–357, 2008.

PAULA, E. V. Leptospirose Humana: uma análise climato-geográfica de manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia, Brasil. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 2301-2308, 2005.

PIMENTEL, A. M.; RÉGIS, F. J. M.; CARNEIRO, R. M. Leptospirose. In: Tonelli E, Freire LMS, editores. **Doenças Infecciosas na Infância e na Adolescência**. Rio de Janeiro: Medsi, p. 481-484, 2000.

QUERINO, A. M. V.; DELBEM, A. C. B.; DE OLIVEIRA, R. C.; DA SILVA, F. G.; MÜLLER, E. E.; FREIRE, R. L.; DE FREITAS, J. C. Fatores de risco associados à leptospirose em cães do município de Londrina-PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, n. 1, p. 27-34, 2003.

ROMERO, E. C.; BERNARDO, C. C. M.; YASUDA, P. H. Human leptospirosis: a twenty-nine-year serological study in São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 45, p. 245–248, 2003

ROWLINGSON, B.; DIGGLE, P. Splancs: spatial point pattern analysis code in S-Plus. **Computers and Geosciences**, Amsterdam, v.19, p.627-655, 1993.

SABROZA, P. C.; TOLEDO, L. M.; OSANAI, C. H. A **Organização do espaço e processos endêmicos-epidêmicos**. In: Leal MC, Sabroza PC, Rodrigues RH, Bus PM, editores. Saúde, Ambiente e Desenvolvimento. São Paulo: Hucitec /Rio de Janeiro: Abrasco, v.2, p.57-77, 1992.

SILVA, W. B.; SIMÕES, L. B.; LOPES, A. L. S.; PADOVANI, C. R.; LANGONI, H.; MODOLO, J. R. Avaliação de fatores de risco de cães sororreagentes à *Leptospira* spp. e sua distribuição espacial, em área territorial urbana. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 6, p. 783-792, 2006.

SOARES, T. S.; LATORRE, M. D. O. R.; LAPORTA, G. Z.; BUZZAR, M. R. Spatial and seasonal analysis on leptospirosis in the municipality of São Paulo, Southeastern Brazil, 1998 to 2006. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 2, p. 283-91, 2010.

5 ÁRVORE DE DECISÃO PARA AVALIAÇÃO DOS FATORES DE RISCO DE CÃES SORORREAGENTES À *LEPTOSPIRA* SPP. E SUA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL, EM COMUNIDADE URBANA CARENTE DE CURITIBA, PARANÁ

RESUMO

A leptospirose é uma doença zoonótica importante associada a regiões pobres das áreas urbanas dos países em desenvolvimento. Embora roedores urbanos sejam considerados os principais reservatórios da leptospirose, os cães podem desenvolver a doença, tornam-se portadores assintomáticos e podem ser usados como sentinelas para a epidemiologia da doença. O objetivo do presente estudo foi determinar a distribuição espacial de cães sororreagentes para *Leptospira* spp. aplicando o sistema de informações geográficas (SIG) e a mineração de dados (árvore de decisão) para avaliar os fatores de risco para a leptospirose canina em uma área endêmica de Curitiba, sul do Brasil. Os fatores de risco incluíram o resultado da soroaglutinação microscópica (SAM) no soro de cães, a doença prévia em humanos no domicílio, o contato com ratos ou outros cães, a raça do cão, o acesso a rua, a alimentação, o lixo em torno da casa ou quintal, a proximidade de esgoto a céu aberto e as enchentes. Um total de 165/189 (87,3%) das amostras dos animais foram corretamente classificadas. 154/159 (96,8%) amostras não reagentes foram corretamente classificadas e apenas 5 (3,2%) foram erroneamente identificadas. Por outro lado, apenas 11/30 (36,7%) das amostras reagentes foram corretamente classificados, com 19/30 (63,3%) amostras sendo classificadas sem o diagnóstico. O método de árvore de decisão revelou um uso significativo na classificação de animais negativos para a leptospirose canina, embora tenha obtido uma classificação com baixo índice de acerto de animais positivos. A análise evidenciou o carácter multifatorial da epidemiologia da leptospirose canina.

Palavras chaves: árvore de decisão, leptospirose, cães, análise espacial.

DECISION TREE FOR EVALUATION OF CANINE LEPTOSPIROSIS RISK FACTORS AND SPATIAL DISTRIBUTION OF SEROPOSITIVE DOGS TO *LEPTOSPIRA* SPP. IN URBAN POOR COMMUNITY OF CURITIBA, PARANÁ

ABSTRACT

Leptospirosis is an important zoonotic disease associated to poor areas of urban settings of developing countries. Although rodents are reportedly considered the main reservoirs of leptospirosis, dogs may develop the disease, become asymptomatic carriers and may be used as sentinels for disease epidemiology. The aim of the present study was to apply Geographical Information Systems (GIS) and data prospection (decision tree) to evaluate the risk factors for canine leptospirosis in an endemic area of Curitiba city, Southern Brazil. Results of microagglutination test (MAT) from dog serum samples were compared to risk factors such as previous disease in the household, contact with rats or other dogs, dog breed, outdoors access, feeding, trash around house or backyard, open sewer proximity and flooding. A total of 165/189 (87.3%) dog samples were correctly classified, 154/159 (96.8%) samples were considered non-reagent and were correctly classified and only 5/159 (3.2%) were wrongly identified. On the other hand, only 11/30 (36.7%) reagent samples were correctly classified, with 19/30 (63.3%) samples failing diagnosis. Decision tree showed a significant use on ruling out leptospirosis on differential diagnosis but a low success rate in diagnosis of reagent animals. Analyses also highlighted the multi-factorial epidemiological pattern involved on canine leptospirosis.

Key words: decision tree, leptospirosis, dogs, spatial analysis.

5.1 INTRODUÇÃO

A leptospirose é uma zoonose emergente que se estendeu além das áreas rurais e tornou-se uma das causas de epidemias em comunidades urbanas dos países em desenvolvimento (PAPPAS *et al.*, 2008). No cão a leptospirose constitui um grave problema, pois os animais que desenvolvem a doença podem tornar-se carreadores assintomáticos, assumindo então a condição de reservatório e risco à saúde pública (BATISTA *et al.*, 2004). Do ponto de vista epidemiológico, os cães desempenham um papel fundamental no ciclo da doença, pois se comportam como sentinelas, podendo alertar quanto à introdução de um novo sorovar de importância zoonótica, atuando também como indicadores de contaminação ambiental (BLAZIUS *et al.*, 2005).

A infecção humana, na maioria das vezes, está associada ao contato com água, alimentos ou solo contaminados pela urina de animais portadores da *Leptospira* spp.. Em situações de enchentes e inundações, a urina dos ratos, presente em esgotos e bueiros, mistura-se à enxurrada e à lama das enchentes (BHARTI *et al.*, 2003). Para os cães, os principais fatores de risco observados em estudos anteriores foram o hábito de caçar roedores, presença de áreas alagadiças próximas às residências e o acesso à rua (QUERINO *et al.*, 2003).

Uma vez que a leptospirose é uma doença determinada no espaço e no tempo por fatores ambientais e sociais, os sistemas de informações geográficas (SIG) são úteis para identificar os fatores ambientais e sociais que permitem determinar e delimitar a área de risco, permitindo o planejamento de medidas de intervenção junto às populações expostas aos fatores de riscos identificados. O uso de SIG tem sido utilizado no estudo da leptospirose no Brasil e em outros países que também sofrem da enfermidade (BARCELLOS; SABROZA, 2000; FIGUEIREDO *et al.*, 2001; GEORGE *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2010).

O uso do SIG aliado a técnicas de análise espacial permite, além do mapeamento da doença, a identificação e a avaliação de fatores de risco à saúde, podendo revelar estruturas sociais, econômicas e ambientais (BARCELLOS; BASTOS, 1996). As aplicações destas técnicas em epidemiologia para auxiliar a compreensão da dinâmica das doenças infecciosas demonstram a significativa utilidade desta técnica.

Além do uso do SIG e de análise espacial, a técnica de mineração de dados, árvore de decisão é bastante utilizada para determinar o padrão de comportamento de conjuntos de dados em diferentes formas de representações (ARAKI, 2005; MARCELINO, 2003). Esta técnica pode fornecer um grande potencial para buscar um padrão no comportamento das variáveis que determinam a ocorrência da leptospirose.

O objetivo do presente estudo foi aplicar a técnica de mineração de dados (árvore de decisão) para avaliar os fatores de risco para leptospirose canina e delimitar áreas de riscos de transmissão de leptospirose, através de variáveis relacionadas ao proprietário, ao ambiente e aos animais, utilizando ferramentas de SIG.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área

O presente estudo foi realizado na Vila Pantanal, uma região de baixa renda, situado na região sudeste de Curitiba (Figura 16), capital do estado Paraná e oitava cidade mais populosa do Brasil, com 1.746.896 habitantes (IBGE, 2010). A ocupação da área ocorreu no final da década de 80, às margens do canal do Rio Iguaçu, na área de preservação ambiental (APA) do Iguaçu. Aproximadamente 765 famílias habitam o local (2322 pessoas) em condições precárias. A Vila Pantanal é caracterizada pela ocorrência de alagamentos constantes, falta de saneamento básico e acúmulo de lixo.

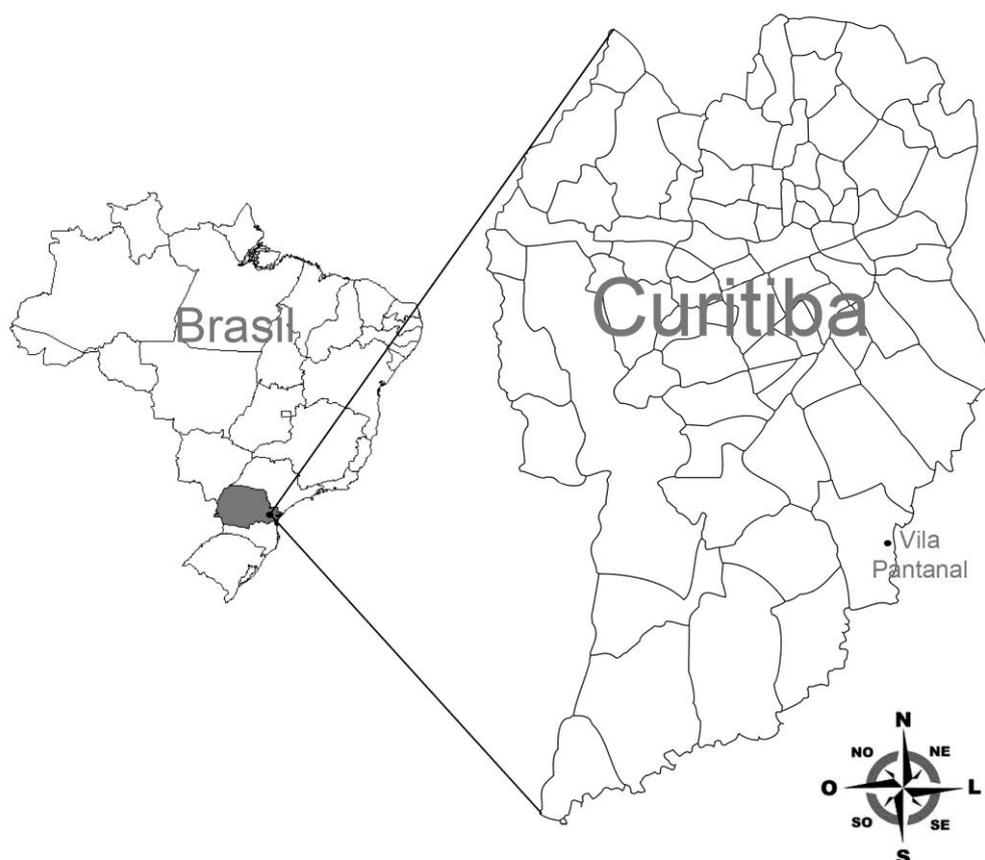


Figura 16 – Localização da Vila Pantanal no Município de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil.

5.2.2 Animais e Teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM)

De acordo com os dados processados em 2008 pelo Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB), estão cadastrados 845 cães e 128 gatos no local. A área geográfica da Vila Pantanal foi dividida em quadras e a coleta de sangue dos cães foi realizada casa a casa, de forma aleatória. Participaram do estudo cães domiciliados com idade mínima de quatro meses e foram colhidas 287 amostras no mês de janeiro de 2010.

O sangue foi obtido por punção venosa jugular, cefálica ou safena, acondicionado em tubos de 6 mL para soro com gel separador. A colheita foi realizada com agulha 30 x 8 mm e seringa descartável de 10 mL, centrifugado a 3.500 rpm por cinco minutos para obtenção do soro, seguido de pipetagem e acondicionado em microtubo de plástico de 2,0 mL, seguido de congelamento a -20° C.

As amostras foram processadas e enviadas ao Núcleo de Pesquisas em Zoonoses (NUPEZO) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) no Campus de Botucatu, para realização do teste de Soroaglutinação Microscópica (SAM), teste padrão ouro, recomendado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2003). Foram utilizados os sorovares Australis, Bratislava, Autumnalis, Canicola, Cynopteri, Djasiman, Grippytyphosa, Copenhageni, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Pyrogenes e Hardjo, totalizando doze para cada amostra testada.

O presente estudo foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná (Protocolo 007/2009).

5.2.3 Análise espacial dos dados coletados

As coordenadas geográficas correspondentes a cada casa em que residiam os animais do estudo foram coletadas usando um sistema de posicionamento global (*Global Positioning System* – GPS) (Geoexplorer, Trimble, Sunnyvale, CA, USA). Os pontos marcados no GPS foram identificados por letras e números correspondentes

à ficha de cada animal. De posse desses dados foi feito o georreferenciamento, conectando as planilhas eletrônicas, que continham todas as informações sobre os animais coletados, aos dados armazenados no aparelho. O mapa com a distribuição espacial dos cães reagentes e não-reagentes à leptospirose foi gerado usando um software comercialmente disponível (*ArcView GIS 3.2*, ESRI, Redlands, CA. USA).

5.2.4 Variáveis e Árvore de Decisão

As variáveis explicativas usadas neste trabalho foram obtidas através da aplicação de um questionário aos proprietários dos animais e através da observação do ambiente pelo avaliador. Foram obtidas um total de 57 questões, referentes aos 287 cães amostrados, das quais 11 foram usadas como variáveis do tipo booleanas (Sim ou Não). As variáveis foram separadas em três grupos, variáveis relacionadas com os moradores da casa, variáveis relacionadas com os cães e variáveis relacionadas com o ambiente.

Para aplicar a técnica de mineração de dados foi utilizado um software de domínio público (*Waikato Environment for Knowledge Analysis – Weka*, Universidade de Waikato, Nova Zelândia) usando o sistema de aprendizado com o algoritmo de indução de árvore de decisão C4.5 desenvolvido por Quinlan (1993) e implementado em sua versão para linguagem Java (no *Weka*) com o nome J4.8 (WEKA, 2006).

A base de dados usada para gerar a árvore de decisão foram as 11 variáveis explicativas (Tabela 13) juntamente com os resultados da coleta de sangue dos animais (sorodiagnóstico), que foi usado como variável preditiva. A matriz de dados foi dividida em arquivos de treinamento e teste. Para o arquivo de treinamento foram selecionadas 189 amostras (aproximadamente 2/3 do total de amostras) aleatoriamente para a definição das regras de decisão. Como arquivo de teste foram usadas as 98 amostras restantes.

TABELA 13 – DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS.

| Variáveis relacionadas com os moradores da casa | |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| ConheceLepto | Alguém na casa conhece leptospirose? |
| LeptoCasa | Alguém na casa já foi diagnosticado com leptospirose? |
| Variáveis relacionadas com os cães | |
| ContCaes | Existe contato do cão com outros cães? |
| Raca | O cão tem raça definida? |
| AcessoRua | O cão tem acesso à rua? |
| PoteReco | O pote de ração e água são recolhidos a noite? |
| Variáveis relacionadas com o ambiente | |
| Ratos | Refere presença de ratos na casa ou próximo ao domicílio? |
| Entulho | Há entulho dentro do domicílio? |
| Esgoto | Há esgoto a céu aberto próximo ou dentro do domicílio? |
| Enchente | Já houve enchente na casa? |
| EsgotoOuFossa | O esgoto é ligado À rede ou há fossa no domicílio? |

5.3 RESULTADOS

Nos testes de sorodiagnóstico para leptospirose realizados, das 287 amostras, 47 (16,4%) foram positivas para pelo menos um sorovar, considerando-se os títulos acima de 100 e a ocorrência de reação cruzada e co-infecção, ou seja, que um mesmo animal pudesse estar infectado com mais de um sorovar. Todos os cães foram georreferenciados na posição dos seus domicílios. A figura 17 apresenta a distribuição espacial dos cães amostrados.

Na Figura 17, a localização geográfica dos cães negativos a SAM é representada por pontos verdes e os positivos por pontos vermelhos. Observa-se também nessa figura a distribuição aleatória dos cães positivos.

O resultado dos testes de sorologia juntamente com as 11 variáveis explicativas foram usados para a geração da árvore de decisão. De acordo com a árvore, os principais fatores de risco para a leptospirose canina estão relacionados com as variáveis: AcessoRua, ConheceLepto, ContCaes, Esgoto, Ratos, LeptoCasa, EsgotoOuFossa e Entulho (explicadas na Tabela 13). A Figura 18 mostra a representação gráfica da árvore de decisão selecionada.



FIGURA 17 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CÃES AMOSTRADOS NA VILA PANTANAL – CURITIBA, PR. A LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS CÃES NEGATIVOS A SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA (SAM) É REPRESENTADA POR PONTOS VERDES E OS POSITIVOS POR PONTOS VERMELHOS.

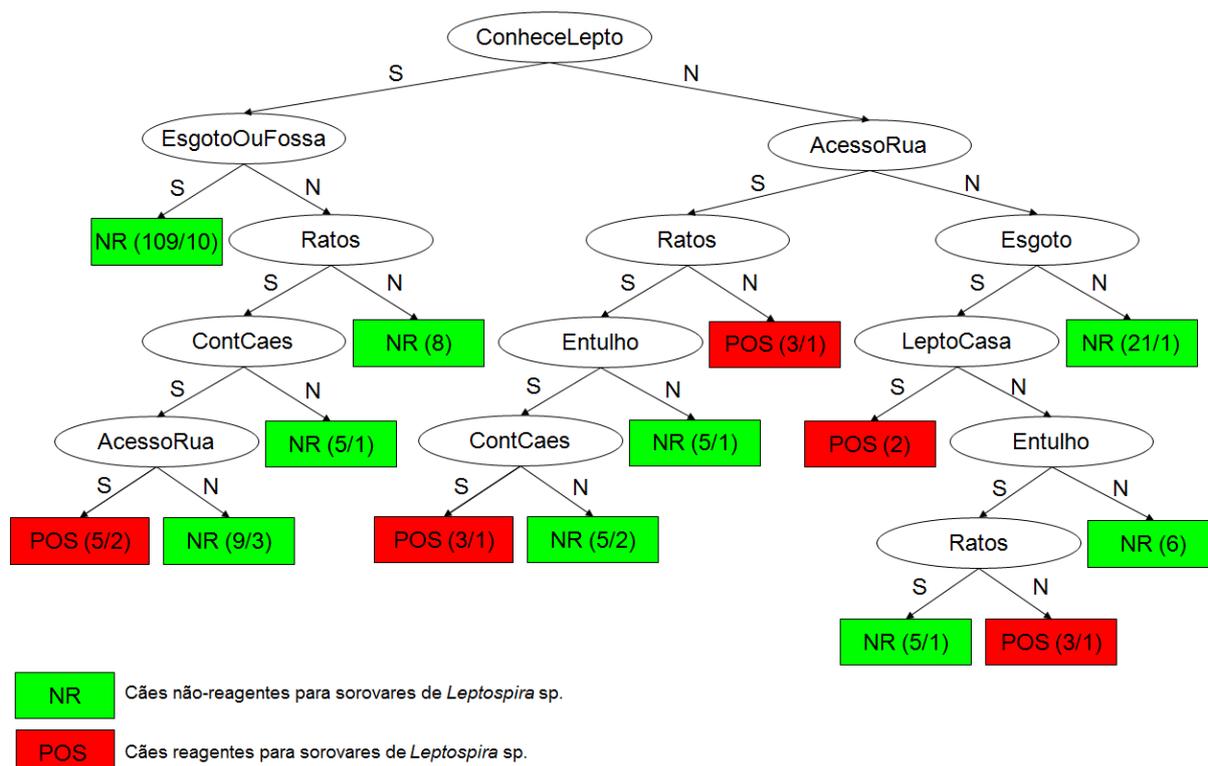


FIGURA 18 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ÁRVORE DE DECISÃO (VARIÁVEIS EXPLICADAS NA TABELA 13).

Nota: Para cada regra de classificação, tem-se dentro dos parênteses o número de amostras classificadas na folha sobre o número de amostras classificadas incorretamente nessa folha (ex: 5/2).

A variável colocada na raiz da árvore foi Conhecelepto, correspondendo à divisão em dois grupos: quando alguém da casa do cão conhecia a doença (136 amostras, aproximadamente 72%) e quando não conhecia (53 amostras, aproximadamente 28%). Segue a divisão da árvore em função das variáveis, sempre em função de duas possibilidades, classificando as amostras como cães não reagentes (NR) ou cães reagentes (POS) ou as amostras são classificadas com uma nova regra de classificação em função de outra variável.

Esta árvore (Figura 18) alcançou 87,3% de amostras classificadas corretamente, gerando um índice Kappa de 0,413. A Tabela 14 mostra a matriz de confusão da árvore gerada através do algoritmo J4.8 do *Weka*. Analisando a matriz podem-se detectar possíveis problemas na classificação e também na separabilidade entre as classes. Os valores em negrito são os números de amostras classificadas corretamente.

TABELA 14 – MATRIZ DE CONFUSÃO.

| Classe | Classificação | |
|--------------|----------------|-------------------|
| | POSITIVO (POS) | NÃO REAGENTE (NR) |
| POSITIVO | 11 (36,7%) | 19 (63,3%) |
| NÃO REAGENTE | 5 (3,2%) | 154 (96,8%) |

Na matriz de confusão, das 189 amostras, 165 são classificadas corretamente. Para as 159 amostras dos animais não reagentes, 96,8% (154/159) foram classificadas corretamente e apenas 3,2% (5/159) foram classificadas como positivos. Para as 30 amostras de animais soropositivos, 36,7% (11/30) das amostras foram classificadas corretamente e 63,3% (19/30) foram classificadas como não reagentes.

5.4 DISCUSSÃO

A soroprevalência apresentou um padrão de distribuição espacial que envolveu toda a área da Vila, sem aglomeração dos animais reagentes. Pode-se deduzir que, na escala abordada, houve correlação espacial com características epidemiológicas, uma vez que toda a Vila apresenta situação de risco para contaminação por *Leptospira* spp., diferentemente de Magalhães *et al.* (2006) que verificaram concentração de cães sororreagentes em áreas localizadas, mas também com sobreposição em áreas de saneamento básico deficiente.

Para a análise espacial da leptospirose em nível municipal devem ser levados em consideração três fatores principais: as condições sociais dessa população, o risco de ocorrência de inundação e a concentração populacional (PAULA, 2005). Analisando-se conjuntamente esses três aspectos, torna-se evidente o motivo pelo qual a Vila Pantanal apresentou-se com distribuição aleatória de animais reagentes para leptospirose. A alta densidade demográfica e a crítica condição de pobreza, aliadas ao fato de que diversas regiões da Vila estão sujeitas às inundações, deixam o local com condições favoráveis à disseminação da doença.

A árvore de decisão classificou os cães como não reagentes se o proprietário conhece a doença e possui rede de esgoto ou fossa no domicílio. Isso demonstra o que já era esperado, quando existe rede de esgoto ou fossa na propriedade, menor a possibilidade de ratos e de contaminação ambiental no local e, assim, menor as chances dos cães que vivem nessa condição de adquirir a doença, devido ao menor contato com água contaminada proveniente de fossas e valetas (FURTADO *et al.*, 1997).

Por outro lado, quando existe desconhecimento dos proprietários sobre a doença, a divisão da árvore foi em função do cão ter ou não acesso a rua. A árvore de decisão classifica um animal soropositivo para leptospirose quando o cão tem acesso à rua, existem ratos dentro ou próximo ao domicílio, a casa apresenta entulho e o cão tem contato com outros cães. Segundo Silva *et al.* (2006), o manejo de criação demonstrou ser um fator relevante, uma vez que o índice de cães reagentes que tinham acesso à rua era maior dos que não o tinham. Da mesma forma, de acordo com o estudo realizado por Furtado *et al.* (1997), os cães que não permaneciam confinados tinham 2,61 vezes mais chances de adquirir a doença,

provavelmente porque esses animais teriam entrado em contato com cães estranhos e com outros fatores de risco.

O aumento do risco da doença no local pode ser atribuído ao fato de que aproximadamente 15,9% das famílias trabalham com a coleta de material reciclável, atividade esta que envolve além da informalidade, condições insalubres e perigosas de trabalho. Este fato é agravado uma vez que 79% das famílias de coletores de material reciclável utilizam o espaço doméstico para separação ou armazenamento do material coletado, cujo ambiente é favorável para a presença de roedores (COHAB, 2009).

Em uma das classificações, quando não existe presença de rato próximo ou dentro do domicílio, a árvore classificou os animais como soropositivos. Lopes *et al.* (2005) também apresentaram um maior número de cães reagentes quando não havia contato com roedores, diferentemente dos resultados de Furtado *et al.* (1997) e Masculli *et al.* (2002). Porém, esses autores relatam que o fator de risco pode ser considerado como não adequadamente avaliado, devido ao fato de ser completamente contra o esperado, uma vez que a presença de ratos está intimamente ligada ao aparecimento da doença. Relatam ainda que os proprietários, muitas vezes, ocultam fatos importantes que consideram indesejáveis, fato esse, provavelmente, ocorrido no presente trabalho durante a aplicação do questionário aos proprietários, visto que os ratos foram observados em diversos lugares na Vila Pantanal.

De uma forma geral, a análise dos fatores de risco através da árvore de decisão demonstrou que as variáveis rede de esgoto, ratos, entulho e acesso à rua, possivelmente, explicam a soropositividade de cães na Vila Pantanal. Os principais fatores de risco em adquirir a doença, observados em estudos anteriores, consistem em caminhar em áreas com água estagnada no caso das pessoas (DOUGLIN *et al.*, 1997) e o hábito de caçar roedores, presença de áreas alagadiças próximas às residências e o acesso à rua para os cães (QUERINO *et al.*, 2003). Tais fatores são agravados diante da localização geográfica da Vila Pantanal, área localizada às margens do canal do Rio Iguaçu, com muitas moradias sujeitas a enchentes e alagamentos e pelo permitido acesso dos cães à rua. Da mesma forma, Barcellos e Sabroza (2000), utilizando um SIG, chegaram à conclusão de que água parada, entulhos de lixos e redes de esgoto (todos associados à presença de roedores)

contribuíam para a ocorrência da leptospirose em humanos em diferentes pontos do Rio de Janeiro associados a estas variáveis.

De modo geral, a árvore de decisão classifica os cães como reagentes se o proprietário conhece a doença, mas não possui rede de esgoto no domicílio, possui ratos próximos ou dentro dos domicílios e o cão apresenta acesso à rua. Também classifica os cães como reagentes quando o proprietário não conhece a doença e possui ratos e entulho no domicílio e os cães possuem contato com outros cães. Sendo assim, o resultado da classificação pode ser considerado coerente quanto aos fatores de risco avaliados em relação à realidade: as condições de vida das pessoas, dos animais e as condições precárias de saneamento são fatores importantes para a existência da doença. O fato de a população estar mais exposta aos fatores de risco, assim como os seus animais, devido à deficiência de infraestrutura básica foi também verificado em diversos outros estudos (BARCELLOS; SABROZA, 2000; FIGUEIREDO *et al.*, 2001; ROMERO *et al.*, 2003; DIAS *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2010).

Apesar de 87,3% das amostras terem sido classificadas corretamente pela árvore de decisão, pode-se demonstrar a dificuldade de separabilidade em relação aos animais soropositivos, onde foram classificados apenas 36,7% das amostras corretamente. Isso pode ter ocorrido pelo fato do número de animais negativos serem muito superior ao número de animais soropositivos, levando a diferenças no padrão de comportamento das variáveis. Entretanto, 96,8% das amostras dos animais não reagentes foram classificadas corretamente, indicando assim, o significativo uso dessa árvore no descarte diagnóstico para a leptospirose canina.

5.5 CONCLUSÕES

As técnicas de geoprocessamento e de mineração de dados ajudaram a compreender melhor a distribuição dos resultados sorológicos numa comunidade urbana carente do Município de Curitiba, identificando e avaliando os fatores de risco mais importantes. A distribuição espacial dos cães sororreagentes e a determinação dos principais fatores de risco permitem que sejam tomadas medidas preventivas localizadas.

As variáveis selecionadas pela árvore de decisão refletem fatores importantes para a existência da doença (ausência de rede de esgoto, presença de ratos e entulhos e cães com acesso livres à rua), e já foram usadas em outros trabalhos citados para a predição da doença. Isso imprime mais confiabilidade e demonstra que a técnica pode ser considerada eficiente para avaliar esses fatores. Além disso, a alta acurácia na classificação dos animais não reagentes encontrada na árvore de decisão indicam o significativo uso da árvore no descarte diagnóstico para a leptospirose canina.

REFERÊNCIAS

ARAKI, H. **Fusão de informações espectrais, altimétricas e de dados auxiliares na classificação de imagens de alta resolução espacial**. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2005; 136p.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, n. 3, p. 389-397, 1996.

BARCELLOS, C.; SABROZA, P. Socio-environmental determinants of the leptospirosis outbreak of 1996 in western Rio de Janeiro: a geographical approach. **International Journal Health Research**, v. 10, p. 301-313, 2000.

BATISTA, C. S. A.; DE AZEVEDO, S. S.; ALVES, C. B.; VASCONCELLOS, A. S.; DE MORAIS, Z. M.; CLEMENTINO, I. J; *et al.* Soroprevalência de leptospirose em cães errantes da cidade de Patos, Estado da Paraíba, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p. 131-136, 2004.

BHARTI, A. R. ; NALLY, J. E. ; RICALDI, J. N. ; MATTHIAS, M. A. ; DIAZ, M. M.; *et al.* Leptospirosis: A zoonotic disease of global importance. **Lancet Infectious Diseases**, v. 3, p. 757–771, 2003.

BLAZIUS, R. D.; ROMÃO, P. R. T.; BLAZIUS, E. M. C. G.; DA SILVA, O. S. Ocorrência de cães errantes soropositivos para *Leptospira* spp. na cidade de Itapema, Santa Catarina, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 6, p. 1952-1956, 2005.

COHAB - Companhia de Habitação Popular de Curitiba –. Departamento de Assistência Social (DAS). Setor de Serviço Social (SESS); 2009.

DIAS, J. P.; TEIXIERA, M. G.; COSTA, M. C. N.; MENDES, C. M. C. M.; GUIMARÃES, P.; REIS, M. G.; KO, A. I.; BARRETO, M. L. Factors associated with *Leptospira* sp. infection in large urban center in northeastern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, p. 499–504, 2007.

DOUGLIN, C. P.; JORDAN, C.; ROCK, R.; HURLEY, A.; LEVETT, P. N. Risk factors for severe leptospirosis in the parish of St. Andrew, Barbados. **Emerging Infectious Diseases**, v. 3, n. 1, p. 78-80, 1997.

FIGUEIREDO, C. M.; MOURÃO, A. C.; OLIVEIRA, M. A. A.; ALVES, W. R.; OOTEMAN, M. C.; CHAMONE, C. B.; KOURY, M. C. Leptospirose humana no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, n. 4, p. 331-338, 2001.

FURTADO, L. R. I.; ÁVILA, M. O.; FEHLBERG, M. F. B.; TEIXEIRA, M. M.; ROSADO, R. L. I.; MARTINS, L. F. S.; *et al.* Prevalência e avaliação de fatores de risco à leptospirose canina no Município de Pelotas-RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 64, p. 57-61, 1997.

GEORGE, S. G.; JOSHUA, H. V.; BRUNO, B. C.; PHILIP, H. K.; DAPHNE, A. D.; MICHAEL, L. J. Use of a case-control study and geographic information systems to determine environmental and demographic risk factors for canine leptospirosis. **Veterinary Research**, v. 38, n. 1, p. 37-50, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Curitiba. [Cited 2010 April 20]. <http://www.ibge.gov.br>.

LOPES, A. L. S.; SILVA, W. B.; PADOVANI, C. R.; LANGONI, H.; MODOLO, J. R. Frequência sorológica antileptospírica em cães: sua correlação com roedores e fatores ambientais, em área territorial urbana. **Arquivos de Instituto Biológico**, v. 72, n. 3, p. 289-296, 2005.

MAGALHÃES, D. F.; SILVA, J. A.; MOREIRA, E. C.; WILKE, V. M. L.; HADDAD, J. P. A.; MENESES, J. N. C. Prevalência de aglutininas anti-*Leptospira interrogans* em cães de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2001 a 2002. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 167-74, 2006.

MARCELINO, I. P. O. **Análise de episódios de tornados em Santa Catarina: caracterização sinótica e mineração de dados**. 222 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

MASCOLLI, R.; PINHEIRO, S. R.; VASCONCELLOS, A. S.; FERREIRA, F.; MORAIS, Z. M.; PINTO, C. O.; SUCUPIRA, M. C. A.; DIAS, R. A.; MIRAGLIA, F.; CORTEZ, A.; COSTA, S. S.; TABATA, R.; MARCONDES, A. G. Inquérito sorológico para leptospirose em cães do Município de Santana de Parnaíba, São Paulo, utilizando a campanha de vacinação anti-rábica do ano de 1999. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 2, p. 25-32, 2002.

PAPPAS, G.; PAPADIMITRIOU, P.; SIOZOPOULOU, V.; CHRISTOU, L.; AKRITIDIS, N. The globalization of leptospirosis: worldwide incidence trends. **International Journal Infectious Diseases**, v. 12, n. 4, p. 351–357, 2008.

PAULA, E. V. Leptospirose Humana: uma análise climato-geográfica de manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia, Brasil. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 2301-2308, 2005.

QUERINO, A. M. V.; DELBEM, A. C. B.; DE OLIVEIRA, R. C.; DA SILVA, F. G.; MÜLLER, E. E.; FREIRE, R. L.; DE FREITAS, J. C. Fatores de risco associados à leptospirose em cães do município de Londrina-PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 24, n. 1, p. 27-34, 2003.

QUINLAN, J. R. C4.5: **Programs for Machine Learning**. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers, 1993.

ROMERO, E. C.; BERNARDO, C. C. M.; YASUDA, P. H. Human leptospirosis: a twenty-nine-year serological study in São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 45, p. 245–248, 2003

SILVA, W. B.; SIMÕES, L. B.; LOPES, A. L. S.; PADOVANI, C. R.; LANGONI, H.; MODOLO, J. R. Avaliação de fatores de risco de cães sororreagentes à *Leptospira* spp. e sua distribuição espacial, em área territorial urbana. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 6, p. 783-792, 2006.

SOARES, T. S.; LATORRE, M. D. O. R.; LAPORTA, G. Z.; BUZZAR, M. R. Spatial and seasonal analysis on leptospirosis in the municipality of São Paulo, Southeastern Brazil, 1998 to 2006. **Revista de Saúde Pública.**, v. 44, n. 2, p. 283-91, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Human leptospirosis: guidance for diagnosis, surveillance and control**, 2003. [cited 2011 Mar 21]. http://www.who.int/csr/don/en/WHO_CDS_CSR_EPH2002.23.pdf.

WEKA - Waikato Environment for Knowledge Analysis. **Data Mining Software in Java**. The University of Waikato. 2006. [cited 2011 Mar 21]. <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

6 CONCLUSÕES GERAIS

- a) A soroprevalência da leptospirose canina na área geográfica do estudo foi de 27,8% e o sorovares prevalentes foram: Canicola (48,8%), Bratislava (10,6%), Icterohaemorrhagiae (10,2%), Copenhageni (9,2%), Grippotyphosa (5,3%), Pyrogenes (4,8%) Autumnalis (3,9%) Australis (1,9%), Djasiman (1,9%) Hardjo (1,4%) Cynopteri (1%) e Pomona (1%).
- b) Foi observada associação significativa entre animais sororreagentes para leptospirose e a variável entulho/lixo reciclável, não sendo observada associação para os fatores raça, acesso às ruas, idade, sexo, manutenção de alimento e água durante a noite, presença de rede de esgoto ou fossa no domicílio e presença de ratos.
- c) As técnicas de análise espacial e de mineração de dados utilizadas ajudaram a compreender melhor a distribuição dos animais sororreagentes à leptospirose e identificar os territórios em maior risco na região da Vila Pantanal, possibilitando o planejamento de ações mais específicas e dirigidas a essas áreas em um contexto de vigilância da saúde.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A leptospirose é uma das zoonoses mais difundidas no mundo. Aproximadamente 500 mil casos da doença ocorrem em humanos no mundo por ano. A incidência em alguns lugares pode ser tão elevada como 975 casos a cada 100 mil habitantes (WHO, 2011). No Brasil, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2010, foram confirmados 37.824 casos de leptospirose humana, com uma média anual de 3.438 casos e letalidade média de 10,7%, sendo que a concentração de casos ocorre nos estados das regiões Sudeste e Sul, com 69,1% dos casos do país (BRASIL, 2011).

A cidade de Curitiba, a partir dos anos 70, em decorrência do processo de urbanização acelerada, apresentava cada vez mais ocupações de áreas irregulares, especialmente na periferia da cidade, surgindo as comunidades urbanas carentes ou favelas. Nesses locais, sem condições de habitação e com deficiência de saneamento básico, ocorre a maioria dos casos de leptospirose em pessoas. Animais que vivem nessas áreas apresentam maior risco de adquirirem e de disseminarem a leptospirose. Os dados encontrados na presente pesquisa, com significativa frequência de animais soropositivos, condizem com a realidade do local estudado, demonstrando a necessidade de investimentos no setor de saneamento básico, bem como de conscientizar a população dos riscos e da forma de prevenção.

A variabilidade de sorovares, a diferença entre soroprevalências encontradas e os diferentes fatores de risco para a doença, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, evidenciam a necessidade de um levantamento soropidemiológico e de avaliação desses fatores para a localidade geográfica que se pretende avaliar.

Visando uma continuidade no estudo, poderiam ser realizados novos inquéritos sorológicos nos cães no mesmo bairro (Alto Boqueirão), porém na região do outro lado da via férrea, onde as condições da população e dos animais são melhores. Além disso, poderiam ser realizados esses inquéritos em outros bairros da cidade para uma avaliação mais aprofundada dos fatores de risco ligados à doença, principalmente em relação à espacialidade, a fim de complementar e trazer mais benefícios a pesquisadores, estudantes, profissionais e principalmente a população envolvida, com novas perspectivas para o controle da leptospirose.

Em conclusão, o monitoramento e o controle da leptospirose ainda representam um grande desafio às políticas públicas, principalmente nos grandes centros urbanos, que com a expansão urbana desordenada e acelerada, forçam partes da população a ocupar áreas com condições precárias de moradia e de saneamento, locais que facilitam a manutenção de agentes nocivos à saúde.

Os papéis de hospedeiro sentinela e de reservatório adquiridos pelo cão demonstram a necessidade de seu monitoramento, possibilitando assim a prevenção de novos casos da doença.

As técnicas de análise espacial e de mineração de dados são ferramentas que devem ser utilizadas, pois auxiliam a compreender melhor a distribuição de casos e controles, a identificar e avaliar os fatores de risco mais importantes, dando subsídios ao monitoramento e planejamento das ações no controle da leptospirose, permitindo, sobretudo, que sejam tomadas medidas preventivas localizadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Rede Interagencial de Informações para a Saúde (RIPSA). **Incidência de Leptospirose**. In: IDB-2010 Brasil - Indicadores e Dados Básicos para a Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

WHO – World Health Organization. **Leptospirosis: an emerging public health problem**. Weekly epidemiological record - 4 february. v. 86, n. 6, p. 45-52, 2011.

ANEXOS

| | | |
|-----------|----------------------------------------------|-----|
| ANEXO 1 – | APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA 1 | 129 |
| ANEXO 2 – | APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA 2 | 130 |
| ANEXO 3 – | HISTÓRICO DA VILA PANTANAL | 131 |
| ANEXO 4 – | QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROPRIETÁRIOS | 132 |
| ANEXO 5 – | PROTOCOLO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA | 134 |

ANEXO 1 – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo no. 007/2009, referente ao projeto “Estudo epidemiológico e resposta vacinal de infecção por *Leptospira interrogans* em cães na Vila Pantana Curitiba/PR.”, sob a responsabilidade de Vivien Midori Morikawa, na forma em que foi apresentado, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 21 de agosto de 2009. Este certificado expira em 21 de agosto de 2010.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 007/2009, regarding the project “Epidemiological studies and vaccine response of canine leptospirosis in the Pantanal Village-Curitiba/PR”, in charge of Vivien Midori Morikawa, in the terms it was presented, was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Paraná, Southern Brazil) during session on august 21, 2009. This certificate expires on august, 2010.

Curitiba, 21 de agosto de 2009.



Rogério Ribas Lange
Presidente



Fabiano Montiani Ferreira
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná.

ANEXO 2 – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo no. 014/2010, referente ao projeto “Distribuição espacial e fatores de risco para a leptospirose na Vila Pantanal- Curitiba/PR”, sob a responsabilidade de Daniele Bier, na forma em que foi apresentado, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 16 de Agosto de 2010. Este certificado expira em 16 de agosto de 2011.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 014/2010, regarding the project “Spatial distribution and risk factors to canine leptospirosis in Vila Pantanal-Curitiba/PR”, in charge of Daniele Bier, in the terms it was presented, was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Paraná, Southern Brazil) during session on August 2010. This certificate expires on August, 2011.

Curitiba, 16 de agosto de 2010.

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke, positioned above the name and title of the president.

Geraldo Camilo Alberton
Presidente

A handwritten signature in black ink, featuring a prominent vertical stroke and several horizontal strokes, positioned above the name and title of the vice-president.

Patrick Schmidt
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná.

ANEXO 3 - HISTÓRICO DA VILA PANTANAL

A ocupação da área, hoje denominada Vila Pantanal, situada no bairro Alto Boqueirão, na região sudoeste de Curitiba, ocorreu na década de 80, em setor de restrição à ocupação habitacional adensada, ao lado de um pátio de manobras de trens. O terreno pertencente à extinta Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima (RFFSA), atualmente é administrado pela América Latina Logística (ALL), empresa que detém a concessão para operação da malha ferroviária do sul do país.

Em função da sua localização, pertencente a uma Área de Preservação Ambiental (APA), num canal do rio Iguaçu, a região tem restrições ambientais e de segurança para uso habitacional. Entretanto, por conta do adensamento antigo (mais de 20 anos) e em função do número de famílias envolvidas (em torno de 800) optou-se por mantê-las no local, e proporcionar melhorias nas condições de habitação, infraestrutura viária, equipamento sociais e relacionadas ao meio ambiente. Os 30 metros que se seguem às margens do canal, hoje forrados por construções irregulares, não deveriam ter habitações. Somado a isto, a situação de isolamento dado pelos trilhos do trem funciona como uma barreira física, impedindo a ligação da Vila com o restante do bairro.

O assentamento da Vila Pantanal compõe uma das 39 áreas que fazem parte do programa prioritário de urbanização e reassentamento das famílias “Morar em Curitiba”, coordenado pela Companhia de Habitação Popular de Curitiba (COHAB-CT), em parcerias com as Secretarias Municipais de: Abastecimento, Saúde, Esporte e Lazer, Urbanismo, Defesa Social, Educação, Trabalho e Emprego, Meio Ambiente e Fundação de Ação Social. Os recursos são provenientes do governo municipal e federal e do Fundo Financeiro para o Desenvolvimento da Bacia do Rio da Prata (FONPLATA). O programa inclui loteamento e construção de casas com o objetivo de reassentar as famílias que moram às margens dos rios, promovendo a recuperação ambiental das faixas de preservação permanente. Além disso, obras de infraestrutura serão realizadas para melhorar as condições de vida, saúde e moradia das famílias que estão em locais onde não há impedimento para uso habitacional. Após o término das obras, os moradores receberão a concessão de títulos de propriedades.

ANEXO 4 – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROPRIETÁRIOS

Questionário

1. Nº Equipe: _____ 2. Nº Cão: _____ 3. Entrevistador: _____ 4. Data: ____/____/____

DADOS PROPRIETÁRIO

5. Nome: _____ 6. Sexo: () M () F

7. Endereço: _____ 8. Telefone: _____

9. Ocupação: () Dona de Casa; () Trabalha com Recicláveis; () Não Trabalha/Desempregado; () Outros: _____

10. Além de cão, cria algum animal no terreno: () Não () Sim.

11. Se sim, qual (is)? () Gato; () Cavalos; () Galinha/Ave; () Boi; () Porco.

12. Quantos cães: __ 13. Quantas pessoas moram na casa, além de você: __ 14. Quantas Crianças (menor de 12 anos): __

15. Já ouviu falar em leptospirose? () Não () Sim

Se a pessoa nunca ouviu falar em leptospirose, vá para a questão 25.

16. Se sim, o que é? _____

17. Você sabe como pega leptospirose? () Não () Sim

18. Se sim, como? () Contato com urina do rato; () Contato com água parada; () Outro modo: _____

19. Você já teve leptospirose? () Não () Sim 20. Procurou atendimento médico? () Não () Sim

21. Se sim, onde? () U.S. Pantanal; () U.S. Jardim Paranaense; () Outro, qual? _____

22. Alguém na sua casa já teve leptospirose? () Não () Sim 23. Procurou atendimento médico? () Não () Sim

24. Se sim, onde? () U.S. Pantanal; () U.S. Jardim Paranaense; () Outro, qual? _____

DADOS SOBRE O CÃO COLETADO

25. Nome do Cão: _____ 26. Sexo: () M () F 27. Raça: () SRD; () Raça definida, qual? _____

28. Idade aprox. em anos: _____ 29. Peso aprox. em Kg: _____ 30. Características do animal: _____

31. Tem carteirinha de Vacinação: () Não () Sim 32. Apresentou a carteirinha: () Não () Sim

33. Tomou vacina contra leptospirose a menos de um ano: () Não () Sim 34. Comprovado com a carteirinha: () Não () Sim

35. Se tomou a vacina, onde foi: () Clínica Veterinária; () Aviário; () Outro, onde: _____

36. Possui CRMV do veterinário na carteirinha: () Não () Sim

37. Tomou vacina contra raiva a menos de um ano: () Não () Sim

38. Comprovado com a carteirinha: () Não () Sim

39. Se tomou a vacina, onde foi: () Clínica Veterinária; () Aviário; () Canil da Prefeitura;

40. Comprovado na Carteirinha: () Não () Sim

41. Tomou remédio contra vermes no último mês: () Não () Sim

42. Apresenta ectoparasitas: () Não () Sim 43. Qual (is)? () Pulgas; () Carrapato; () Sarna; () Outro, qual: _____
44. O animal fica: () Solto no terreno; () Preso na corrente; () Preso em canil; () Solto com acesso a rua.
45. O animal ficou doente em agosto ou setembro: () Não () Sim
46. Sintomas: () Vômito; () Diarréia; () Parou de comer; () Ficou amarelo.
47. Foi levado ao veterinário: () Não () Sim, qual: _____
48. O que o veterinário disse que ele tinha: _____
49. Tomou remédio: () Não () Sim, qual: _____
50. O que o animal come: () Ração; () Comida; () Ração e Comida; () Restos do lixo; () Come na rua; () Os vizinhos alimentam.
51. O cão come: () Em pote próprio; () No chão
52. Se come em pote ele é: () Recolhido após comer; () Recolhido a noite; () Nunca.
53. O cão tem pote de água: () Não () Sim 54. Se sim, de onde vem a água que o animal bebe: () Torneira; () Poças de água; () Poço; () Não sabe; () Outro, qual: _____ 55. O pote é recolhido à noite: () Não () Sim

DADOS DO AMBIENTE

56. Córrego ou esgoto aberto próximo da casa: () Não () Sim
57. Enchente no terreno/casa: () Não () Sim, quando: _____
58. A casa possui: () Rede de Esgoto; () Fossa; () Não possui rede/fossa.
59. Tem visto ratos próximos a casa: () Não () Sim
60. Escuta barulho de ratos no telhado de casa: () Não () Sim 61. Vê fezes de rato: () Não () Sim, onde: _____
62. De onde vem a água consumida na casa: () Encanada; () Poço; () Não sabe; () Outro, qual: _____
63. Antes de usar a água, você: () Ferve; () Côa com pano; () Trata com cloro; () Apenas usa.
64. O lixo da casa é: () Recolhido pela prefeitura; () Queimado; () Jogado em algum lugar; () Enterrado; () Outro, qual: _____

ENTREVISTADOR OBSERVAR

65. A casa é cercada/ murada: () Totalmente; () Parcialmente; () Não
66. Sobre o quintal (se necessário, mais de uma opção): () Cimentado; () Terra e grama; () Com vegetação () Entulho (madeira, calça) () Possui lixo pelo chão (comida, papel, vidro, etc.); () Lixo para reciclagem (guardado)
- Observações adicionais do terreno: _____
67. Sangue Coletado: () Sim () Não
- Obtido volume mínimo de 3ml: () Sim () Não

ANEXO 5 – PROTOCOLO DA SOROAGLUTINAÇÃO MICROSCÓPICA (SAM)

Manutenção dos sorovares de leptospiras para a prova sorológica:

O Núcleo de Pesquisas em Zoonoses – NUPEZO da UNESP - Campus Botucatu mantém 25 sorovares para utilização como antígeno na SAM, conforme demonstrado no quadro abaixo:

AMOSTRAS DE SOROVARES UTILIZADOS NA ROTINA DE DIAGNÓSTICO.

| Código | Identificação | Sorovar | Código | Identificação | Sorovar |
|--------|---------------|---------------|--------|---------------|---------------------|
| 1A | AUS | Australis | 11A | COP | Copenhageni |
| 1B | BRA | Bratislava | 11B | ICT | Icterohaemorrhagiae |
| 2A | AUT | Autumnalis | 12 | JAV | Javanica |
| 2B | BUT | Butembo | 13 | PAN | Panama |
| 3 | CAS | Castellonis | 14A | POM | Pomona |
| 4A | BAT | Bataviae | 15 | PYR | Pyrogenes |
| 5 | CAN | Canicola | 16A | HAR | Hardjo |
| 6B | WHI | Whitcombi | 16B | WOL | Wolffi |
| 7 | CYN | Cynopteri | 17 | SHE | Shermani |
| 8A | DJA | Djasiman | 18 | TAR | Tarassovi |
| 8B | SEN | Sentot | 19 | AND | Andamana |
| 9 | GRY | Gryppotyphosa | 21 | PAT | Patoc |
| 10 | HEB | Hebdomadis | | | |

O repique para a manutenção do antígeno é realizado semanalmente da seguinte maneira: em câmara asséptica, retiram-se 2mL de cada um dos tubos de manutenção recente (meio líquido EMJH), repassando 1mL para dois novos tubos de EMJH. Os tubos devem ser mantidos em estufa a 28-30°C, temperatura ideal para o desenvolvimento das leptospiras.

Material utilizado:

O material utilizado é o soro. Quando o material enviado for o sangue, este deve ser devidamente dessorado, e centrifugado se necessário. O soro é então acondicionado em microtubo tipo eppendorf® devidamente identificado, e mantido sob temperatura de congelamento até o momento do processamento. Como antígenos, são utilizadas culturas de cepas-padrão de leptospiras, mantidas por

repiques semanais em meio líquido de EMJH. Só devem ser usados como antígenos culturas de 4 a 14 dias, que não apresentem contaminantes e nem auto-aglutinação.

A bateria de antígenos a ser empregada na SAM deve incluir representantes de sorogrupos de todos os sorovares existentes no país ou na região. A essa coleção de cepas, poderão ser adicionadas outras, isoladas no mesmo país ou região, desde que a identificação tenha sido realizada por laboratórios de referência. Quaisquer outras cepas poderão ser acrescentadas, desde que representem a situação epidemiológica local.

No momento da prova, as culturas que vão ser usadas como antígeno, devem ser diluídas em PBS de pH 7,6 na proporção de 1:2, calculando o volume de cada antígeno de acordo com a quantidade necessária para a prova.

Prova de triagem:

- O soro é diluído a 1:50, colocando-se 0,1mL deste para 4,9mL de solução salina tamponada (SST) 0,01M pH 7,6 em um tubo de ensaio pequeno;

- Em microplaca, devidamente identificada e marcada, pipetar 50 μ L do soro diluído nos poços, formando uma fileira. O número de poços preenchidos depende do número de sorovares que serão testados. Faz-se o mesmo para o controle, onde ao invés de soro é pipetado SST 0,01M pH 7,6;

- Acrescentar nos respectivos poços, inclusive nos controles, 50 μ L das correspondentes suspensões antigênicas, passando a diluição final em cada pocinho para 1:100;

- Agitar levemente a microplaca, e deixar repousar em estufa a 37° C, por 1 hora;

- Com alça bacteriológica de aproximadamente 2mm de diâmetro, colocar uma gota do conteúdo de cada pocinho em fileiras sobre uma lâmina;

- Examinar, sem lamínula, em microscópio de campo escuro, com óleo de imersão colocado entre a lâmina e o condensador, e observar na objetiva de 10X e ocular de 10X;

- Anotar o grau de aglutinação para cada sorovar, considerando positivos aqueles que possuírem 50% ou mais de aglutinação, ou seja 50% de leptospiras aglutinadas e 50% livres, tendo como referência os respectivos controles.

Titulação:

O soro que na prova de triagem, mostrou 50% de aglutinação, ou mais, deverá ser submetido à prova de titulação, realizando-se a mesma somente para os sorovares reagentes.

- A partir da diluição 1:50 utilizada na prova de triagem, preparar mais 6 diluições do soro ou quantas forem necessárias, consecutivas e ao dobro (títulos de 1:100 a 1:3.200,...);

- Preparar uma microplaca com fileiras com 6 poços, que corresponderão à titulação de um determinado sorovar ou antígeno;

- À parte, preparar também, um poço para controle de cada antígeno;

- Colocar 100 μ L de soro diluído a 1:50 no primeiro poço de reação do sorovar testado, colocando 50 μ L de SST 0,01M pH 7,6 nos demais poços para esse antígeno. Fazer o mesmo para as demais amostras de soro que estiverem sendo testadas.

- Para se obter a diluição desejada, pipetar 50 μ L da primeira diluição, após homogeneizar-se, e pipetar 50 μ L desta, agindo assim sucessivamente, desprezando 50 μ L da última diluição. No final todos os poços apresentarão 50 μ L de mistura, na diluição de 1:50, 1:100, 1:200 etc., em cada fileira, correspondendo-se aos títulos 50, 100, 200, assim por diante;

- Distribuir 50 μ L do antígeno (sorovar) correspondente a cada poço da respectiva fileira e ao controle (nessa etapa, as diluições de soro passaram a ser de 1:100 a 1:3200);

- Após homogeneizar, incubar e fazer a leitura conforme descrito para a prova de triagem;

- Considerar como título a maior diluição do soro capaz de aglutinar 50% ou mais das leptospiras, em relação ao controle;

- No laudo de resultados, deverão estar mencionados todos os antígenos utilizados na reação, assim como os respectivos títulos obtidos.

VITA

Daniele Bier é médica veterinária formada pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná em 2009. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Saúde Pública Veterinária, atuando nos seguintes temas: microbiologia, epidemiologia e doenças infecciosas.

Durante a graduação, foi bolsista de projetos de iniciação científica, trabalhando em projetos com dermatologia veterinária e saúde pública. Realizou estágio na Secretaria de Estado da Saúde do Paraná – Divisão de Zoonoses e no Laboratório Central do Paraná – Setor de raiva animal e biologia molecular. Ganhou do Conselho Regional de Medicina Veterinária do Paraná o prêmio de melhor aluna da turma de 2009 da PUC-PR.

Trabalhou no ano de 2011 como docente das disciplinas de Microbiologia e Inspeção de produtos de origem animal na Universidade do Contestado e concluiu no mesmo ano o Curso de especialização em Microbiologia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.