http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822011000400015 Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 44(4):475-480, jul-ago, 2011

Artigo/Article

Espacialização da leptospirose em Aracaju, Estado de Sergipe, no período de 2001 a 2007

Geographical distribution of leptospirosis in Aracaju, State of Sergipe from 2001 to 2007

Clênio Bezerra de Melo[1], Renato Barbosa Reis[2], Albert Icsang Ko[2,3], Carmélia Maria Nóia Barreto[4], Andréa Prudente Lima[4] e Ângela Maria da Silva[5]

RESUMO

Introdução: A leptospirose, enfermidade causada por uma espiroqueta patogênica do gênero *Leptospira*, é uma das zoonoses mais difundidas no mundo, considerada um importante problema de saúde pública. Este trabalho tem como objetivo descrever o padrão espacial da leptospirose na Cidade de Aracaju, no período de 2001 a 2007, buscando identificar as áreas de risco para ocorrência da leptospirose. **Métodos**: Utilizou-se a razão de *Kernel*, que consiste na criação de uma razão entre duas superfícies, para visualizar a superfície de risco da doença, onde no numerador coloca-se os casos, georreferenciados para setor censitário, e no denominador o *kernel* da população dessas áreas. Através deste método, foi possível delimitar áreas de maior densidade de casos, e compará-las visualmente com fator socioeconômico, como renda média. **Resultados**: Comparando os períodos de chuva com os períodos de seca, verificou-se que não ocorre a presença de padrão espacial semelhante nos dois períodos, não coincidindo com as áreas consideradas de maior risco para ocorrência da doença. Através dos parâmetros estabelecidos, neste estudo, foi permitido verificar a importância da aplicação de técnicas de análise espacial na área de saúde pública. **Conclusões**: O *kernel* se mostrou uma ferramenta útil na obtenção de uma análise global da situação epidemiológica da leptospirose em Aracaju, o que viabiliza sua utilização pelas secretarias de saúde municipal e estadual.

Palavras-chaves: Geoprocessamento. Sistema de Informação Geográfica. Leptospirose. *Kernel*.

ABSTRACT

Introduction: Leptospirosis, a disease caused by pathogenic spirochetes of the genus *Leptospira*, is one of the most widespread zoonoses in the world and is considered an important public health problem. This paper aims to describe the spatial pattern of leptospirosis in the City of Aracaju from 2001 to 2007 in an effort to identify areas at risk for leptospirosis. **Methods:** We used the ratio of Kernel, which represents the ratio between two surfaces, to visualize the surface of disease risk. The numerator corresponds to the number of cases geocoded to the census tract, and the denominator of the kernel corresponds to the population of these areas. Using this method, the areas with the highest density of cases were delineated and compared visually with socioeconomic factors, such as average income. **Results**: The spatial pattern was different in periods of rain compared with periods of drought and did not coincide with the areas considered most at risk for the disease. This study revealed the importance of applying spatial analysis techniques in the field of public health. **Conclusions:** These findings indicate that the kernel is a useful tool for obtaining a comprehensive review of the epidemiology of leptospirosis in Aracaju, which supports the kernel's use by the municipal health departments and by the state.

Keywords: Geoprocessing.Geographic Information System. Leptospirosis. Kernel.

1. Núcleo de Pós Graduação em Medicina, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE. 2. Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz, Fundação Oswaldo Cruz, Salvador- Bahia. 3. Curso de Medicina, Laboratório de Doenças Infecciosas, Universidade de Cornnel, Nova York, USA. 4. Curso de Medicina, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE. 5. Disciplina de Infectologia, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE.
Endereço para correspondência: Dr. Clênio Bezerra de Melo. Rua Manoel Motta 121, Bairro Aeroporto, 49038-340 Aracaju, SE.
Tel: 55 79 3041-4358
e-mail: clenioimuno@yahoo.com.br
Recebido para publicação em 04/02/2010
Aceito em 17/02/2011

INTRODUÇÃO

Se a doença é uma manifestação do indivíduo, a situação de saúde é uma manifestação do lugar. Os lugares, dentro de uma cidade ou região, é resultado de um acúmulo de situações históricas, ambientais e sociais que promovem condições articulares para a produção de doenças. Uma das questões importantes para o diagnóstico de situações de saúde, nesse sentido, é o desenvolvimento de indicadores capazes de detectar e refletir condições de risco à saúde advinda de condições ambientais e sociais adversas[1].

A análise espacial utilizada para caracterização dos principais pontos de transmissão de leptospirose tem sido bastante utilizada, principalmente, em grandes centros urbanos, onde o desordenamento de infraestrutura e o baixo desenvolvimento socioeconômico e ambiental tornam-se fatores preponderantes para o surgimento da doença.

A leptospirose é uma enfermidade aguda e endêmica de caráter sistêmico que acomete o homem, animais silvestres e domésticos em grande parte do mundo, causada por bactérias do gênero *Leptospira*. Além dos condicionantes socioeconômicos, a distribuição geográfica da leptospirose é também fortemente favorecida pelas condições ambientais das regiões de clima tropical e subtropical[2].

Neste estudo, procura-se identificar estas condições que explicam a distribuição de casos de leptospirose ocorridos no período de 2001 a 2007, em Aracaju, Sergipe. Este modelo pode ser aplicado para a caracterização de áreas urbanas de risco visando à intervenção sobre determinantes de doença. Através de análises estatísticas, poderemos permitir uma melhor caracterização do contexto em que a doença é produzida. E esta abordagem privilegia os grupos de casos, não o caso isoladamente, como evento de saúde a ser investigado.

MÉTODOS

A área de estudo corresponde à Cidade de Aracaju, capital do Estado de Sergipe, Região Nordeste do Brasil, com uma área de 181.801km^2 e 536.785 habitantes[3].

Os dados utilizados foram gerados a partir do estudo de vigilância epidemiológica do município de Aracaju, disponibilizado através de fichas geradas pelo pacote *Microsoft Office Excel*, versão 2007. De acordo com o protocolo da Secretaria Municipal de Saúde, casos suspeitos e confirmados foram obrigatoriamente notificados.

Este estudo utilizou os 205 casos referentes ao município de Aracaju, no período de 2001 a 2007.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório Central de Saúde Pública de Sergipe - Instituto de Pesquisa Parreiras Horta (LACEN/SE), utilizando o teste ELISA positivo ou MAT confirmado.

Os indicadores utilizados foram estimados a partir do censo demográfico de 2008, tomando-se como base o total de domicílios particulares permanentes.

O *software* Terra *View*, de código aberto, foi o Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizado para visualização e análise dos dados[4].

Para o georreferenciamento dos casos e localização dos endereços, foi utilizado o cadastro de logradouros, fornecido pela Secretaria de Planejamento do Município de Aracaju (Setor de Geoprocessamento).

Foi utilizado o método de *Kernel* de intensidade, uma técnica não paramétrica que promove o alisamento ou suavização estatística, o que permite filtrar a variabilidade de um conjunto de dados, retendo as características essenciais. O grau de alisamento é controlado mediante a escolha de um parâmetro conhecido como largura da banda, que indica a área a ser considerada no cálculo e deve refletir a escala geográfica da hipótese de interesse.

Neste estudo, utilizamos o *Kernel* Quártico, com grade regular composta por 150 x 150 célula.

Considerações éticas

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (UFS/HU), sob número CAAE: 0120.0.107.000-08.

RESULTADOS

De acordo com o levantamento realizado pela Vigilância Epidemiológica de Sergipe, no período de 2001 a 2007, Sergipe teve um total de 329 casos; destes, 45 evoluíram para o óbito. Em Aracaju, no mesmo período, foram registrados 205 casos e 28 óbitos com uma taxa de mortalidade de 5,2%.

Através dos dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Aracaju, contendo a lista dos endereços, foi associada aos mapas georreferenciados fornecidos pela Secretaria Municipal de Planejamento. No georreferenciamento dos casos, foi possível localizar 96% dos endereços de forma automática. Os 4% restantes, apresentavam problemas relacionados à ausência de dados ou endereços semelhantes em diferentes setores censitários, o que exigiu uma revisão dos mesmos.

Foram realizadas visitas domiciliares com o objetivo de melhorar a qualidade dos dados. Após as visitas domiciliares e a revisão dos endereços obteve-se 100% dos endereços georreferenciados. Após a coleta de dados, foi possível relacionar o percentual dos casos ocorridos por bairro (**Figura 1**). Os casos foram georreferenciados por setor censitário, menor unidade de análise.

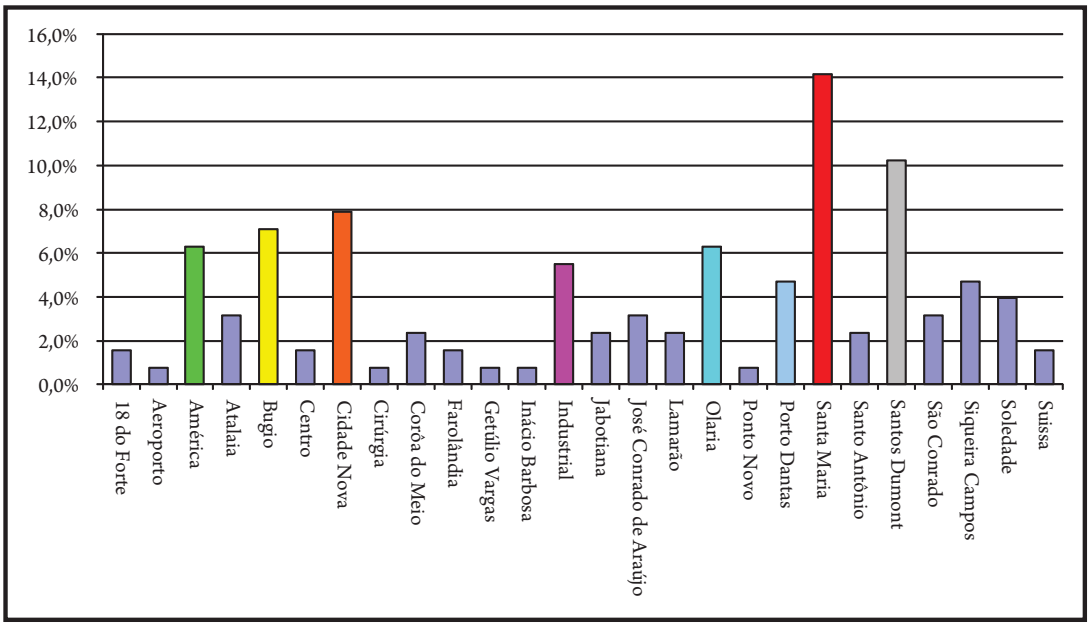

FIGURA 1 - Percentual de casos confirmados por bairro no município de Aracaju/SE, no período de 2001 a 2007.

De acordo com as informações obtidas através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)[4], referentes aos setores censitários de Aracaju, é que o município possui cerca de 80-90% dos domicílios com coleta de lixo. A presença de moradias *subnormal*, principalmente, na periferia pode ser caracterizada como possíveis *áreas de risco* para a leptospirose.

As áreas onde há maior número de casos coincidem com as áreas de presença de moradias *subnormal*. Em alguns bairros da periferia, pode-se encontrar carcaças de animais nas ruas, favorecendo a presença de roedores e cães.

Na construção dos mapas, foi necessário realizar o isolamento da área de expansão de Aracaju, devido à escolha de obtenção do raio.

Os dados coletados no Departamento de Esgotamento Sanitário de Sergipe (DESO), Aracaju possui um sistema de esgotamento sanitário classificado por *unidade de intervenção*, onde: 1) ampliação de sistema, 2) implantação de sistema e 3) inexistência de sistema.

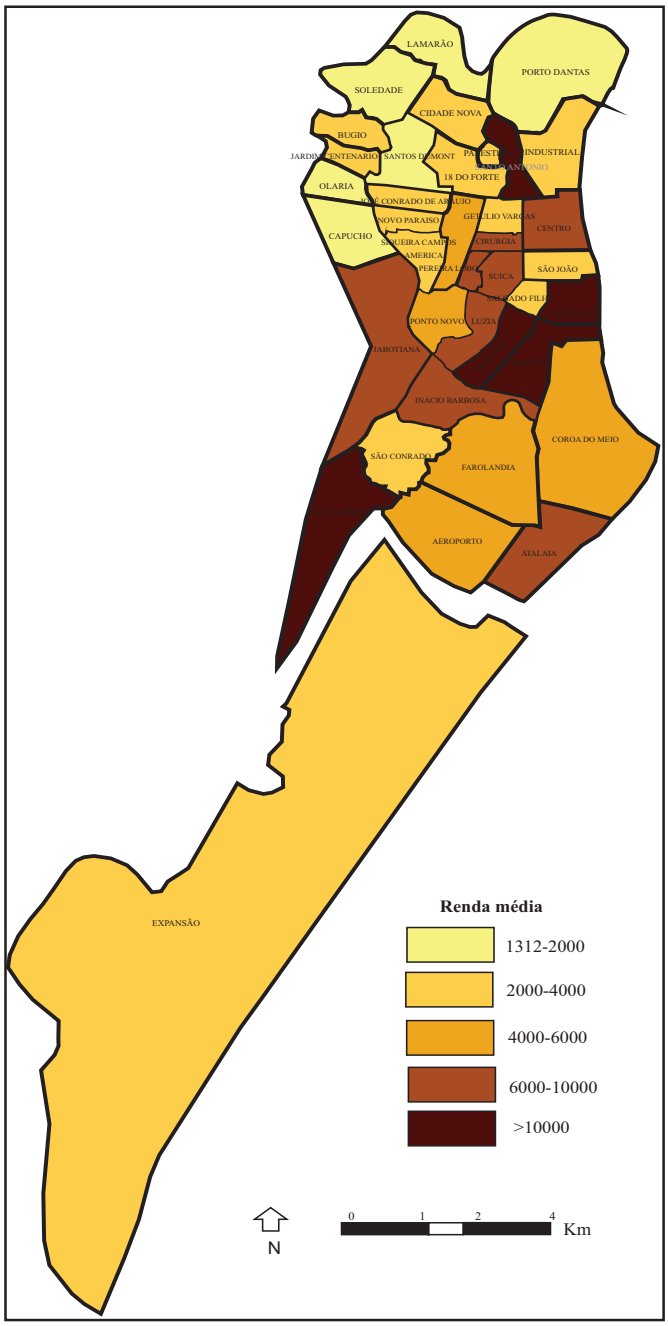

FIGURA 2 - Comparação entre renda média familiar e população residente de Aracaju/SE, no período de 2001 a 2007.

Os dados referentes às condições econômicas da população foram caracterizados utilizando a média de rendimentos mensal. Estas informações foram obtidas através do banco de dados do IBGE[5] (**Figura 2**), utilizando o indicador: proporção de chefes de família com renda mensal média. Apesar do bairro Santa Maria ser carente de toda infraestrutura e ter apresentado renda superior a 10.000 reais; isto deve-se à banda que foi projetado o mapa ou, seja, além deste bairro na suavização abrange também a zona de expansão e os bairros Augusto Franco e Orlando Dantas, com índice de renda elevado.

A geração da banda é de inteira responsabilidade do avaliador; como Aracaju tem, aproximadamente, um distanciamento de 2km interbairro, em alguns bairros onde o distanciamento é maior o *software* não consegue visualizar o que acontece no seu interior.

A **Figura 3** mostra o mapa suavizado de distribuição da leptospirose, no período de 2001 a 2007, enquanto a **Figura 4** apresenta o mapa suavizado da razão de casos de leptospirose pela população, no período de 2001 a 2007.

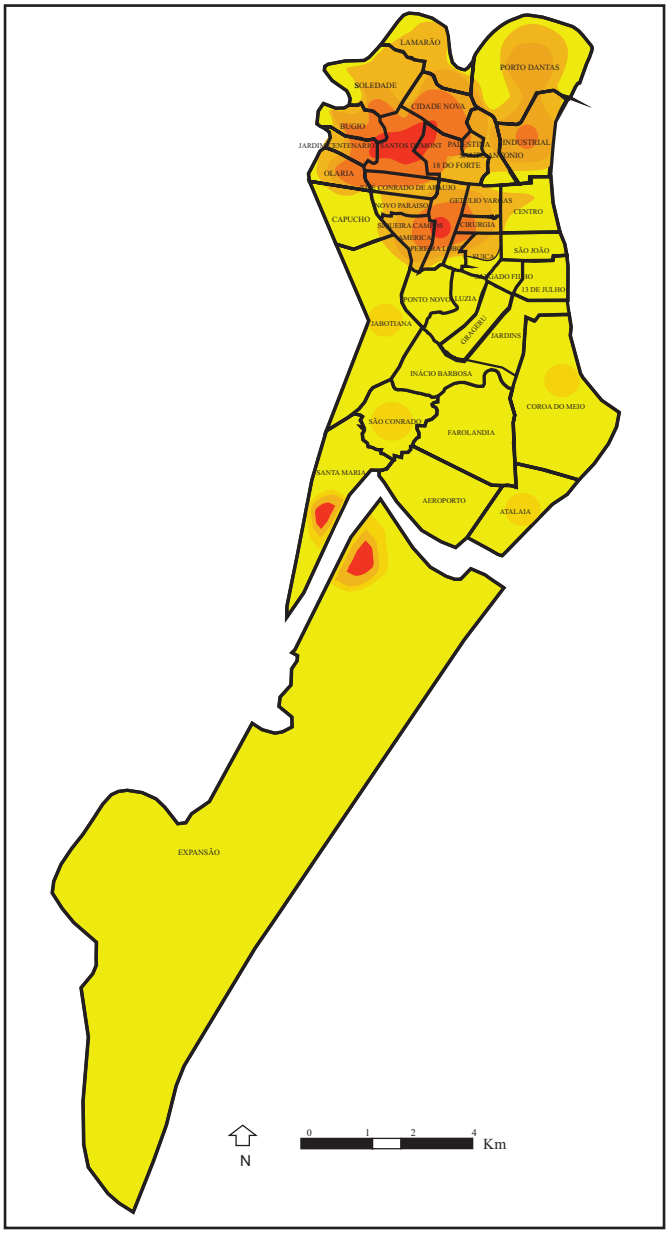

FIGURA 3 - Mapa da razão *Kernel* da distribuição dos casos de leptospirose em Aracaju/SE, no período de 2001 a 2007

FIGURA 4 - Mapa da razão *Kernel* da distribuição dos casos de leptospirose, sobreposto com a taxa de população residente em Aracaju/SE, no período de 2001 a 2007.

A **Figura 5** mostra a distribuição de chuvas e casos de leptospirose, durante o período de 2001 a 2007, com os meses de ocorrência. Observa-se que, entre os meses de março e julho, sempre ocorre um aumento dos casos associados à incidência de precipitação, sendo possível verificar que nos dois períodos, *baixa precipitação e alta precipitação*, o padrão de distribuição espacial da doença não é semelhante.

DISCUSSÃO

Os esforços somados na realização deste trabalho resultaram na busca de uma melhor abordagem que explique os possíveis fatores de risco e na modelagem de indicadores socioeconômicos para ocorrência da leptospirose em uma localização espacial.

Um dos problemas encontrados na realização deste estudo foi a extensão da base territorial de cada unidade geográfica, onde frequentemente estão agregados grupos sociais distintos (favelas e áreas nobres). Assim, o indicador calculado representa uma média entre populações diferentes. Evidentemente, os agravos à saúde e o acesso aos equipamentos urbanos não estão distribuídos homogeneamente na população.

As unidades de coleta e de análise da informação devem apresentar resolução definida a partir da menor área para a qual estão disponíveis informações, adequada ao fenômeno que se deseja estudar[6].

A escolha da unidade de análise, neste trabalho, sofreu limitações dos dados disponíveis: em geral, a área de referência é definida a partir das divisões político-administrativas usuais, tais como bairros, distritos ou municípios, que, particularmente, em Aracaju, apresentam composição muito heterogênea.

Aracaju possui uma população que segundo a classificação do IBGE existe um grande número de favelas. A expansão urbana nos últimos anos é consequência do surgimento de atividades industriais. Ao mesmo tempo em que a industrialização contribuiu para a criação de novos padrões de renda, ela concentrou a pobreza antes dispersa no meio rural no espaço da região metropolitana de Aracaju, evidenciando os limites do município para prover a infraestrutura urbana adequada.

Quanto menor a escala, maior a população e a área da unidade de estudo, menor a resolução e, portanto, menor a homogeneidade interna e a capacidade de distinguir diferenças. Aumentar a escala e a resolução traz outros problemas: à medida que diminui a área e a população, diminui também a ocorrência do evento estudado. Assim, a contrapartida do aumento na homogeneidade é a instabilidade dos indicadores nos grupos[6].

Dos poucos estudos existentes, Barcellos & Sabroza[1], analisando o contexto ambiental de um surto de leptospirose ocorrido em 1996 e publicado em artigo em 2001, na zona oeste do Rio de Janeiro, verificaram que as maiores taxas de incidência ocorreram nas regiões sujeitas à inundação e ao redor das zonas de acumulação de lixo, apontando para a combinação de fatores sócioambientais, ainda que a relação não seja direta.

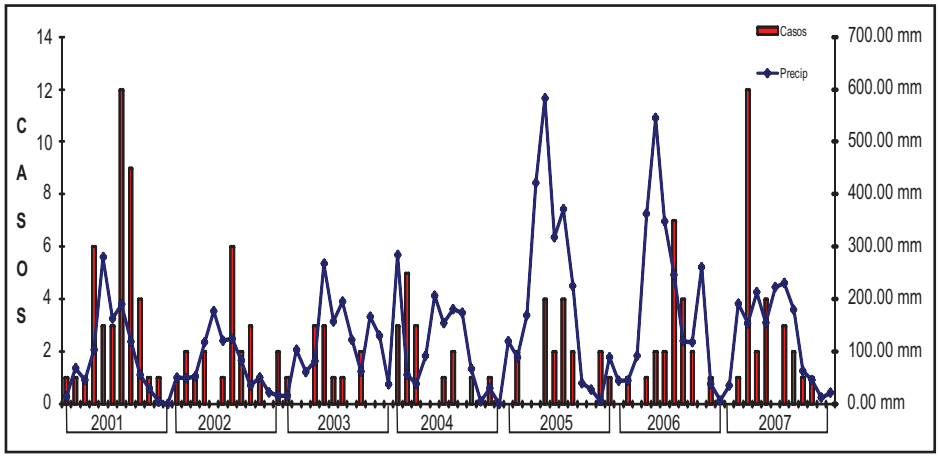

FIGURA 5 - Temporalidade com padrões de distribuição dos casos de leptospirose correlacionando aos índices de precipitação pluviométrica Aracaju/SE, no período de 2001 a 2007.

De acordo com os gráficos de pluviosidade e dispersão, a análise do R^2, para leptospirose, não se comporta de acordo com o modelo da curva de saturação, ou seja, não há correlação entre a chuva e os casos da doença. Sendo assim, sempre irá existir certa quantidade de casos de leptospirose mesmo na ausência da chuva, porém esse número pode aumentar conforme a pluviosidade. Uma característica de Aracaju é a estrutura do sistema de escoamento da cidade, o qual fica saturado pelo excesso de precipitação pluvial. Abaixo desse limiar, o risco não é nulo uma vez que os indivíduos que vivem muito próximos de esgoto a céu aberto ou cujo comportamento ou atividade lhes coloquem temporariamente em contato com água contaminada fiquem sob risco de adquirir a doença.

Estudos realizados em Porto Alegre indicam um aumento da densidade de casos observados nos períodos chuvosos[7].

A chuva possui um papel importante na causa de epidemias de leptospirose, na medida em que carreia a *Leptospira* para áreas mais susceptíveis. Quando as chuvas se acumulam acima do limite, ocorrem inundações, expondo indivíduos que não possuíam exposição prévia[8].

Aracaju sofre com o sistema de coleta de lixo. Segundo dados do IBGE, em 2008, o município possuía 80% de coleta nas residências, sendo que a deficiência existente se concentrava na periferia que, também, não dispõe de caixas coletoras. Foi observado nas visitas realizadas que, próximo às feiras livres, carcaças de animais são jogadas nas ruas juntamente com restos de alimentos, favorecendo assim a presença de roedores e de cães que são reservatórios da leptospirose.

Foram introduzidas as informações da deficiência em saneamento básico ao padrão de suavização *Kernel*, sobrepondo com a população existente; com isso, obteve-se uma visão real do esgotamento sanitário nos bairros. Pode-se observar ainda que pelo desconhecimento da população local sobre os riscos de contaminação por leptospirose, e outras doenças de veiculação hídrica, a população costuma tomar banhos e praticar lazer nos canais que passam por estes bairros, lembrando que todos os dejetos também são lançados nos mesmos.

Aracaju situa-se geograficamente abaixo do nível do mar, em períodos onde aumenta os níveis de chuvas esses lixos depositados nas ruas migram para os córregos e canais que recortam os bairros mais carentes.

O bairro América (zona oeste) e os bairros Olaria, Bugio, Santos Dumont, Cidade Nova e Industrial, localizados na zona norte, enfrentam as mesmas dificuldades na coleta de lixo, o que constitui um foco de proliferação de vetores e transmissão para a leptospirose.

A ocorrência desses depósitos dá-se geralmente em áreas mais pobres, aumentando os riscos à saúde pública. Os moradores dessas regiões acabam despejando seu lixo onde lhes for conveniente, ficando de fácil acesso para os cães e roedores.

O mau acondicionamento desses resíduos causa problemas no sistema de drenagem por obstruir galerias e canais provocando inundações nos períodos de chuva, onde o escoamento das águas entre os bairros são interdependentes, o que cria condições favoráveis para a disseminação da leptospirose.

Na falta de uma política habitacional capaz de atender estas pressões, multiplicaram-se as ocupações irregulares de terras e assentamentos precários ou favelas[9].

Na construção dos gráficos, houve uma limitação em função da escala que foi utilizada; os dados foram agrupados por bairro e isso pode afetar o efeito das análises, pois variações espaciais estão sendo suprimidas em função deste efeito. Estas informações são vinculadas a um polígono não levando em conta variações espaciais existentes, dentro desse polígono delimitado.

A análise de padrões de distribuição de pontos pelo método *Kernel* se mostrou útil na obtenção de uma análise global da situação epidemiológica da leptospirose, em Aracaju. Esta ferramenta pode ser utilizada na vigilância epidemiológica, pois possibilita a detecção de áreas de risco para aquisição desta doença.

Este trabalho teve um agente facilitador, as informações que foram prestadas pela Secretaria Municipal de Saúde relacionando os nomes e casos dos pacientes, apesar de termos tido uma grande dificuldade perante aos dados referentes ao esgotamento e dados pluviométricos, como também toda malha de saneamento. A possibilidade de georreferenciar 100% dos casos, referentes a este período, ainda nos induz a uma problemática que é a população de moradia subnormal e aquelas em situações de risco das quais não se obteve dados para o seu georreferenciamento, como também idade, sexo e a principal atividade desenvolvida pelos integrantes da família.

Um possível desdobramento seria o estudo da correlação das chuvas com os possíveis aglomerados dos casos de leptospirose. Entretanto, tal tipo de análise é feito com outras ferramentas exploratórias para inferência dessa hipótese, como, por exemplo, a utilização de algoritmos de varredura para detecção de *clusters.*

Foi possível observar que a leptospirose na temporalidade na Cidade de Aracaju apresenta o mesmo padrão de distribuição espacial, nos períodos de chuva e seca, coincidindo com as áreas consideradas de maior risco para ocorrência da doença.

Pode-se observar através dessas comparações de pluviosidade que, mesmo nos períodos de seca, ocorre a transmissão da doença devido a fatores socioeconômicos. A análise espacial também nos mostra que os casos de maior incidência se encontram nos bairros menos favorecidos em saneamento básico e onde as coletas de lixo são precárias.

Os programas Terra*View* e R utilizados, embora tenham a vantagem de serem livres, são complexos e por isso é necessário dispor de uma certa experiência para utilizá-los, o que dificulta a implantação dos mesmos nos serviços de saúde, sem a realização de um treinamento prévio. Embora o *software* Terra *View* possua o *Kernel* em suas funções, ele não corrige o efeito de borda, além de demorar em gerar os mapas. Por esta razão, optamos por utilizar em conjunto o *software* R.

Através dos parâmetros estabelecidos, neste estudo, foi permitido verificar a importância da aplicação de técnicas de análise espacial na área de saúde pública. O *Kernel* se mostrou uma ferramenta útil na obtenção de uma análise global da situação epidemiológica da leptospirose em Aracaju, o que viabiliza sua utilização pelas secretarias de saúde municipal e estadual. Durante a revisão bibliográfica, observamos a escassez de trabalhos sobre leptospirose que utilizam tais técnicas, sendo a maioria deles oriundos do Brasil.

É importante que o uso dos mapas seja acompanhado de um conhecimento cartográfico e estatístico mínimo para reduzir ou eliminar os eventuais erros e imprecisões observadas na atualidade, além da ampliação de suas potencialidades.

Este trabalho visa contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de análise espacial dos casos de leptospirose em Aracaju, SE, podendo servir de modelo para outras zoonoses, testando hipóteses sobre padrão de observação; tal padrão poderá ser inteiramente aleatório, apresentar-se em aglomerados ou ter pontos regularmente distribuídos.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver nenhum tipo de conflito de interesse no desenvolvimento do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Barcellos C, Sabrosa PC. The place behind the case: leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood-related outbreak in Rio de Janeiro. Cad Saude Publica 2002; 17:S59-S67.
2. Ko IA, Reis MG, Dourado CMR, Johnson Jr, WD, Riley LW. Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil. Lancet,1999; 354:820-825.
3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2007 [Internet]. [Acesso: 03 fev 2009]. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/.
4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2008. [Internet]. [Acesso: 03 fev 2009]. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/.
5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000 - Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001. Rio de Janeiro: IBGE; 2004. [Acesso: março 2009]. Disponível em http://www.ibge.com.br/cidadesat/default.php/.
6. Carvalho MS, Cruz OG. Análise Espacial por Micro Áreas: Métodos e Experiências. *In*: Veras RP, editor. Epidemiologia: Contextos e Pluralidade. Série Epidemiológica 4. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ/Abrasco; 1998. p. 79-89.
7. Tassinari WS, Pellegrini DCP, Sabroza PC, Carvalho MS. Distribuição espacial da leptospirose no Município do Rio de Janeiro, Brasil, ao longo dos anos de 1996-1999. Cad Saude Publica 2001; 20:1721-1729.
8. Tapero JW, Ashford DA, Perkins BA. *Leptospira* species (Leptospirosis) Principles and Practice of Infectious Disease. 5ª ed. Philadelphia: Churchill-Livingstone; 2000.
9. Pimentel AM, Régis FJM, Carneiro RM. Leptospirose. *In*: Tonelli E, Freire LMS, editores. Doenças Infecciosas na Infância e na Adolescência. Rio de Janeiro: Medsi; 2000. p. 481-484.