

# Associação de variáveis ambientais à ocorrência de leptospirose humana na cidade de Natal-RN: uma análise de distribuição espacial

## Association of environmental variables to the occurrence of human leptospirosis in the city of Natal-RN: a spatial distribution analysis

Karen Kaline Teixeira<sup>1</sup>, Reginaldo Lopes Santana<sup>2</sup>, Isabelle Ribeiro Barbosa<sup>3,4</sup>

1. Discente do curso de Farmácia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, Brasil. 2. Discente do curso de Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, Brasil. 3. Docente da Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi (FACISA), Natal, RN, Brasil. 4. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, Brasil.

### Resumo

**Introdução:** a leptospirose humana pode ser considerada um evento sentinela e sua distribuição espacial pode refletir riscos à saúde advinda de condições ambientais e sociais adversas. **Objetivo:** analisar a associação entre as variáveis ambientais e a leptospirose humana na cidade de Natal-RN. **Métodos:** por meio das técnicas de Kernel, Cluster e Interpolação no software QGIS 2.12, foi analisada a localização de 123 pontos de alagamento, a área de extensão de 27 feiras livres e 134 casos confirmados de leptospirose humana ocorridos no período de 2007 a 2016 e registrados no SINAN. **Resultados:** a densidade de Kernel e a técnica de Cluster apontaram que a ocorrência de casos de leptospirose são coincidentes geograficamente com as áreas de inundação e da ocorrência de feiras livres, formando áreas de maior densidade nos bairros de Quintas, Alecrim e Pajuçara. A interpolação mostrou que o predomínio de áreas de associação desses três eventos ocorre geograficamente por uma faixa que se estende por toda a periferia da cidade, próximas a aglomerados subnormais e bairros com menor nível de organização urbana. **Conclusões:** Os resultados sugerem a existência de características ecológicas favoráveis à transmissão da leptospirose em locais de proliferação de roedores sinantrópicos, com destaque para as áreas periféricas da cidade. Essas técnicas se mostraram úteis na obtenção de uma análise global da situação epidemiológica da leptospirose humana, o que viabiliza sua utilização pela vigilância epidemiológica desse agravo.

**Palavras-chave:** Leptospirosis. Epidemiology. Geoprocessing. Spatial Analysis. Medical Geography.

### Abstract

**Introduction:** Human leptospirosis can be considered a sentinel event and its spatial distribution may reflect health risks due to adverse environmental and social conditions. **Objective:** To analyze the association between environmental variables and human leptospirosis in Natal-RN. **Methods:** By using Kernel, Cluster and Interpolation techniques in the QGIS 2.12 software, we analyzed the location of 123 flood spots, the 27 free trade show areas and 134 confirmed cases of human leptospirosis occurring in the period 2007 to 2016. **Results:** The density Kernel and the Cluster technique pointed out that the occurrence of leptospirosis cases coincides geographically with the flood areas and the occurrence of free fairs, forming hot areas in Quintas, Alecrim and Pajuçara districts. The interpolation showed that the predominance of hot areas for the association of these three events occurs geographically by a strip that extends all over the city, close to subnormal clusters and neighborhoods with lower level of urban organization. **Conclusions:** The results suggest the existence of ecological characteristics favorable to the transmission of leptospirosis at sites of proliferation of synanthropic rodents, with emphasis on the outlying areas of the city. These techniques have proved useful in obtaining an overall analysis of the epidemiological situation of human leptospirosis, which makes its use viable through the epidemiological surveillance of this disease.

**Key words:** Leptospirosis. Epidemiology. Geoprocessing. Spatial Analysis. Medical Geography.

### INTRODUÇÃO

A leptospirose humana é uma infecção aguda causada pela espiroqueta patogênica do gênero *Leptospira*, que assume um caráter epidêmico em determinadas regiões, com maior frequência em países tropicais e em desenvolvimento<sup>1</sup>. É uma zoonose de importância e distribuição mundial que acomete o homem e animais domésticos e silvestres, entre os quais se destacam os roedores, primatas e marsupiais, por participarem da cadeia epidemiológica como portadores assintomáticos e reservatórios e contribuir para a disseminação do microrganismo na natureza<sup>2</sup>.

A doença é transmitida ao homem pelo contato com urina de animais infectados ou água, lama ou solo contaminados pela bactéria. A espécie de maior interesse zoonótico é a *Leptospira interrogans*, que apresenta mais de 200 sorovares – cada sorovar possui hospedeiros de predileção. Os homens são susceptíveis a um grande número de sorovares. No Brasil, os sorovares Icterohaemorrhagiae e Copenhageni são, com frequência, relacionados aos casos mais graves<sup>3</sup>. O principal reservatório do agente são os roedores sinantrópicos comensais (*Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* e *Mus musculus*) sendo o *R. norvegicus*

**Correspondência:** Isabelle Ribeiro Barbosa. Rua Vila Trairi, S/N, Centro. CEP: 59200-000. Santa Cruz, RN – Brasil. E-mail: isabelleribeiro@oi.com.br

**Conflito de interesse:** Não há conflito de interesse por parte de qualquer um dos autores.

Recebido em: 18 Set 2017; Revisado em: 22 Nov 2017; 2 Jan 2018; 9 Jan 2018 Aceito em: 15 Jan 2018

o principal portador da *L. icterohaemorrhagiae*, a mais patogênica ao homem. Outros reservatórios de importância são caninos, bovinos, suínos, equinos, ovinos e caprinos<sup>4</sup>.

O homem é quase sempre hospedeiro acidental e raramente transmite os agentes causais da doença entre si ou a outras espécies, confirmando-se assim que o contato humano acidental, com o meio exterior contaminado pela urina de animais portadores de *Leptospiras* (hospedeiros crônicos ou reservatórios), constitui a principal fonte de contágio pelos referidos agentes<sup>5</sup>. A leptospirose humana também está associada a algumas atividades laborais, como aos tratadores de animais, trabalhadores de serviços de água e esgoto, lixeiros e catadores de material para reciclagem, plantadores de arroz e cortadores de cana-de-açúcar<sup>6</sup>.

É uma doença de amplo espectro clínico, que pode simular desde um simples resfriado até casos com severo comprometimento pulmonar ou renal. Aproximadamente 90% dos casos de leptospirose cursam com uma doença discreta e autolimitada, apresentando febre, cefaleia, dores musculares, náuseas e vômitos. Entretanto, de 5% a 10% dos pacientes evoluem para uma forma icterica conhecida como síndrome de Weil, com falência de múltiplos órgãos, resultando em necessidade de tratamento suporte e alto custo de hospitalização<sup>7</sup>, podendo levar ao óbito, com taxa de letalidade que pode chegar aos 40%<sup>8</sup>.

A distribuição da doença no mundo mostra desigualdades e denota a importância do ambiente social, quando se verifica que a doença acomete mais frequentemente as populações de países subdesenvolvidos, que convivem com importantes problemas socioeconômicos<sup>9</sup>. A proliferação da leptospirose ocorre em cidades onde a coleta de lixo é insatisfatória e as redes pluvial e de esgotos não recebem tratamento adequado. No Brasil, ela apresenta uma ligação muito direta com as condições climáticas, estando estreitamente relacionada à alta pluviosidade e ao calor. Além disso, o espriamento das águas e a ocorrência de inundações durante e após os episódios pluviais, aumentam a incidência de leptospirose na maior parte do Brasil<sup>10</sup>.

Estima-se que ocorra cerca de 1 milhão de casos de leptospirose a cada ano no mundo. O Brasil é o 17º país no ranking mundial de infecção por leptospirose<sup>11</sup>. Registra-se uma média de 13.000 casos humanos notificados por ano, sendo 3.500 confirmados, com letalidade média de 10,8% e a média de internações de pacientes chega a 75 %<sup>12</sup>. Ressalta-se que a morbidade real da doença é apenas parcialmente conhecida, devido à dificuldade de confirmar casos, diagnóstico diferencial distinto e à baixa detecção de formas mais leves<sup>9,10</sup>.

No Brasil, a faixa etária mais acometida é de indivíduos de 15 a 59 anos de idade e as regiões mais afetadas são a Região Sudeste (37,4% dos casos), seguida do Sul (31,7%) e Nordeste (19,1%). Oitenta e seis por cento (86%) dos casos ocorrem em

áreas urbanas, enquanto apenas 11% vêm de áreas rurais<sup>11</sup>. No Brasil, os custos com internação para Sistema Único de Saúde são considerados elevados quando comparados com o que se gasta com prevenção da doença. A estimativa é de que os custos hospitalares relativos à leptospirose sejam de mais de US\$ 400 mil ao ano<sup>13</sup>.

Os casos de leptospirose humana podem ser considerados eventos sentinela de condições desfavoráveis, evidenciando vulnerabilidades dos serviços de saúde, de programas preventivos e das condições socioambientais precárias no ambiente urbano. Uma das questões importantes para o diagnóstico de situações de saúde é a análise de dados e sua distribuição espacial, capazes de detectar e refletir condições de risco à saúde advinda de condições ambientais e sociais adversas<sup>14</sup>.

O geoprocessamento se constitui em um conjunto de técnicas de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de dados espaciais, e tem contribuído para a implementação de análise sistemática, processual e contínua de ocorrência das doenças e dos riscos à saúde. Essa metodologia utiliza procedimentos estatísticos aplicados a situações cujos dados estão relacionados a fenômenos naturais que possam apresentar algum grau de dependência espacial<sup>15</sup>. A análise espacial utilizada para caracterização dos principais pontos de transmissão de leptospirose tem sido bastante utilizada, principalmente em centros urbanos, em que o desordenamento de infraestrutura e o baixo desenvolvimento socioeconômico e ambiental tornam-se fatores preponderantes para o surgimento da doença<sup>14</sup>.

O objetivo desse estudo foi investigar a associação entre a ocorrência de leptospirose humana e as variáveis ambientais a partir de uma análise espacial no município de Natal-RN. Por meio da aplicação de uma modelagem geoestatística, os resultados gerados fornecem informações relevantes, auxiliando na avaliação da situação de saúde, planejamento e gestão de saúde, urbana e ambiental do município.

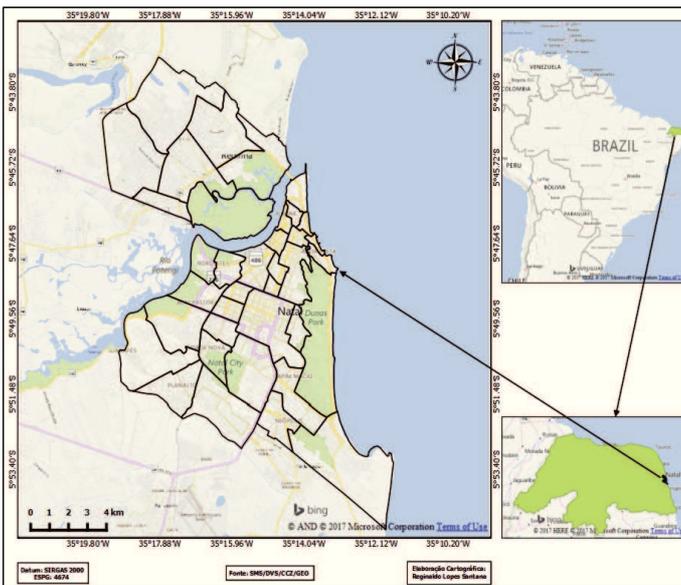
## MÉTODOS

Trata-se de um estudo ecológico para identificação de áreas de risco para a Leptospirose na cidade de Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil. O município de Natal possui uma área de 167,2 km<sup>2</sup>, com densidade demográfica de 4.808,20 hab/km<sup>2</sup> e estimativa populacional de 877.662 habitantes. A cidade registra temperatura média de 28°C, clima úmido com chuvas regulares no período de março a julho. O município é dividido em 36 bairros, distribuídos em quatro regiões administrativas (Norte, Sul, Leste e Oeste), com diferentes características territoriais, físicas, demográficas e de infraestrutura.

Os dados utilizados foram gerados a partir do estudo de vigilância epidemiológica realizado pelo Centro de Controle de Zoonoses da cidade de Natal. A pesquisa foi produzida utilizando

dados de casos de leptospirose humana ocorridos em Natal no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2016, a partir de dados secundários registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), além de variáveis ambientais disponibilizadas pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSUR) e pela Secretaria Municipal de Obras públicas e Infraestrutura (SEMOV). As variáveis epidemiológicas e ambientais utilizadas neste estudo foram: (1) a localização de 123 pontos de alagamento; (2) a área ocupada por 27 feiras livres e (3) 134 casos confirmados de leptospirose humana.

**Figura 1.** Geolocalização do município de Natal-RN.



Foi realizada limpeza no banco de dados, excluindo as duplicidades com o auxílio do programa Epi Info 7 (Centers for Disease Control and Prevention) e para a edição de planilhas, o Microsoft Office Excel (2013). Os casos de leptospirose humana estavam distribuídos no Distrito sul (22 casos), Distrito Norte (40 casos), no Distrito Oeste (48 casos) e no Distrito Leste (24 casos). Os campos 'logradouro' e 'número' foram utilizados para realização do georreferenciamento. Os casos foram georreferenciados manualmente no Google Earth e Maps para identificação das coordenadas (x,y) em graus decimais e posteriormente adicionados ao programa QGIS 2.12 Lyon (Oracle America, Inc. California, 2008).

Para a identificação das áreas de risco para ocorrência da leptospirose e sua associação com as variáveis ambientais, foram realizadas análises de estatística espacial, que permitiram estimar as densidades desses eventos dentro da área de estudo, utilizando as seguintes técnicas geoestatísticas: o estimador de densidade *Kernel*, a análise de Cluster e a Interpolação.

Foi aplicado o estimador de densidade de *Kernel*, sendo utilizada neste estudo a função de alisamento Quártica (biponderada) com 100, 200 e 300 metros de largura de banda e grade regular composta por 500 x 322 células. O *Kernel* de intensidade permite

estimar a quantidade de eventos por unidade de área, em cada célula de uma grade regular que recobre a região estudada. Essa técnica não paramétrica, além de estimar a intensidade da ocorrência de casos em toda a superfície analisada, permite filtrar a variabilidade de um conjunto de dados, ao mesmo tempo que retém suas principais características locais<sup>16</sup>

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right),$$

sendo  $h$  o parâmetro de suavização,  $X_i, i = 1, 2, \dots, N$  é a amostra de dados e  $K$  é uma função *kernel* escolhida.

Foi aplicada também a técnica de Clusterização, que tem como objetivo agrupar dados de acordo com as similaridades entre eles, ou seja, a distância limite entre os pontos para que o sistema considere um ponto próximo ao outro na contagem<sup>17</sup>. Após a formação dos clusters, os agrupamentos foram classificados de acordo com a concentração dos eventos no cluster, e em seguida caracterizados em cinco classes: concentração Muito-alta (na cor vermelho), Alta (laranja), Moderada (amarelo), Baixa (verde) e Muito-baixa (azul).

Já a técnica de Interpolação é a utilização de pontos com valores conhecidos para estimar os valores em outros pontos desconhecidos a fim de gerar um mapa contínuo e suavizado. Foi aplicada a interpolação pelo método do Inverso do Quadrado da Distância (IDW) que é baseada na distância ponderada de um ponto amostral, valor estimado a partir de combinações lineares dos dados vizinhos, com o peso dado pela distância que separa as amostras, de modo que a influência de cada ponto é inversamente proporcional à distância do nó da malha<sup>18</sup>.

Os pontos referentes à localização dos casos de leptospirose, das áreas pelas quais se estendem as feiras livres e dos locais de alagamento da cidade foram analisados separadamente pelas técnicas de *Kernel* e Cluster. Para a análise das três variáveis em conjunto, foram aplicadas as técnicas de *Kernel* e a Interpolação. Os resultados foram apresentados em mapas, cujas áreas foram classificadas com níveis de densidade que variaram de acordo com a cor e tonalidade, sendo o Vermelho a densidade muito alta; o Laranja indica densidade alta; A cor Amarela aponta para a densidade média; a Verde significa densidade baixa e a Azul, densidade muito baixa.

## RESULTADOS

Embora seja observada uma distribuição espacial de casos ao longo de uma vasta extensão territorial do município, observa-se na Figura 2A que os bairros de Quintas, Alecrim, Lagoa Nova, Pajuçara, Nossa Senhora da Apresentação e Potengi possuem áreas de elevada densidade para a leptospirose. A análise da distribuição das áreas de inundação (Figura 2B) e da ocorrência das feiras livres (Figura 2C) mostra que há uma sobreposição da localização de feiras livres e da localização dos casos de leptospirose humana.

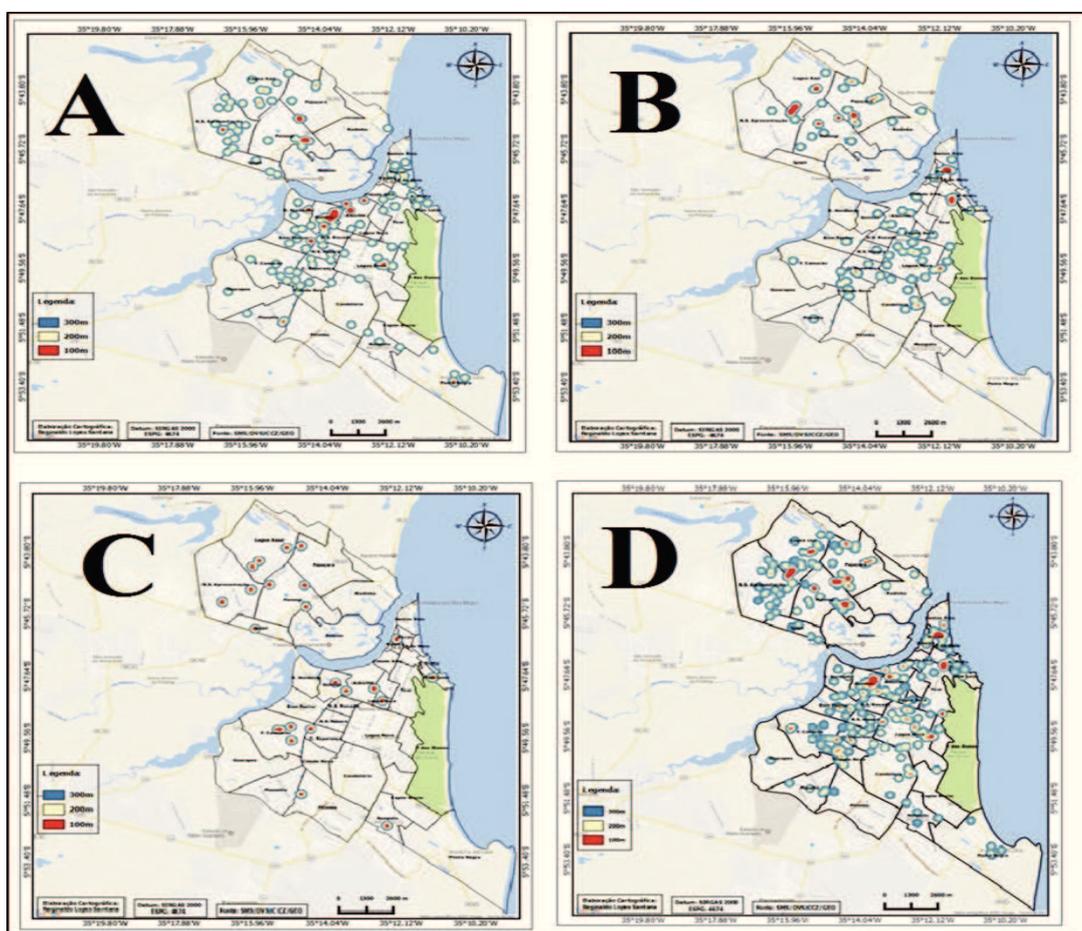
A figura 2D apresenta a densidade pela sobreposição dos três eventos: casos de leptospirose, da ocorrência dos pontos de alagamento e da área de ocorrência das feiras livres, estimada por meio da razão de *kernel*. A intensidade das cores está relacionada diretamente à estimativa de intensidade da agregação e ocorrência desses eventos, sendo mais elevada nas áreas assinaladas de vermelho e laranja.

Há uma relação visualmente observável, percorrendo todo o mapa de sobreposição dos três eventos, com 12 áreas de elevado risco, estando essas áreas localizadas nos bairros do Distrito Oeste da cidade (Alecrim e Quintas), do Distrito Leste

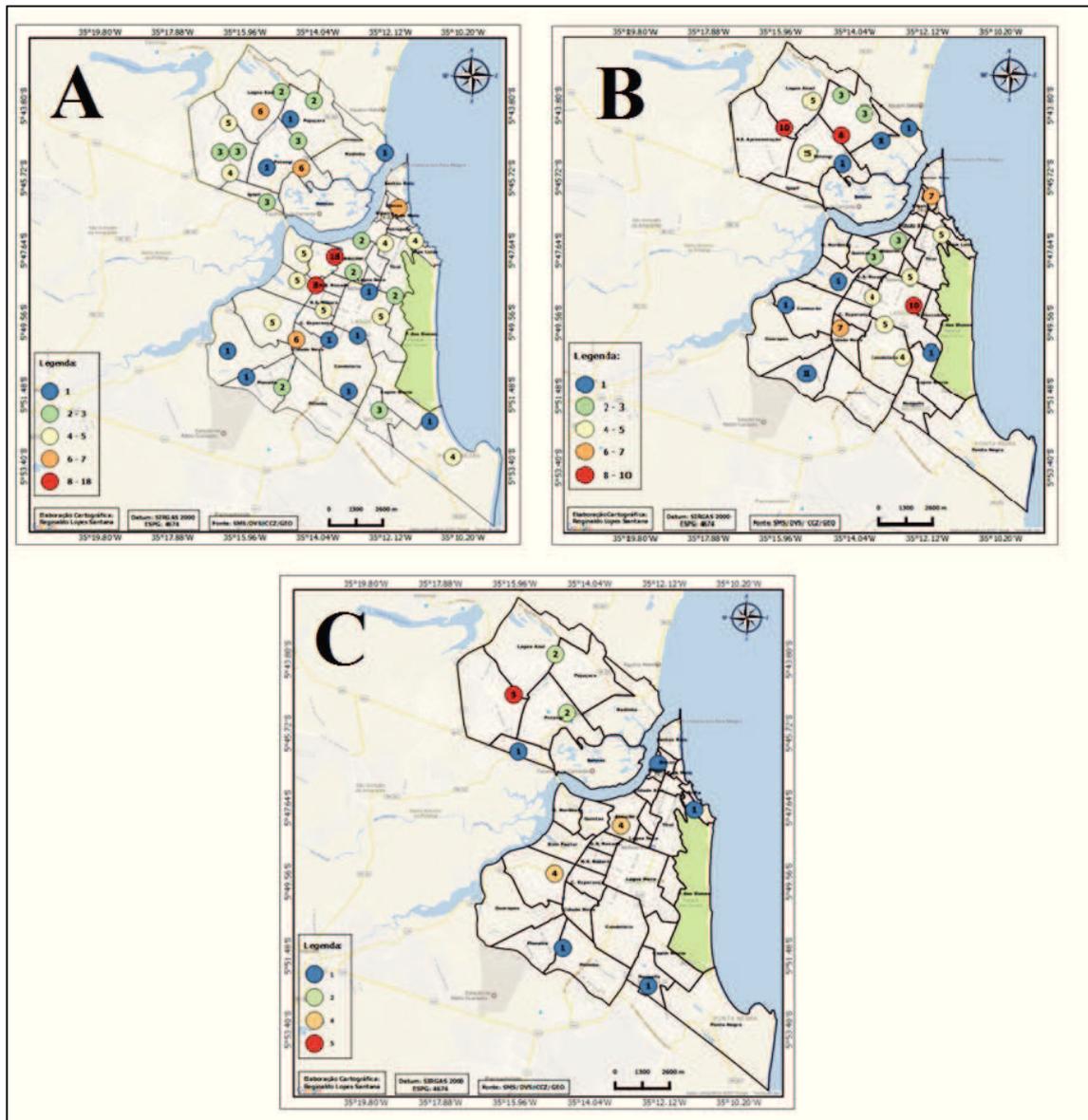
(Rocas e Mãe Luíza) e do Distrito Norte (Nossa Senhora da Apresentação e Pajuçara).

Pela Análise de Cluster, a figura 3 mostra que há sobreposição da ocorrência de casos de leptospirose, ocorrência de inundações e feiras livres, sendo esta mais intensa nos bairros de Nossa Senhora da Apresentação, Pajuçara e no Alecrim. A interpolação realizada a partir desses dados mostra que a associação desses três eventos ocorre geograficamente por todo o município, sendo mais predominante na faixa que se estende por toda a periferia da cidade, próximas a aglomerados subnormais e bairros com menor nível de organização urbana (Figura 4).

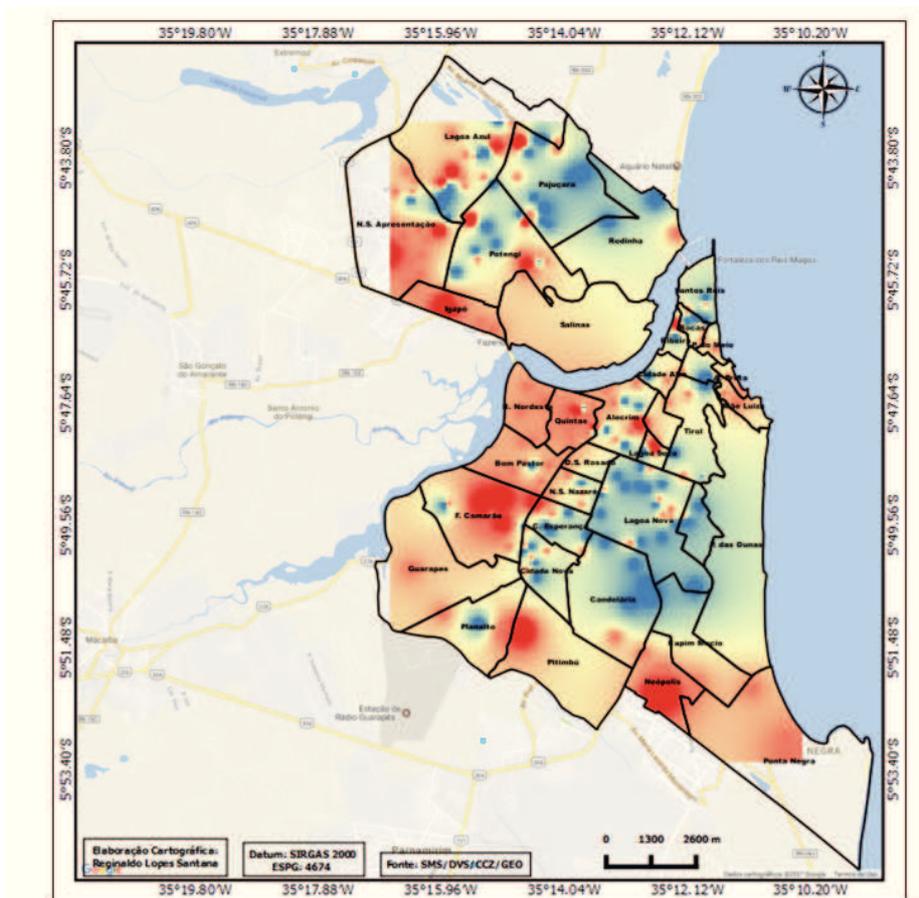
**Figura 2.** Mapa da razão Kernel da distribuição dos casos de leptospirose humana e das variáveis ambientais em Natal/RN. Figura 2A: georreferenciamento dos casos de leptospirose no período de 2007 a 2016; Figura 2B: georreferenciamento das áreas de alagamento na cidade de Natal/RN; Figura 2C: georreferenciamento das feiras livres de realização semanal da cidade de Natal/RN; Figura 2D: Mapa da razão Kernel da distribuição dos casos de leptospirose, sobreposto com as áreas de alagamento e das feiras livres da cidade de Natal/RN.



**Figura 3.** Mapa de Cluster da distribuição dos casos de leptospirose humana e das variáveis ambientais em Natal/RN. Figura 2A: Cluster dos casos de leptospirose humana no período de 2007 a 2016; Figura 2B: Cluster dos pontos de alagamento na cidade de Natal/RN; Figura 2C: Cluster das feiras livres de realização semanal da cidade de Natal/RN.



**Figura 4.** Interpolação pelo método do inverso do quadrado da distância entre os casos de leptospirose humana, os pontos de alagamento e as feiras livres na cidade de Natal-RN. .



## DISCUSSÃO

A análise da estatística espacial dos casos de leptospirose no município de Natal evidenciou que a doença possui uma distribuição sensível à variabilidade dos condicionantes ambientais, estando associada às áreas de alagamento e às áreas de ocorrência de feiras livres, mostrando que esse fenômeno possui um componente ambiental que explica a expansão da doença na cidade, bem como, influencia notadamente seu potencial (intensidade).

Em acordo com os resultados do presente estudo, diversas pesquisas realizadas no Brasil apontaram a relação entre os condicionantes ambientais e sua influência na ocorrência de leptospirose humana. Em um estudo realizado no estado de Pernambuco<sup>4</sup>, os pesquisadores observaram que as áreas de maior incidência de leptospirose coincidiram com os locais com cobertura de esgotamento sanitário precário, de maior densidade demográfica e de elevada proporção de indivíduos de baixa escolaridade; o estudo que analisou a distribuição da leptospirose nos municípios do estado de São Paulo<sup>6</sup> no período de 2008 a 2010 apontou que as áreas que apresentaram as maiores ocorrências de leptospirose foram as áreas metropolitanas de São Paulo, Campinas e São José dos Campos. Os autores explicam que isso ocorre devido à alta densidade demográfica e à elevada produção de resíduos sólidos, aliadas

às condições precárias de saneamento, além do elevado grau de área construída existentes nestas áreas metropolitanas, que provoca a impermeabilização do solo urbano e favorece o escoamento superficial, ocasionando uma maior ocorrência de enchentes<sup>6</sup>. A análise da distribuição dos casos de leptospirose na cidade de Manaus, estado do Amazonas, mostrou que, por ser esta cidade atravessada naturalmente por igarapés ou pequenos rios contaminados, a transmissão da doença foi facilitada por esta via de acesso. Assim, As populações que vivem em áreas de baixa situação socioeconômica e de saneamento precário mostraram maior risco de adquirir a infecção<sup>9</sup>.

A produção do espaço urbano desordenado constituiu uma situação de vulnerabilidade com fatores de risco de adoecimento por leptospirose. Grupos sociais com maiores níveis de pobreza e privação social residem em áreas com maior exposição ao risco e à degradação ambiental, configurando situações de alta vulnerabilidade sócio ambiental<sup>19</sup>. A associação dessas precárias características socioeconômicas com a maior densidade de casos mostra que estas áreas apresentam alta fragilidade ambiental com impacto na epidemiologia da doença<sup>12</sup>.

O principal problema ambiental global a ser enfrentado pela civilização do século XXI advém do seu próprio modelo

de desenvolvimento que, alimentado pela força de suas contradições, gera, nas metrópoles dos países do Terceiro Mundo, uma modernização que atinge os espaços e a sociedade de forma desigual e seletiva, levando à marginalização de parte importante da população<sup>20</sup>.

No Rio Grande do Norte, e particularmente na cidade de Natal, a migração e o crescimento urbano foram determinados por uma variedade de situações estruturais (oferta de emprego, serviços de educação e saúde). Como consequência do fluxo migratório na década de 1990, o município experimentou uma taxa de crescimento populacional anual de 6,4 por cento, trazendo em sua esteira problemas sociais de toda natureza, desde a favelização à violência urbana, e ao surgimento da dualidade Região Sul-rico e Região Norte-pobre, onde se localizam os extremos relacionados com qualidade de vida e habitabilidade<sup>21</sup>.

A cidade de Natal consolidou-se basicamente nos tabuleiros da formação de barreiras, além de neodunas, paleodunas, praias, planícies fluviais e flúvio-marinhas. A cidade não apresenta elevadas altitudes, porém o grau de declividade de algumas encostas traz riscos de deslizamentos de material inconsolidado principalmente dos depósitos sedimentares dunares, que, por sua vez, são intensamente ocupados. Outro risco comum na capital potiguar são os alagamentos que acarretam vários prejuízos financeiros e danos à saúde da população exposta à água poluída e/ou contaminada<sup>22</sup>.

A ocorrência de Leptospirose está intimamente relacionada com o período chuvoso do verão, pois, com o aumento do volume de água, a *Leptospira* é transportada mais rapidamente pelo contato com as águas de inundações urbanas. Além disso, é importante ressaltar o fato de que, no período de clima quente e úmido, as pessoas têm um maior contato com a água de rios, córregos e lagos em atividades de lazer<sup>23</sup>.

Entre os 134 casos registrados na cidade de Natal, 35,8% ocorreram em áreas que sofrem influências das marés altas e dificuldade de escoamento das águas do Rio Potengi, nas quais os bairros de Quintas e Alecrim estão incluídos. Essas características, somadas à deficiente infraestrutura de saneamento básico, podem explicar o maior número de casos nessa área. É importante considerar que, as alterações ambientais resultantes da destruição das áreas ribeirinhas modificam o curso natural e o fluxo dos rios, facilitando maior extensão das inundações, o que expõe um número maior de pessoas à doença<sup>23</sup>.

Em Natal, as chuvas, que eram absorvidas pela areia das dunas para alimentar o aquífero livre, agora escoam pelas ruas pavimentadas e se acumulam, junto com o lixo, em regiões de cotas baixas e sem drenagem receptora. Não são raros os locais com drenagem receptora artificial entulhada com o lixo, impermeabilizando, por entupimento os bueiros e provocando alagamentos<sup>24</sup>.

A variação no número de casos de leptospirose em Natal não é determinada somente pela pluviosidade, mas também, por uma multiplicidade de fatores ambientais e sociais, como também as atividades humanas, a exemplo das feiras livres.

Na cidade de Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte (RN), as feiras apresentam-se importantes na dinâmica sócio espacial urbana. Existem nove grandes feiras livres na cidade de Natal; devido ao tamanho (número de feirantes e de bancas) e maior intensidade de fluxos de pessoas e mercadorias, tendo uma maior importância para a circulação e dinâmica socioeconômica da capital potiguar, sendo estas feiras a do Alecrim, Carrasco (Quintas), Cidade da Esperança, Nova Natal, Rocas, Igapó, Parque dos Coqueiros, Santa Catarina, e Panorama (bairro Potengi)<sup>25</sup>. No presente estudo, o maior número de casos de leptospirose foi registrado nos bairros e nas proximidades onde ocorrem essas feiras.

Geralmente, as feiras se caracterizam pela produção permanente de resíduos sólidos em seus setores de venda, que são gerados desde a recepção e organização de alimentos nas barracas e/ou chão pelos feirantes até o consumidor.<sup>26</sup> Sabe-se que a presença e a proliferação de roedores estão ligadas principalmente a dois fatores: condições favoráveis de abrigo e alimentação, que propiciam sua reprodução desenfreada. Áreas com muita quantidade de lixo nas ruas e em terrenos baldios atraem os roedores e potencializam o contato deles com o ambiente<sup>27</sup>.

A técnica de Interpolação aplicada neste estudo mostrou uma extensa área de maior risco para a ocorrência de leptospirose em toda a periferia da cidade. O registro de leptospirose em bairros como Felipe Camarão, Guarapes, Nossa Senhora da Apresentação e Pajuçara pode estar relacionado ao processo de ocupação desordenada ocorrido nessa região nas últimas décadas, com construção de moradias em áreas com carência de infraestrutura básica.

O trabalho realizado pelo Observatório das Metrópoles, sobre a Vulnerabilidade Socioambiental das Regiões Metropolitanas Brasileiras, inclusive para a Região metropolitana de Natal, corrobora essa afirmação. Essa publicação diz que existe uma área de alta vulnerabilidade social localizada nos bairros de Cidade Nova, Guarapes e Planalto (Distrito Oeste), e que áreas em situação social favorável (média baixa a baixíssima vulnerabilidade) estão localizadas nos bairros de Petrópolis/Tirol, Capim Macio e Candelária (Distritos Leste e Sul)<sup>20</sup>.

O presente estudo apresenta limitações inerentes à sua metodologia, com relação à utilização das informações obtidas em bancos de dados secundários, estando sujeito ao viés da subnotificação. Sabe-se que, na maioria dos casos, os registros de leptospirose humana do SINAN são realizados para os casos mais graves e que necessitam de internação. Devido ao amplo espectro clínico da doença, muitos infectados apresentam-se assintomáticos ou com as características das formas leves da

doença, podendo ser confundida com outras doenças, o que favorece o subdiagnóstico e o subregistro desses casos.

Mesmo considerando esta limitação, os resultados da presente pesquisa permitiram identificar áreas geográficas de maior risco para ocorrência da leptospirose humana no município de Natal. A identificação dessas áreas homogêneas possibilita a escolha de estratégias e intervenções específicas bem como a priorização de recursos para os grupos mais vulneráveis, contribuindo assim para diminuir as iniquidades em saúde.

Como na Administração Pública há limitações de recursos, essas

estatísticas podem contribuir para o investimento ser priorizado nas áreas mais problemáticas. A periferia da cidade requer uma urbanização adequada e melhoria em suas condições sanitárias. As ações abrangem desde a simples manipulação e o monitoramento do ambiente, como a limpeza de bueiros e a destinação adequada do lixo urbano até a urbanização de favelas, drenagem e canalização de rios e córregos, prevenindo a ocorrência de enchentes. Além disso, um programa de controle de roedores deve ser realizado nas regiões peridomiciliares e nos ambientes de trabalho das áreas de maior densidade, mesmo em períodos de estiagem.

## REFERÊNCIAS

1. Marinho M. Leptospirose: fatores epidemiológicos, fisiopatológicos e imunopatogênicos. *Veterinária e Zootecnia*, 2008 dez; 15(3): 428-434.
2. Oliveira SV, Arsky MDLNS, Caldas EP. Reservatórios animais da leptospirose: Uma revisão bibliográfica. *Saúde (Santa Maria)*, 2013; 39(1): 9-20.
3. Pelissari DM, Maia-Elkhoury ANS, Arsky MDLNS, Nunes ML. Revisão sistemática dos fatores associados à leptospirose no Brasil, 2000-2009. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 2011 Out-Dez; 20(4): 565-574.
4. Vasconcelos CH, Fonseca FR, Lise MLZ, Arsky MDLNS. Fatores ambientais e socioeconômicos relacionados à distribuição de casos de leptospirose no Estado de Pernambuco, Brasil, 2001-2009. *Cad Saude Colet*, 2012; 20(1): 49-56.
5. Sampaio GP, Wanderley MR, Casseb GB, Negreiros MAMP. Descrição epidemiológica dos casos de leptospirose em hospital terciário de Rio Branco. *Rev Bras Clín Med*, 2011 Set-Out; 9(5): 338-343.
6. Belchior NK, Azevedo SP. Distribuição da leptospirose nos municípios do estado de São Paulo no período de 2008 a 2010. *Hygeia* 2012; 8(14): 39-52.
7. Souza VMM, Arsky MDLNS, Castro APB, Araujo WN. Anos potenciais de vida perdidos e custos hospitalares da leptospirose no Brasil. *Rev Saúde Pública* 2011 Dez; 45(6):1001-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102011005000070>.
8. Dutra FRLS, Valadão RC, Confalonieri UE, Müller GV, Quadro MFLD. A influência da variabilidade da precipitação no padrão de distribuição dos casos de leptospirose em Minas Gerais, no período de 1998–2012. *Hygeia* 2015; 11(20): 106-126.
9. Jesus MS, Silva LA, Lima KMS, Fernandes OCC. Cases distribution of leptospirosis in City of Manaus, State of Amazonas, Brazil, 2000-2010. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 2012 Nov-Dec; 45(6): 713-716. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822012000600011>.
10. Oliveira TVS, Marinho DP, Costa C Neto, Kligerman DC. Variáveis climáticas, condições de vida e saúde da população: a leptospirose no município do Rio de Janeiro de 1996 a 2009. *Ciênc. saúde coletiva*. 2012; 17(6): 1569-1576. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000600020>.
11. Rezende RS, Barcelos Y, Laurindo TVS, Dias CAGM, Oliveira E, Utzig ILA, et al. Epidemiology of leptospirosis: cases from 2011 to 2015 in the Brazilian northern region. *Biota Amazônia*, 2016; 6(4): 94-99. doi:<http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n4p94-99>.
12. Gonçalves NV, Araujo EN, Sousa Júnior AS, Pereira WMM, Miranda CDSC, Campos PS, Palácios VRC. Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil. *Ciênc. saúde coletiva*. 2016 Dez; 21(12): 3947-3955. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320152112.07022016>.
13. Oliveira PFVD, Ohara PM, Hoffmann JL, Silva FWF, Lima AMD, Patrício MIA, Araújo WND. Fatores de risco para leptospirose, relacionados à atividade laboral em agricultores de arroz de uma cidade do Nordeste do Brasil, 2008. *J Health Biol Sci* 2014; 2(3): 99-107. doi: <http://dx.doi.org/10.12662/2317-3076jhbs.v2i3.92.p99-107.2014>
14. Melo CBD, Reis RB, Ko AI, Barreto CMN, Lima AP, Silva ÂMD. Espacialização da leptospirose em Aracaju, Estado de Sergipe, no período de 2001 a 2007. *Rev Soc Bras Med Trop* 2011 Ago; 44(4): 475-480. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822011000400015>.
15. Dozza B, Del Monego MLC, Kummer L. Modelagem geoestatística da ocorrência de casos de leptospirose e alagamentos no município de Curitiba-PR, no ano de 2014. *HOLOS*, 2016; 32(1): 381-393.
16. Silverman BW. Density estimation for statistics and data analysis. In: *Monographs on Statistics and Applied Probability*, London: Chapman and Hall; 1986. p. 9.
17. Moscato P, Von Zuben FJ. Uma Visão Geral de Clusterização de Dados. *DCA/FEEC/Unicamp*. 2002, 21p.
18. Jakob AAE, Young AF. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. *Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, Caxambu, Setembro 2006*, 22p.
19. Soares TSM, de Oliveira MDRD, Laporta GZ, Buzzar MR. Análise espacial e sazonal da leptospirose no município de São Paulo, SP, 1998 a 2006. *Rev. Saúde Pública*. 2010 Abr; 44(2): 283-291. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102010000200008>.
20. Deschamps MV. Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba. *Cadernos Metrôpole*, 2008; 19: 191-219.
21. Silva AF. Migração e crescimento urbano. Uma reflexão sobre a cidade de Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. 2001; 94(74).
22. Medeiros MD, Almeida LQ. Vulnerabilidade socioambiental no município de Natal, RN, BR. *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*, 2015 Jul-Dez; 9(2): 65-79.
23. Guimarães RG, Cruz OG, Parreira VG, Mazoto MM, Vieira JD, Asmus CIRF. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. *Ciênc. saúde coletiva*, 2014 Set; 19(9): 3683-3692. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232014199.06432014>.
24. Silva MLN, Cavalcanti MTO Neto. Identificação de áreas vulneráveis ao alagamento pluvial na cidade de Natal/RN. *HOLOS*, 2010; 4: 19-31. doi: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2010.459>.
25. Queiroz TAN, Azevedo FFD. Circuitos da economia urbana: arranjos espaciais e dinâmica das feiras livres em Natal-RN. *Sociedade e Território*, 2012 Jan-Jun; 24(1): 115-133.

26. Vaz LMS, Costa BN, Gusmão ODS, Azevedo LS. Diagnóstico dos resíduos sólidos produzidos em uma feira livre: o caso da feira do tomba. *Sitientibus*, 2003 Jan-Jun; (28): 145-159.

27. Aleixo NCR, Sant'Anna JL Neto. Eventos pluviométricos extremos e saúde: perspectivas de interação pelos casos de leptospirose em ambiente urbano. *Hygeia*. 2010; 6(11): 118-132.

**Como citar este artigo/How to cite this article:**

Teixeira KK, Santana RL, Barbosa IR. Associação de variáveis ambientais à ocorrência de leptospirose humana na cidade de Natal-RN: uma análise de distribuição espacial *J Health Biol Sci*. 2018 Jul-Set; 6(3):249-257.

*J. Health Biol Sci*. 2018; 6(3): 249-257