

Universidade do Estado do Pará
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



Giselly de Lourdes da Silva Santana

**Análise espacial dos agravos bacterianos
de veiculação hídrica de notificação obrigatória
em uma Metrópole da Amazônia**

Belém-PA
2019

Giselly de Lourdes da Silva Santana

**Análise espacial dos agravos bacterianos de veiculação hídrica
de notificação obrigatória em uma Metrópole da Amazônia**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de mestre em Ciências
Ambientais no Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais.

Universidade do Estado do Pará.

Orientadora: Profa. Dra. Cléa Nazaré Carneiro
Bichara.

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo José de Paula
Souza e Guimarães.

Belém-PA
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, UEPA, Belém - PA.

S231a Santana, Giselly de Lourdes da Silva

Análise espacial dos agravos bacterianos de veiculação hídrica de notificação obrigatória em uma metrópole da Amazônia. / Giselly de Lourdes da Silva Santana; Orientadora Cléa Nazaré Carneiro Bichara; Coorientador Ricardo José de Paula Souza e Guimarães. -- Belém, 2019.

75 f. : il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Belém, 2019.

1. Epidemiologia. 2. Doenças bacterianas. 3. Febre tifoide. 4. Leptospirose. 5. Análises espaciais. 6. Geoprocessamento. I. Bichara, Cléa Nazaré Carneiro. II. Guimarães, Ricardo José de Paula Souza. III. Título.

CDD 614.4

Giselly de Lourdes da Silva Santana

Análise espacial dos agravos bacterianos de veiculação hídrica de notificados obrigatória em uma Metrópole da Amazônia

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.
Universidade do Estado do Pará.

Data da aprovação: 28/02/2019

Banca examinadora

_____ - Orientadora

Prof. Dra. Cléa Nazaré Carneiro Bichara
Doutorado em Biologia dos Agentes Infecciosos e Parasitários
Universidade do Estado do Pará

_____ 1ª Examinadora

Prof. Dra. Irna Carla do Rosário Souza Carneiro
Doutorado em Doenças Infecciosas
Universidade Federal do Pará

_____ 2ª Examinadora

Prof. Dra. Merilene do Socorro Silva Costa
Doutorado em Ciências Agrárias
Universidade Federal Rural da Amazônia

_____ 3ª Examinadora

Prof. Dra. Sônia Cláudia Almeida Pinto
Doutorado em Doenças Tropicais
Universidade do Estado do Pará

_____ Suplente

Prof. Dr. Altem Nascimento Pontes
Doutorado em Física
Universidade do Estado do Pará

Dedico este Mestrado à minha família, em especial, aos meus pais Carlos Santana e Francisca Santana.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me colocar onde muitos querem, mas poucos conseguem.

À minha Família, que foi o meu alicerce na realização deste sonho.

À Dra. Cléa Nazaré Carneiro Bichara, pelo carinho, sabedoria e por ter despertado em mim o amor pela epidemiologia.

Ao Dr. Ricardo José de Paula Souza e Guimarães pela disposição em me ensinar e compartilhar seus conhecimentos.

Ao Dr. Altem Nascimento Pontes, que me incentivou desde o início.

Às minhas amigas e colegas de mestrado Karla Santos e Fernanda Neves que estiveram ao meu lado em todos os momentos.

À Universidade do Estado do Pará e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, pela referência em formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela bolsa de estudo concedida no processo nº 1680809.

Ao Instituto Evandro Chagas e ao Laboratório de Geoprocessamento pela parceria nesta pesquisa.

À Secretaria de Saúde Pública do Pará - SESPA pela disponibilidade dos dados.

Muito Obrigada.

"O Senhor é quem vai a tua frente. Ele estará contigo, não te deixará, nem te desampará. Não temas, nem te espantes."

Deuteronômio 31: 8

RESUMO

O crescimento urbano desordenado, associado à deficiência no saneamento básico e no abastecimento de água, implica no risco de doenças veiculadas pela água. A cidade de Belém, Pará foi escolhida como área de estudo por apresentar numerosos cursos hídricos e elevados níveis de precipitação, favorecendo a ocorrência de inundações e a disseminação de patógenos. As doenças bacterianas de transmissão hídrica e notificação obrigatória eleitas foram: febre tifoide e leptospirose. Realizou-se um estudo ecológico, transversal e retrospectivo, objetivando analisar as características sociodemográficas, epidemiológicas e os padrões de distribuição espaço-temporal destes agravos, no período de 2007 a 2016. O levantamento dos dados secundários foi obtido das fichas do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, sendo selecionadas as variáveis sociodemográficas, epidemiológicas e de localização. Após o tratamento e geocodificação do banco de dados, utilizou-se ferramentas de geoprocessamento como instrumento para as análises espaciais e construção dos mapas de distância e de estimativa de densidade Kernel. Em relação a febre tifoide, foram confirmados 152 casos, onde a fonte de infecção esteve relacionada principalmente à ingestão de água e alimentos contaminados. A sazonalidade da doença coincidiu com o intenso verão amazônico, sendo observada principalmente no Distrito Administrativo do Guamá, ao entorno da bacia hidrográfica do Tucunduba e no Distrito do Entroncamento, onde ocorreu um surto em 2014. Para a leptospirose, confirmaram-se 565 casos, e as maiores taxas de incidência ocorreram na população mais exposta às coleções hídricas poluídas de áreas inundáveis. Pode-se dizer que os principais focos epidemiológicos ocorreram nos Distritos do Guamá, Belém e Benguí, às proximidades das bacias hidrográficas do Tucunduba, Una e Estrada Nova. Investimentos em infraestrutura sanitária, tratamento de água e ações de vigilância em saúde potencializam a redução dos casos destes agravos.

Palavras-chave: Febre tifoide. Leptospirose. Epidemiologia Espacial. SINAN.

ABSTRACT

Disorganized urban growth, associated with a deficiency in basic sanitation and water supply, implies the risk of waterborne diseases. The city of Belém, Pará was chosen as a study area because it has numerous watercourses and high levels of precipitation, favouring the occurrence of floods and the spread of pathogens. Bacterial waterborne diseases and mandatory reporting were: typhoid fever and leptospirosis. An ecological, transversal and retrospective study was carried out to analyze the socio-demographic, epidemiological and spatial-temporal distribution patterns of these diseases, from 2007 to 2016. The collection of secondary data was obtained from the records of the Information System of Notifiable Diseases, and the sociodemographic, epidemiological and location variables. After processing and geocoding the database, we used geoprocessing tools as an instrument for spatial analysis and construction of distance maps and Kernel density estimation. About typhoid fever, 152 cases were confirmed, where the source of infection was mainly related to the ingestion of contaminated food and water. The seasonality of the disease coincided with the intense summer of the Amazon, being observed mainly in the Administrative District of Guamá, near the hydrographic basin of Tucunduba and in the District of Entroncamento, where an outbreak occurred in 2014. For leptospirosis, 565 cases were confirmed, and the highest incidence rates occurred in the population most exposed to the polluted water collections of flooded areas. It can be said that the main epidemiological outbreaks occurred in the districts of Guamá, Belém and Benguí, near the hydrographic basins of Tucunduba, Una and Estrada Nova. Investments in sanitary infrastructure, water treatment and health surveillance actions potentiate the reduction of cases of these diseases.

Keywords: Typhoid fever. Leptospirosis. Spatial Epidemiology. SINAN.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 01	Perfil sociodemográfico dos casos de febre tifoide no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016	40
Tabela 02	Perfil epidemiológico dos casos de febre tifoide no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016	41

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 2

Tabela 01	Perfil sociodemográfico e epidemiológico dos casos de leptospirose no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016.	63
-----------	---	----

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 01	Distribuição da febre tifoide no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016.	42
Figura 02	Distribuição espacial dos casos de febre tifoide e a aplicação do EDK no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016 e, em destaque, o ano de 2014.	43
Figura 03	Aplicação da técnica de Buffer para mensuração da proximidade entre o número de casos de febre tifoide e a zona de influência ao entorno das drenagens de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016e, em destaque a bacia hidrográfica do Tucunduba.	44

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 2

Figura 01	Localização geográfica do município de Belém-Pará, Brasil, identificando os distritos administrativos e os limites dos bairros	64
Figura 02	Taxa de incidência e percentual de letalidade da leptospirose no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016	65
Figura 03	Regressão linear da correlação entre o número de casos que evoluíram a óbito e o nível de exposição às situações de risco à leptospirose no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016	66
Figura 04	Sobreposição de dados referente à distribuição do número absoluto de casos e da taxa de incidência média da Leptospirose por distrito administrativo de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016, com base no banco de dados do SINAN e IBGE	67
Figura 05	Aplicação da técnica de Buffer para mensuração da proximidade entre o número de casos de leptospirose e a zona de influência ao entorno das drenagens de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016.	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CODEM	Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém
COHAB	Companhia de Habitação do Estado do Pará
BDG	Banco de Dados Geográfico
DABEL	Distrito Administrativo de Belém
DABEN	Distrito Administrativo do Bengui
DAENT	Distrito Administrativo do Entroncamento
DAGUA	Distrito Administrativo do Guamá
DAICO	Distrito Administrativo de Icoaraci
DAMOS	Distrito Administrativo de Mosqueiro
DAOUT	Distrito Administrativo de Outeiro
DASAC	Distrito Administrativo da Sacramenta
EDK	Estimador de Densidade Kernel
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
LAI	Lei de Acesso à Informação
Nº	Número
PH	Potencial Hidrogeniônico
SESPA	Secretaria de Estado de Saúde do Pará
SIG	Sistemas Informação Geográfica
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	16
REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL	20
2. ARTIGO 1: Análise espaço-temporal da vulnerabilidade da febre tifoide em uma população da Amazônia Oriental.....	23
2.1 Introdução.....	25
2.2. Metodologia	27
2.3 Resultados.....	29
2.4 Discussão	31
2.5 Conclusão.....	34
Referências	35
3. ARTIGO 2: Análise espaço-temporal da Leptospirose em áreas com risco de inundação	45
1 INTRODUÇÃO.....	46
2 METODOLOGIA.....	48
2.1 ASPECTOS ÉTICOS	48
2.2 TIPO DE ESTUDO	48
2.3 ÁREA DE ESTUDO	48
2.4 FONTE DE DADOS E VARIÁVEIS ANALISADAS	49
2.5 ANÁLISE DE DADOS	49
2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	50
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
4. CONCLUSÕES GERAIS	69
ANEXO A	70
ANEXO B	72
ANEXO C	74
ANEXO D	75

1 INTRODUÇÃO GERAL

A água e a saúde são elementos inseparáveis, onde a má qualidade dos recursos hídricos está diretamente relacionada com a ocorrência de doenças, sendo também um potencial veículo transmissor de enfermidades por intermédio de protozoários, helmintos, vírus e bactérias (GUEDES et al., 2017; CUNHA et al., 2017).

Além disso, o crescimento bacteriano sofre influência de diversos fatores ambientais como temperatura, pH, luminosidade, quantidade de água, salinidade e disponibilidade de Oxigênio (VIEIRA; FERNANDES, 2012).

De acordo com Oliveira e Moraes (2017), o intenso crescimento populacional e os aglomerados urbanos, exercem grande pressão sobre os recursos hídricos, agravando os problemas socioambientais nas metrópoles, em particular as que possuem precariedade infraestrutural e de saneamento básico, fato que compromete a qualidade de vida de grande parte da população que reside na região.

Neste contexto, as doenças de veiculação hídrica representam importante preocupação de saúde pública a nível mundial e principalmente nos países subdesenvolvidos, onde ocorrem elevados índices de morbidade e mortalidade (EFSTRATIOU, 2017).

Um estudo pioneiro na área da epidemiologia espacial, foi realizado pelo médico inglês John Snow, em 1854, que demonstrou a relação existente entre o número de óbitos por cólera e o grau de contaminação das fontes de água dos bairros de Londres, enfatizando pesquisas relacionadas ao paradigma da tríade ecológica que analisa a relação entre a ação antrópica, o agente etiológico e o ambiente (GUIMARÃES, 2015).

Hoje os estudos epidemiológicos são realizados na visão neohipocratiana estabelecendo-se elos entre a ocorrência de epidemias e as circunstâncias geográfico-atmosféricas, valorizando a relação do homem com o “ar, água e lugar” (CZERESNIA, 2001). Deste modo, para melhor compreensão dos diversos ambientes amazônicos, Confalonieri (2005) dividiu as paisagens amazônicas em três categorias: paisagem natural, paisagem antropizada e paisagem construída, onde foram encontrados nichos de infecção distintos em cada uma delas, identificando-se que a saúde na Amazônia Brasileira está inteiramente relacionada às transformações das paisagens.

Pode-se assim analisar que a interação entre as variáveis ambientais e socioeconômicas influenciam diretamente no mecanismo de transmissão de doenças,

onde o adensamento desordenado das áreas urbanas associa-se a situações de vulnerabilidade socioambiental (ALVES et al., 2010).

No Brasil, a concentração de pessoas passou a ser predominante urbana a partir de 1970, atingindo 84,3% no ano de 2010 (TELÓ; DAVID, 2012). No entanto, o processo de urbanização da população brasileira está marcado por um sistema de distinções, onde a realidade social está dividida em dois universos que refletem as dicotomias entre classes sociais metropolitanas e o território que ocupam (SANTOS, 2007).

De acordo com Bichara et al. (2013), a problemática peculiar de cada região irá definir o padrão de distribuição geográfica de doenças, sobretudo em cidades como Belém-Pará, entrecortada por bacias hidrográficas, com precipitações diárias algumas vezes superiores a 25 mm que, somadas às suas características topo-hidrográficas e ao saneamento deficiente podem compor áreas de risco à incidência de patógenos.

Portanto, a visão sistêmica destes fatores irá subsidiar projetos que mitiguem a complexidade dos problemas da realidade estudada, uma vez que os impactos gerados sobre o meio ambiente, sem planejamento adequado, comprometem a qualidade de vida das pessoas (FONTES; BASTOS; SANTOS, 2017).

A partir da necessidade de se compreender os aspectos geográficos e ambientais envolvidos no processo do adoecimento, as geotecnologias têm despertado interesse das pesquisas na área da saúde possibilitando a combinação entre as informações demográficas, territoriais e epidemiológicas, facilitando assim a análise de dados e minimizando as fronteiras entre a saúde, o urbano e o ambiente (LLEO; LAFAYE; GUELL, 2008; NARDI et al., 2013).

A utilização do geoprocessamento em saúde constitui importante ferramenta computacional que auxilia na análise de dados georreferenciados, identificando regiões em situações de “alerta”, “crítica” e “sem risco”, por meio da representação geográfica dos agravos em mapas que expressam a realidade das áreas mais atingidas, e subsidiam o planejamento, monitoramento e controle das intervenções (NARDI et al., 2013; SEIXAS et al., 2018). Desta forma, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são os recursos utilizados para a integração e representação dos dados em mapas temáticos, podendo proporcionar uma visão geral da distribuição espacial, temporal e identificar padrões epidemiológicos em diferentes escalas, assim

como relacionar fatores ambientais relevantes (PEREIRA et al., 2013; SANTOS; NOUR, 2017).

Nesta pesquisa foram utilizados dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) para a obtenção de variáveis sociodemográficas, epidemiológicas e de localização, extraídas da ficha de notificação individual (Anexo A e B). As doenças de notificação obrigatória eleitas para as análises foram: febre tifoide e leptospirose, por se tratarem de agravos de origem bacteriana com modos de contágio distintos, mas que tem a água como veículo transmissor comum, como descritas a seguir:

Febre Tifóide é uma doença infecciosa bacteriana ocasionada pela *Salmonella typhi*, sendo apontada como principal causa de morte em países subdesenvolvidos do mundo. Sua transmissão ocorre via fecal-oral e está relacionada à hábitos de higiene precários e à ingestão de água e alimentos contaminados (BUKHARI et al., 2016). Além disso, sua incidência pode refletir a influência das precipitações em áreas sujeitas a inundações, em decorrência da deficiência nos sistemas de tratamento de efluentes e das más condições sanitárias (ALWIS et al., 2018).

A leptospirose é uma zoonose emergente nos países tropicais que pode tornar-se epidêmica nos períodos chuvosos onde há precariedade de saneamento e a formação de áreas de alagamento (DOZSA; MONEGO; KUMMER, 2016). O agente etiológico é a bactéria espiroqueta aeróbica gram-negativa do gênero *Leptospira*, que tem os roedores como principal reservatório e apresenta a capacidade de viver por tempo prolongado em ambientes úmidos, enlameados e corpos hídricos poluídos (DUPOUEY et al., 2014; SOARES et al., 2010). A transmissão ocorre pelo contato direto da mucosa com água, solo e alimentos contaminados com urina destes animais (CHAIBLICH et al., 2017).

Diante do exposto, o objetivo geral deste estudo é analisar a distribuição espacial e temporal das doenças bacterianas de veiculação hídrica no município de Belém, estado do Pará, relacionando com a influência da drenagem que compõe cada distrito administrativo, no período de 2007 a 2016. Os resultados desta pesquisa estão divididos em 2 artigos.

O artigo 1 intitulado “Análise espaço-temporal da vulnerabilidade da febre tifoide em uma população da Amazônia Oriental”, objetivou analisar o perfil sociodemográfico, epidemiológico e a distribuição espaço-temporal da febre tifoide no

município de Belém, Pará, no período de 2007 a 2016. O estudo possibilitou a compreensão da dinâmica envolvida na transmissão da doença, apontando as áreas que apresentam os principais preditores para a incidência da infecção na região.

O artigo 2 intitulado “Análise espaço-temporal da leptospirose em áreas com risco de inundação”, buscou analisar o perfil sociodemográfico, epidemiológico e os padrões de distribuição espaço-temporal da leptospirose em Belém, Pará, no período de 2007 a 2016. O levantamento dos dados apresentou resultados a respeito da problematização da realidade de áreas com características urbanas, alagadiças, cercadas de bacias hidrográficas, estabelecendo a relação entre os aglomerados dos casos e a zona de influência dos cursos hídricos.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ALVES, H.; ALVES, C.; PEREIRA, M.; MONTEIRO, A. Dinâmicas de urbanização na hiperperiferia da metrópole de São Paulo. **R. Bras. Est. Pop.**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 141-159; 2010.

ALWIS, R.; WATSON, C.; NIKOLAY B.; LOWRY, J.; THIEU N.; VAN, T.; NGOC, D.; RAWALAI, K.; TAUFAN, M.; CORIAKULA, J.; LAU, C.; NILLES, E.; EDMUNDS, W.; KAMA, M.; BAKER, S.; CANO, J. Role of Environmental Factors in Shaping Spatial Distribution of *Salmonella enterica* Serovar Typhi, Fiji. **Emerging Infectious Diseases**, v. 24, n. 2, 2018.

BICHARA, C. N. C.; CARVALHO, I. R.; QUARESMA, J. A. S.; GONÇALVES, N. V. Esquistossomose mansônica. In: LEÃO, R. N. Q.; BICHARA, C. N. C.; FRAIHA NETO, H.; VASCONCELOS, P. F. C. **Medicina Tropical e Infectologia na Amazônia**. Belém: Samauma Editorial, 2013. p. 1367-1390.

BUKHARI N.; SALEEM A.; JABBAR A.; KHAN N.; AHMAD B.; HABIB N.; KHAN A.; ALI M.; KHAN M.; KHAN A. Frequency of typhoid fever and its association with seasonal variations in Taxila, Pakistan. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v. 6, n. 8, 2016.

CZERESNIA, D. 'Constituição epidêmica: velho e novo nas teorias e práticas da epidemiologia'. **História, Ciências, Saúde — Manguinhos**, v. 8, n. 2, p. 341-56, 2001.

CHAIBLICH, J.; LIMA, M.; OLIVEIRA, R.; MONKEN, M.; PENNA, M. Estudo espacial de riscos à leptospirose no município do Rio de Janeiro (RJ). **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 41, n. especial, p. 225-240, 2017.

CONFALONIERI, U. Saúde na Amazônia: um modelo conceitual para a análise de paisagens e doenças. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, 2005.

CUNHA, D.; DE PAULA, L.; SILVA, S.; BILA, D.; FONSECA, E.; OLIVEIRA, J. Ocorrência e remoção de estrogênios por processos de tratamento biológico de esgotos. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 12, n. 2, 2017.

DOZSA, B.; MONEGO, M. L. C. D.; KUMMER, L. Modelagem geoestatística da ocorrência de casos de leptospirose e alagamentos no município de Curitiba – PR, no ano de 2014. **Holos**, v. 1, p. 381-393, 2016. DOI: 10.15628/holos.2016.3857.

DUPOUEY, J.; FAUCHERB, B.; EDOUARDC, S.; RICHETA, H.; KODJOD, A.; DRANCOURTA, M.; DAVOUST, B. Human leptospirosis: An emerging risk in Europe? **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 37, p. 77-83, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2013.12.002>

EFSTRATIOU, A.; ONGERTH, J.; Karanis P. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2011-2016. **Water Research**, v. 114, p. 14-22, 2017. DOI: 10.1016/j.watres.2017.01.036

FONTES, A.; BASTOS, R.; SANTOS, M. Condições Socioambientais de Saneamento Básico no Conjunto Santa Terezinha, Bairro Novo Horizonte, Lagarto (Se): Desafios Frente À Educação Ambiental. **Revbea**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 97-114, 2017.

GUEDES, A; TAVARES, L.; MARQUES, M.; MOURA, S.; SOUSA, M. Tratamento da água na prevenção de doenças de veiculação hídrica. **Journal of Medicine and Health Promotion**. v. 2, n. 1, p. 452-461, 2017.

GUIMARÃES, R. B. Geografia e saúde. In: _____. **Saúde: fundamentos de Geografia humana** [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2015, p. 17-39.

LLEO M., LAFAYE M., GUELL A. Satellites in waterborne disease surveillance. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 19, p. 307-312, 2008.

NARDI, S.; PASCHOAL, J.; PEDRO, H., PASCHOAL, V.; SICHIERI, E. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 72, n. 3, 2013.

OLIVEIRA, O.; MORAES, S. Desafios para a sustentabilidade na gestão dos serviços de abastecimento de água na Amazônia: aspectos socioambientais e econômicos do sistema de abastecimento de água na cidade de Macapá-AP. **Revista Espacios**, v. 38, n. 22, p. 27, 2017.

PEREIRA, A.; BARROS, D.; JUNIOR, F.; PEREIRA, J.; REIS, A. Análise da distribuição espacial de áreas queimadas através da função K de Ripley. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 100, p. 445-455, 2013.

SANTOS, B. de S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia dos saberes. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, 2007.

SANTOS, C; NOUR, A. Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento para subsidiar a Análise e Tomada de Decisão no Âmbito da Atenção Básica para a Vigilância em Saúde. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, 2017. Disponível em:

<<http://www.eumed.net/rev/cccsc/2017/01/geoprocessamento.html>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

SEIXAS, R.; NUNES, T.; MACHADO, J.; TAVARES, L.; OWEN, S.; BERNARDO, F.; OLIVEIRA, M. Demographic characterization and spatial cluster analysis of human Salmonella infections in Portugal: A 10 year study. **Journal of Infection and Public Health**, v. 11, p. 178-182, 2018.

SOARES, T.; LATORRE, M.; LAPORTA, G.; BUZZAR, M. Análise espacial e sazonal da leptospirose no município de São Paulo, SP, 1998 a 2006. **Rev Saúde Pública**, v. 44, n. 2, 2010.

TELÓ, F.; DE DAVID, C. O rural depois do êxodo: as implicações do despovoamento dos campos no distrito de Arroio do Só, município de Santa Maria/RS, Brasil. **Mundo Agr.**, v. 13, n. 25, 2012.

VIEIRA, D.; FERNANDES, N. **Microbiologia Geral**. Santa Maria: Universidade Federal de Santana Maria, 2012.

2. ARTIGO 1: Análise espaço-temporal da vulnerabilidade da febre tifoide em uma população da Amazônia Oriental

Análise espaço-temporal da vulnerabilidade da febre tifoide em uma população da Amazônia Oriental

Space-temporal analysis of the vulnerability of typhoid fever in the Eastern Amazon

Giselly de Lourdes da Silva Santana

Universidade Estadual do Pará - UEPA

Tv. Enéas Pinheiro, 2626 - Marco - CEP: 66.095-100 - Belém - PA, Brasil

giselly.santana@hotmail.com

Ricardo José de Paula Souza e Guimarães

Instituto Evandro Chagas - IEC

Rodovia BR-316 km 7 s/n - Levilândia - CEP 67030-000 - Ananindeua - PA, Brasil

ricardojpsg@gmail.com

Cléa Nazaré Carneiro Bichara

Universidade Estadual do Pará - UEPA

Tv. Enéas Pinheiro, 2626 - Marco - CEP: 66.095-100 - Belém - PA, Brasil

cleabichara@ig.com.br

Agradeço a CAPES pela bolsa concedida (número do processo: 1680809), à SESPA pela disponibilidade dos dados e ao Instituto Evandro Chagas pela parceria nesta pesquisa.

Inexiste conflito de interesse.

Ética: Esta pesquisa foi realizada de acordo com a Lei de Acesso à Informação (LAI) Nº 12.527/2011, garantindo a confidencialidade das informações pessoais do paciente.

Os autores participaram de forma integral na construção do presente trabalho.

Vulnerabilidade da febre tifoide na Amazônia Oriental

Resumo: *Introdução:* A febre tifoide é uma doença infecciosa aguda que ocorre pela ingestão de água ou alimentos contaminados com a bactéria *Salmonella typhi*. O estudo objetivou analisar o perfil sociodemográfico, epidemiológico e a distribuição espaço-temporal da febre tifoide no município de Belém, Pará. *Metodologia:* Utilizou-se os casos confirmados da doença, no período de 2007 a 2016, obtidos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Os dados foram descritos conforme o perfil sociodemográfico, epidemiológico, taxas de incidência e variação mensal. Para as análises espaciais aplicou-se o Estimador de Densidade de Kernel e a técnica de *Buffer*. *Resultados:* Foram confirmados 152 casos, com maior proporção no sexo masculino (67,76%), na faixa etária entre 30 e 59 anos (48,03%), com ensino médio de escolaridade (19,08%). A transmissão foi relacionada principalmente à ingestão de água e alimentos contaminados (11,18%), com resolução a nível ambulatorial (69,08%), confirmados laboratorial (93,42%), sem registros de óbito. A taxa de incidência anual variou de 0,07, em 2011, a 3,28 em 2014. As análises espaciais mostraram que a distribuição da febre tifoide concentrou-se nos distritos do Guamá, Entroncamento e às proximidades da bacia hidrográfica do Tucunduba. *Discussão:* O maior risco de transmissão está nas áreas que apresentam fragilidade socioeconômica e precariedade no saneamento básico. *Conclusão:* Há necessidade de investimentos em infraestrutura sanitária, fornecimento de água potável e ações de vigilância em saúde visando a redução das taxas de incidência da doença.

Palavras-chave: epidemiologia espacial, doenças bacterianas, surtos.

Vulnerability of the fever in the Eastern Amazon

Abstract: *Introduction:* Typhoid fever is an acute infectious disease that occurs from the ingestion of water or foods contaminated by the bacterium *Salmonella typhi*. The study aimed

to analyze the socio-demographic, epidemiological and spatiotemporal distribution of typhoid fever in the city of Belém, Pará. *Methodology*: We used the confirmed cases of the disease, from 2007 to 2016, obtained from the Information System of Notifiable Diseases. Data were described according to sociodemographic, epidemiological profile, incidence rates and monthly variation. For the spatial analysis applied the Kernel Density Estimator and the *Buffer* technique. *Results*: A total of 152 cases were confirmed, with a higher proportion of males (67.76%), between the ages of 30 and 59 (48.03%), with a high school education (19.08%). The transmission was mainly related to the ingestion of contaminated food and water (11.18%), with outpatient resolution (69.08%), confirmed by laboratory criteria (93.42%), without death records. The annual incidence rate ranged from 0.07 in 2011 to 3.28 in 2014. Spatial analyzes showed that the distribution of typhoid fever was concentrated in the districts of Guamá, Entroncamento and in the vicinity of the Tucunduba basin. *Discussion*: The greatest risk of transmission is in the areas that present socioeconomic fragility and precariousness in basic sanitation. *Conclusion*: There is a need for investments in sanitary infrastructure, potable water supply and health surveillance actions aimed at reducing disease incidence rates.

Keywords: spatial epidemiology, bacterial diseases, outbreaks.

2.1 Introdução

A febre tifoide é uma doença infecciosa sistêmica, exclusivamente humana, que é ocasionada pela bactéria gram-negativa *Salmonella typhi*, com quadro clínico caracterizado por febre alta, cefaleia, dor abdominal, diarreia esplenomegalia e tosse seca¹. Está entre as mais importantes doenças de veiculação hídrica, adquirida pelo consumo de água ou alimentos contaminados com fezes ou urina de portadores, bem como sua transmissão (fecal-oral) está associada a precárias condições de higiene e de saneamento básico².

Sua distribuição ocorre a nível mundial, representando importante problema de saúde pública principalmente nos países em desenvolvimento, onde são registradas elevadas taxas de mortalidade para este agravo, enquanto que nos países desenvolvidos sua ocorrência restringe-se a viajantes que entraram em contato com áreas endêmicas³. Segundo Crump e Mintz (2010)⁴, a maior endemicidade ocorre em países da Ásia e África do Sul, em consequência aos baixos níveis socioeconômicos da população e às precárias condições sanitárias. Conforme Keddy (2018)⁵, medidas como manejo de antibióticos, tratamento de água potável, investimentos em saneamento e educação em saúde, desempenham papel significativo na redução da infecção e da morbimortalidade.

Estima-se que o ano de 2000 registrou aproximadamente 21,7 milhões de casos ocasionando 217.000 mortes mundialmente⁴. Estudos apontam um declínio para 9 milhões de casos em 2010 com 129,000 mortes^{6,7}.

De acordo com o Ministério da Saúde⁸, no Brasil, esta infecção é endêmica apresentando períodos epidêmicos nas regiões Norte e Nordeste, correspondendo a respectivamente 71,4% e 18,6% dos casos confirmados na análise temporal de 2010 a 2017.

No estado do Pará, a sazonalidade da febre tifoide está concentrada em períodos com baixos índices pluviométricos, coincidindo com a safra e consumo do suco do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) que se dá no segundo semestre⁹. Como a carga infectante é de 10^6 a 10^9 bactérias⁸, infere-se que períodos muito chuvosos diluem a concentração do agente infectante no meio ambiente, dificultando a transmissão da doença¹⁰. Contudo, o município de Belém é composto por quatorze bacias hidrográficas que associadas às características topo-hidrográficas da cidade, com cotas inferiores a quatro metros, contribuem para a formação de áreas sujeitas a inundações, expondo a população residente à *Salmonella typhi*^{11,12}.

A identificação das áreas endêmicas é fundamental para o estabelecimento de estratégias de vigilância possibilitando o controle e prevenção da doença¹³. Para tanto, muitos estudos no

âmbito da saúde têm destacado em suas metodologias a contribuição do geoprocessamento na perspectiva de análise, monitoramento e planejamento das ações em saúde pública^{14,15}.

De acordo com Silva (2009)¹⁶, geoprocessamento é um “conjunto de técnicas computacionais que opera sobre base de dados georreferenciados para gerar uma informação”. Deste modo, análises epidemiológicas que utilizam esta ferramenta, possibilitam reunir elementos socioeconômicos, ambientais e geográficos tornando possível investigar a influência de diversas variáveis na dinâmica da transmissão da doença^{14,17,18}.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi realizar a análise espaço-temporal e caracterizar o perfil sociodemográfico e epidemiológico da febre tifoide em Belém – Pará.

2.2. Metodologia

Aspectos éticos

Esta pesquisa foi realizada em conformidade com o que prevê a Lei de Acesso à Informação (LAI) nº 12.527/2011, garantindo a confidencialidade dos dados pessoais dos pacientes¹⁹.

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo ecológico, transversal e retrospectivo, realizado a partir dos casos notificados e confirmados de febre tifoide em Belém-Pará, Brasil, na série histórica de 2007 a 2016.

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Belém, capital do estado do Pará, situada na região norte do Brasil. Belém apresenta área de 1.059,458 km², população estimada em 2018 de 1.485.732 habitantes, com densidade demográfica estimada em 1.315,26 hab./ km² e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), no ano de 2010, de 0.746²⁰. A cidade é constituída por 71 bairros em oito distritos administrativos, os quais são: Distritos Administrativos de Belém (DABEL), Distritos Administrativos do Benguí (DABEN), Distritos Administrativos do Entroncamento (DAENT), Distritos Administrativos do Guamá (DAGUA),

Distritos Administrativos de Icoaraci (DAICO), Distritos Administrativos de Mosqueiro (DAMOS), Distritos Administrativos de Outeiro (DAOUT) e Distritos Administrativos da Sacramenta (DASAC)²¹.

Fonte de dados

Os dados dos casos de febre tifoide foram obtidos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) da Secretaria de Estado de Saúde do Pará (SESPA) e os dados populacionais obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do último, censo de 2010. As informações extraídas da ficha de notificação de febre tifoide (<http://portalsinan.saude.gov.br/febre-tifoide>)²² incluíram as variáveis sociodemográficas (idade, sexo e escolaridade), epidemiológicas (situação de risco, hospitalização, critério de confirmação ou descarte, classificação final do caso e evolução do caso) e de localização (logradouro e bairro).

Foram obtidos os limites dos bairros, distritos, município e estadual do IBGE e de drenagem da Companhia de Habitação do Estado do Pará (COHAB).

Análise de dados

Inicialmente os dados foram organizados em planilhas no Microsoft Office Excel e representados em tabelas e gráficos de acordo com suas médias, frequência absoluta e frequência relativa.

A análise estatística das variáveis sociodemográficas e epidemiológicas foi realizada pelo programa BioEstat versão 5.3, aplicando-se o teste G, com nível de significância aceita no valor de 95% e $p < 0,05$.

A taxa de incidência foi calculada anualmente e por distrito administrativo, com base na população estimada pelo IBGE para cada ano, utilizando-se a seguinte fórmula: [(nº de casos/população residente) * 100.000]. Para a análise da variação mensal utilizou-se o número absoluto de casos.

Foi realizada a conversão do banco de dados do SINAN em um banco de dados geográfico (BDG) por meio da geocodificação dos endereços onde ocorreram os casos notificados. Para a obtenção das coordenadas geográficas de latitude e longitude, foi utilizado o site <http://www.freegeocoding.com/batch.php> e a base de dados cartográficos da Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (CODEM). O BDG foi importado para um Sistema de Informação Geográfica (SIG), o que possibilitou a construção de mapas epidemiológicos com a distribuição espacial dos casos de febre tifoide.

As análises espaciais realizadas foram o mapa de distância e o estimador de densidade Kernel (EDK). Os softwares utilizados foram TerraView 4.2.2 (<http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php>) e ArcGIS 10.3 (<https://www.arcgis.com/>).

O mapa de distância, obtido pela aplicação da técnica de *Buffer*, foi aplicado nas drenagens das bacias hidrográficas, com um raio de 300 metros²³. Esta forma de análise permite a mensuração da proximidade entre o número de casos de um agravo e a zona de influência ao entorno das drenagens de acordo com um plano cartesiano bidimensional.

O EDK foi aplicado conforme o número de casos utilizando raio adaptativo. Esta técnica geoestatística é ajustada por uma função bidimensional que calcula a concentração de um evento ou fenômeno espacialmente distribuído em uma superfície contínua, possibilitando a identificação de áreas quentes (aglomerados) e a delimitação geográfica das endemias^{18,23,24}.

2.3 Resultados

No período de 2007 a 2016 foram confirmados 152 casos de febre tifoide em Belém – Pará. A distribuição da frequência relativa dos casos por distrito administrativo se deu na ordem de: DAGUA (37,50%), DAENT (21,71%), DABEN (15,79%), DASAC (9,21%), LABEL (8,55%), DAICO (5,26%), DAMOS (1,32%) e DAOUT (0,66).

O perfil sociodemográfico predominante foi do sexo masculino (67,76%), faixa etária entre 30-59 anos (48,03%) e os que cursaram o ensino médio (19,08%) (Tabela 1). Dentre estas

variáveis, a “escolaridade” apresentou um grande número de registros preenchidos como ignorado (34,87%). A diferença entre as amostras foi altamente significativa ($p < 0,001$).

No perfil epidemiológico, as variáveis “situação de risco” e “evolução do caso” indicaram baixa completude de informações, apresentando respectivamente 86,84% e 23,03% de campos preenchidos como ignorado., o que prejudicou a caracterização qualitativa dos dados. Mesmo assim, foi possível observar que: em 9,21% dos casos a fonte de risco de transmissão compreendeu os alimentos contaminados, 69,08% dos pacientes recebeu atendimento ambulatorial, com 25,66% de hospitalizações; 93,42% dos casos foram diagnosticados pelo critério clínico laboratorial, 57,89% dos casos evoluíram para a cura e não ocorreu registro de óbito por febre tifoide no período analisado (Tabela 2). Houve diferença altamente significativa entre as variáveis epidemiológicas ($p < 0,001$).

De acordo com a análise temporal dos casos, verifica-se na Figura 1 (A), que a taxa de incidência variou de 0,07 em 2011 a 3,28 em 2014, com declínio de 0,97 em 2015, e tendência de aumento para 1,73 em 2016. Na distribuição mensal, Figura 1 (B), os maiores picos ocorreram nos meses de setembro e novembro, respectivamente, e o menor em junho. Em relação às taxas de incidência por distrito administrativo, Figura 1 (C), foram obtidos os seguintes resultados: DAENT (2,56), DAGUA (1,62), DABEL (0,88), DABEN (0,82), DAMOS (0,58), DASAC (0,53), DAICO (0,47) e DAOUT (0,25).

Na análise espacial, a aplicação do EDK destaca em vermelho as áreas com maior risco de casos de febre tifoide (Figura 2). Durante os dez anos do estudo, o maior aglomerado esteve concentrado no DAGUA, entretanto a técnica também revelou *hotspot* no DAENT em um surto ocorrido em 2014.

O mapa realizado com aplicação da técnica de *Buffer* representa a distância entre o número de infecções e as áreas de drenagens com risco de alagamento (Figura 3).

2.4 Discussão

O estudo aponta que a população mais acometida é composta por indivíduos do sexo masculino com idade entre 30 e 59 anos, estando em conformidade com os resultados da pesquisa realizada em Belém por Rocha et al. (2014)⁹, em que acredita-se que os homens nesta faixa etária estejam mais predispostos a esta infecção pelo nível de exposição às situações de risco, conforme descritas na Tabela 2. Quanto a escolaridade, a maior parte dos registros, que continham informações, foi composta por indivíduos que cursaram ensino médio. De acordo com Keddy (2018)⁵, melhores níveis de educação podem atuar como fator de redução da incidência da febre tifoide, entretanto, possivelmente, deficiências no saneamento básico e no sistema de abastecimento de água potável são apontadas como os fatores mais relevantes para a transmissão da infecção das áreas analisadas neste estudo, sendo de mais impacto que a própria escolaridade.

O perfil epidemiológico apresentou baixa completitude no preenchimento das fichas de notificação do SINAN, visto que 86, 84% das informações referentes à situação de risco e evolução do caso terem sido preenchidas como ignoradas, repercutindo em prejuízo importante para o planejamento e implementação de medidas estratégicas de prevenção e controle necessárias⁴. Entretanto, mesmo assim foi possível observar que a maior frequência quanto ao risco de transmissão estava no consumo de alimentos suspeitos (9,21%) e de água contaminada pela bactéria (1,97%). Dhadwal, e Shetty, (2008)²⁵, estudando um surto de febre tifoide registrado em crianças de uma escola na Índia, também verificaram que a principal fonte de infecção foi o consumo de água contaminada.

Observou-se que o critério mais utilizado para confirmação do diagnóstico foi o laboratorial (93,42%), em contraponto ao clínico epidemiológico (5,26%), o que dá maior veracidade às notificações. Para Tran Vu Thieu et al. (2017)²⁶, o método mais confiável para a identificação de indivíduos com febre tifoide é realizado laboratorialmente por meio da cultura

e isolamento da bactéria causadora. Nsutebu e colaboradores (2002)²⁷, observaram que muitos profissionais têm dificuldade em diagnosticar a febre tifoide, o que pode superestimar ou subestimar o diagnóstico.

No presente estudo 69,08% dos casos foram atendidos ambulatorialmente e apenas 25,66% tiveram necessidade de atendimento hospitalar, não havendo registros de óbito, demonstrando que houve boa resolução do quadro clínico. O perfil epidemiológico apresentado por Dhadwal e Shetty (2008)²⁵ corroborou com este estudo, ao indicar o diagnóstico laboratorial como mais eficaz, onde a maioria dos acometidos recebeu atendimento ambulatorial sem complicações graves ou óbitos. Possivelmente a intervenção precoce e a aplicação de um protocolo de tratamento rápido e eficaz contribuíram para ao desfecho.

A análise temporal, Figura 1 (A), apontou que os anos de 2011 e 2014 apresentaram as menores e maiores taxas de incidência respectivamente. Conforme Moraes e Filho (2018)²⁸, a menor taxa de incidência, observada em 2011, coincide com o aumento significativo dos níveis de precipitação na cidade de Belém. Já no ano de 2014, de acordo com Matos et al. (2017)²⁹, houve um surto da doença no município de Breves (PA), localizado na Ilha do Marajó, e neste mesmo trabalho também foi identificado um surto de febre tifoide na região metropolitana de Belém, como observado na Figura 2. Conforme Santos e Alcântara (2014)³, a maioria dos surtos de febre tifoide no Brasil ocorrem nas regiões Norte e Nordeste. O estudo de Dhadwal e Shetty (2008)²⁵ identificou a ocorrência de surto de febre tifoide na Índia devido a contaminação fecal da água potável. De acordo com Rocha et al. (2014)⁹, como o fator de virulência da febre tifoide é alto os surtos são incomuns nos meses mais chuvosos devido à diluição do patógeno no ambiente.

De acordo com a Figura 1 (B), infere-se dizer que nos resultados o maior número de infecções ocorreu no período de pouca chuva, entre o mês de julho e novembro, discordando do estudo de Thanh et al. (2016)¹³ em que os períodos mais chuvosos atuam como fator

ambiental que pré-dispõe a endemicidade da doença. Estes resultados corroboram com o estudo de Bastos et al. (2008)³⁰ que também observaram a existência de uma peculiaridade na distribuição sazonal da febre tifoide no estado do Pará, onde a maior ocorrência da infecção ocorreu nos meses de calor intenso, entre julho e dezembro. Conforme descrito por Moraes e Filho (2018)²⁸, a estação menos chuvosa do município de Belém ocorre entre setembro e novembro durante o verão amazônico. Matos et al. (2017)²⁹, mostraram que entre setembro e novembro de 2015 ocorreu um surto de febre tifoide na Ilha do Marajó. Conforme Leão et al. (2013)³¹, a principal causa da disseminação da febre tifoide em Belém está ligada ao consumo do suco do açaí, cuja safra se dá no segundo semestre. Portanto, dois fatores reunidos podem estar relacionados ao maior número de casos sendo um de ordem climática e o outro de ordem alimentar.

Durante o período analisado, aproximadamente 60% do número absoluto dos casos concentram-se em dois distritos administrativos: DAGUA com 37,50% e DAENT com 21,71%.

O estudo demonstrou taxas de incidência heterogêneas entre os distritos administrativos, sendo observada maiores taxas no DAENT (Figura 1 (C)). Além disso, a utilização da análise de EDK (Figura 2) possibilitou a identificação de um surto ocorrido em 2014 no DAENT.

Contudo, na análise espacial de 2007 a 2016 utilizando o EDK (Figura 2) verificou-se que o maior aglomerado de casos concentrou-se no DAGUA (especialmente nos bairros do Guamá e Terra Firme), que representa o maior risco de transmissão. Este fato pode estar associado ao grande número de pessoas expostas em decorrência à elevada densidade demográfica encontrada no DAGUA²⁰. Bastos et al. (2008)³⁰ também observaram a ocorrência de surtos de febre tifoide no bairro do Guamá entre 2005 e 2006. Segundo Rocha et al. (2014)⁹, a ocorrência da febre tifoide no DAGUA pode estar ligada a ingestão do suco de açaí contaminado com a bactéria, já que neste distrito ocorre o maior consumo e comercialização deste fruto típico. Os estudos de Campos e colaboradores (2015)³¹, constataram que a maioria dos bairros

pertencentes ao DAGUA são noticiados diariamente por estarem entre os mais afetados por alagamentos consequentes à falta de rede de drenagem e de esgoto adequada, que, conforme Santos e Alcântara (2014)³, investimentos em saneamento repercutem na prevenção e redução dos casos de febre tifoide.

O mapa de distância gerado pela técnica de *Buffer*, apresentado na Figura 3, mostrou que existe relação entre a concentração de casos e a bacia hidrográfica do Tucunduba, que está localizada no DAGUA. Conforme Gonçalves et al. (2016)³², a problemática encontrada do DAGUA deve-se à fragilidade socioeconômica desta área, que concentra elevado número de pessoas residentes às margens de corpos hídricos com risco de alagamento e infraestrutura sanitária insuficiente. O estudo de Alwis (2018)¹⁰, mostrou que o número de casos de febre tifoide em Fuji aumentou após inundações provocadas por ciclones, ressaltando que os fatores ambientais (precipitação anual e proximidade à corpos hídricos com potencial de inundação) foram os principais preditores para a incidência da infecção na região. Um estudo de Liu et al. (2018)³³ concluiu que áreas sujeitas a inundações representam fator de risco importante para a transmissão de doenças gastrointestinais.

2.5 Conclusão

O principal achado deste estudo é a hipótese de os fatores que condicionam a transmissão da febre tifoide em Belém, estão relacionados ao sistema de abastecimento de água potável, onde as análises espaciais mostraram que a população mais acometida está concentrada em áreas de periferia urbana com precárias condições sanitárias, cujos hábitos alimentares típicos estão fortemente relacionados ao consumo e manipulação do suco do açai.

A utilização do geoprocessamento possibilitou a delimitação geográfica de áreas importantes para a compreensão espaço-temporal da febre tifoide. O mapeamento dos focos da infecção facilitou a visualização dos surtos e a análise dos resultados.

A principal medida resolutiva para a redução das taxas de incidência da febre tifoide consiste no investimento em saneamento básico, tratamento da água potável e no aumento de equipes de estratégia em saúde da família com visitas domiciliares para a orientação e identificação da doença.

Referências

1. Watson CH, Edmunds WJ. A review of typhoid fever transmission dynamic models and economic evaluations of vaccination. *Vaccine* 2015; 33: C42-C54. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vaccine.2015.04.013>
2. Kanj SS, Kanafani ZA, Shehab M, Sidani N, Baban T, Baltajian K, et al. Epidemiology, clinical manifestations, and molecular typing of salmonella typhi isolated from patients with typhoid fever in Lebanon. *Journal of Epidemiology and Global Health* 2015; 5: 159-165. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jegh.2014.07.003>
3. Santos VF, Alcantara C. Incidência da febre tifoide e sua distribuição no Brasil - Um estudo com base nos dados do CVE/SINAN dos anos de 2010 a 2013. *Linkania* 2014; 1: 1-12.
4. Crump JA., & Mintz ED. Global Trends in Typhoid and Paratyphoid Fever. *Clinical Infectious Diseases* 2010; 50(2), 241–246. doi:10.1086/649541
5. Keddy KH. 21st-century typhoid fever—progression of knowledge but regression of control? *The Lancet Infectious Diseases* 2018; 18(12), 1296–1298. doi:10.1016/s1473-3099(18)30515-2
6. Mogasale V, Maskery B, Ochiai R, Lee J, Mogasale V, Ramani E, et at. Burden of typhoid fever in low-income and middle-income countries: a systematic, literature based update with risk-factor adjustment. *Lancet Glob Health* 2014; 2: 570-80.

7. Antillón M, Bilcke J, Paltiel AD, Pitzer VE. Cost-effectiveness analysis of typhoid conjugate vaccines in five endemic low-and middle-income settings. *Vaccine* 2017; 35: 3506–3514. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vaccine.2017.05.001>
8. BRASIL. Ministério da Saúde - Portal saúde. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z>. Acesso em: 17 out. 2018.
9. Rocha D, Marinho A, Reis M, Borges I, Ramos F, Loureiro E. Perfil epidemiológico e caracterização molecular de *Salmonella* Typhi isoladas no Estado do Pará, Brasil. *Rev Pan-Amaz Saúde* 2014; 5(4):53-62. DOI: 10.5123/S2176-62232014000400007
10. Alwis R, Watson C, Nikolay B, Lowry JH, Thieu NTV, Van TT, et al. Role of Environmental Factors in Shaping Spatial Distribution of *Salmonella enterica* Serovar Typhi, Fiji. *Emerging Infectious Diseases* 2018; 24 (2): 284-293. DOI:10.3201/eid2402.170704 DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2402.170704>
11. Ramos FLP, Lins-Lainson ZC, Carneiro, ICRS. Febre Tifoide e Paratifoide. In: LEÃO, Raimundo NQ; Bichara CNC; Fraiha Neto H; Vasconcelos, PFC. *Medicina Tropical e infectologia na Amazônia*. Belém: Samauma Editorial, 2013. p. 925.
12. CINBESA. Companhia de Tecnologia da Informação de Belém: Bacias hidrográficas. 2019. Disponível em: https://www.google.com/url?q=http://www.belem.pa.gov.br/app/c2ms/v/?id%3D18%26conteudo%3D4756&sa=D&source=hangouts&ust=1550334789414000&usg=AFQjCNGKkeE0ea_D-HZ5Nb4eqihtd2UHcA > Acesso em: 15 fev. 2019.
13. Thahn DP, Thompson CN, Rabaa MA, Sona S, Sopheary S, Kumar V, et al. The Molecular and Spatial Epidemiology of Typhoid Fever in Rural Cambodia. *PLOS Neglected Tropical Diseases* 2016; 10 (6): 0004785. DOI:10.1371/journal.pntd.0004785

14. Lleo MM, Lafaye M, Guell A. Application of space technologies to the surveillance and modelling of waterborne diseases. *Current Opinion in Biotechnology* 2008; 19(3): 307-312. DOI:10.1016/j.copbio.2008.04.001
15. Nardi SMT, Paschoal JAA, Pedro HSP, Paschoal VDA, Sichieri EP. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. *Rev Inst Adolfo Lutz*. São Paulo, 2013; 72(3):18591.
16. Silva JS. O que é geoprocessamento? *Revista do CREA – RJ*, 2009.
17. Tsai PJ, Lin ML, Chu CM, Perng CH. Spatial autocorrelation analysis of health care hot spots in Taiwan in. *BMC Public Health* 2009; 9 (1), 99:464; 2006. Disponível em:<<https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-9-464#Abs1>>. Acesso em 20 de janeiro de 2018.
18. Hino P, Villa TCS, Cunha TN, Santos CB. Distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto (SP). *Ciência & Saúde Coletiva* 2011; 16(suppl 1), 1289–1294. doi:10.1590/s1413-81232011000700062
19. Brasil. Lei Ordinária no 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal. Diário Oficial da União: 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12527.htm> Acesso em: 22 nov. 2018.
20. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Conheça cidades e estados do Brasil. [online] 2018. [acessado em 2018 set]. 18<https://cidades.ibge.gov.br/>.
21. BELÉM (Município). Lei 7.603, de 13 de janeiro de 1993. Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Belém e dá outras providências. Belém: Câmara Municipal, 1993. http://www.belem.pa.gov.br/segep/download/coletanea/PDF/n_urban_p/pdu_belem.pdf

22. Brasil. Ministério da Saúde (MS). Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Ficha de notificação/investigação. Sinan Net. Versão 5.0. Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância Epidemiológica Centro de Informações Estratégicas em Vigilância Em Saúde. [online] 2010. [acessado em 2018 dez. 18]. Disponível: em http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Agravos/FebreTifoide/Febre_Tifoide_v5.pdf
23. Barbosa VS, Loyo RM, Guimarães RJPS, Barbosa CS. Os Sistemas de Informação Geográfica em estudo sobre a esquistossomose em Pernambuco. *Rev Saude Publica* 2017; 51:107.
24. Santos BO, Brito TVR, Mesquita CR, Guimarães RJPS, Leao LA, Rocha MP. Análise espaço-temporal da incidência de tuberculose na atenção primária. *Pará Research Medical Journal (PRMJ)* 2017; v. 1, p. e21-e26, 2017. DOI: 10.4322/prmj.2017.021
25. Dhadwal B, Shetty R. Epidemiological Investigation of a Typhoid Outbreak. *Medical Journal Armed Forces India* 2008; 64(3), 241–242. doi:10.1016/s0377-1237(08)80103-7
26. Tran Vu Thieu N, Trinh Van T, Tran Tuan A, Klemm EJ, Nguyen Ngoc Minh C, Voong Vinh P, et al. An evaluation of purified Salmonella Typhi protein antigens for the serological diagnosis of acute typhoid fever. *Journal of Infection* 2017; 75(2), 104–114. DOI:10.1016/j.jinf.2017.05.007
27. Nsutebu EF, Ndumbe PM, Koulla S. The increase in occurrence of typhoid fever in Cameroon: overdiagnosis due to misuse of the Widal test? *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 2002 96(1), 64–67. DOI:10.1016/s0035-9203(02)90243-9

28. Moraes D, Filho M. Contribuição das Chuvas do Período da Tarde em Belém e Possíveis Relações com a Normal Climatológica. *Revista Brasileira de Climatologia* 2018; 23. ISSN: 2237-8642
29. Matos HJ, Lobato D, Oliveira MFC, Tania SSC, Rocha DCC, Sofiatti N, et al. Surto de febre tifoide em Breves, Marajó, Pará: Um estudo de caso com Análise de redes sociais, 52o. Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Resumo. 2017. Disponível em: < <http://www.sbmt.org.br/portal/municipio-com-surto-de-febre-tifoide-precisa-de-intervencao-em-saneamento-apontam-pesquisadores/>> Acesso em: 10 jan. 2019.
30. Bastos FC, Lima KVB, Sá LLC, Souza CO, Lopes ML, Ramos FLP. Variabilidade genética de amostras de *Salmonella Typhi* isoladas de surto e de casos esporádicos ocorridos em Belém, Brasil. *J Bras Patol Med Lab* 2008; 44(4): 271-276
31. Campos TLOB, Mota MAS, Santos SRQ. Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science* 2015; 10(1). doi:10.4136/ambi-agua.1433
32. Gonçalves NV, Araujo EN, Sousa Júnior AS, Pereira WMM, Miranda CSC; Campos PSS, et al. Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva* 2016; 21(12):3947-3955. DOI: 10.1590/1413-812320152112.07022016
33. Liu Z, Lao J, Zhang Y, Liu Y, Zhang J, Wang H, Jiang B. Association between floods and typhoid fever in Yongzhou, China: effects and vulnerable groups. *Environmental Research* 2018. doi:10.1016/j.envres.2018.08.030
34. Santos VF, Alcantara C. Incidência da febre tifoide e sua distribuição no Brasil - Um estudo com base nos dados do CVE/SINAN dos anos de 2010 a 2013. *Linkania* 2014.

Tabela 1. Perfil sociodemográfico dos casos de febre tifoide no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016.

Table 1. Sociodemographic profile of typhoid fever cases in the municipality of Belém-Pará, Brazil, between 2007-2016.

Variáveis	Categorias	Frequência Absoluta (n)	Frequência Relativa (%)
Sexo			
	Masculino	103	67,76%
	Feminino	49	32,24%
	Total	152	100,00%
Faixa etária			
	(< 12)	16	10,53%
	(12-18)	19	12,50%
	(19-29)	36	23,68%
	(30-59)	73	48,03%
	(+60)	8	5,26%
	Total	152	100,00%
Escolaridade			
	Analfabeto	0	0,00%
	EFI (1ª - 4ª Série)	14	9,21%
	EFII (5ª - 8ª Série)	23	15,13%
	Ensino médio (1º - 3º Ano)	29	19,08%
	Ensino Superior	20	13,16%
	Ignorado	53	34,87%
	Não se aplica	10	6,58%
	(Vazio)	3	1,97%
	Total	152	100,00%

Tabela 2. Perfil epidemiológico dos casos de febre tifoide no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016.

Table 2. Epidemiological profile of typhoid fever cases in the city of Belém-Pará, Brazil, between 2007-2016.

Categoria	Frequência Absoluta (n)	Frequência Relativa (%)
Situação de risco		
Consumo de água não tratada	3	1.97%
Exposição à esgoto	1	0.66%
Alimento suspeito	14	9.21%
Deslocamento	2	1.32%
Ignorado	132	86.84%
Total	152	100.00%
Evolução do caso		
Cura	88	57.89%
Óbito por febre tifoide	0	0.00%
Óbito por outras causas	0	0.00%
Ignorado	35	23.03%
Vazio	29	19.08%
Total	152	100.00%
Tipo de atendimento		
Hospitalar	39	25.66%
Ambulatorial	105	69.08%
Ignorado	8	5.26%
Total	152	100.00%
Critério de diagnóstico		
Clínico laboratorial	142	93.42%
Clínico epidemiológico	8	5.26%
(Vazio)	2	1.32%
Total	152	100.00%

Figura 1. Distribuição da febre tifoide no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016. (A) Taxa de incidência anual da febre tifoide; (B) Variação mensal do número absoluto de casos de febre tifoide; (C) Variação da taxa de incidência por distrito administrativo.

Figure 1. Distribution of typhoid fever in the municipality of Belém-Pará, Brazil, between 2007-2016. (A) Annual incidence rate of typhoid fever; (B) Monthly variation in the absolute number of cases of typhoid fever; (C) Variation of incidence rate by administrative district.

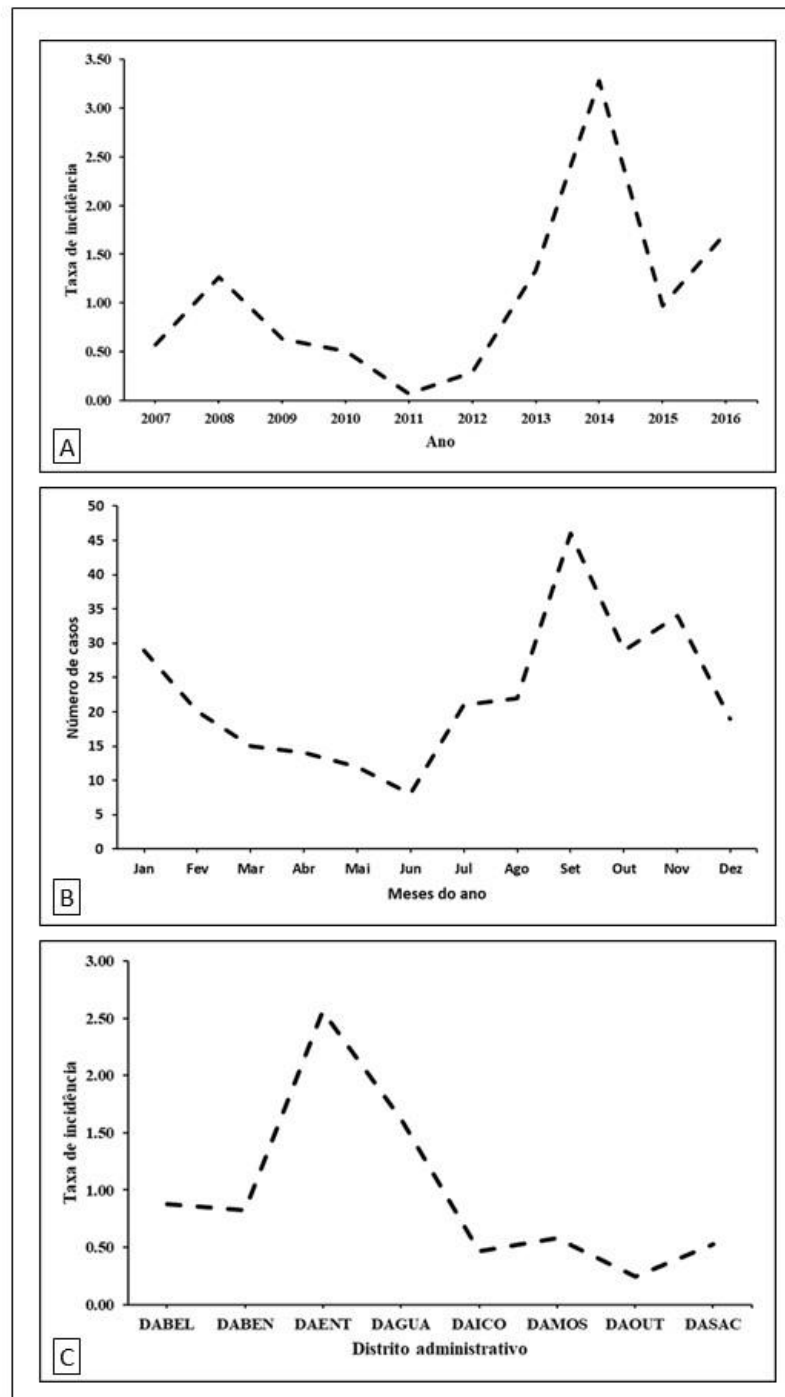


Figura 2. Distribuição espacial dos casos de febre tifoide e a aplicação do EDK no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016 e, em destaque, o ano de 2014.

Figure 2. Spatial distribution of cases of typhoid fever and the application of EDK in the city of Belém-Pará, Brazil, between 2007-2016 and, in particular, in 2014.

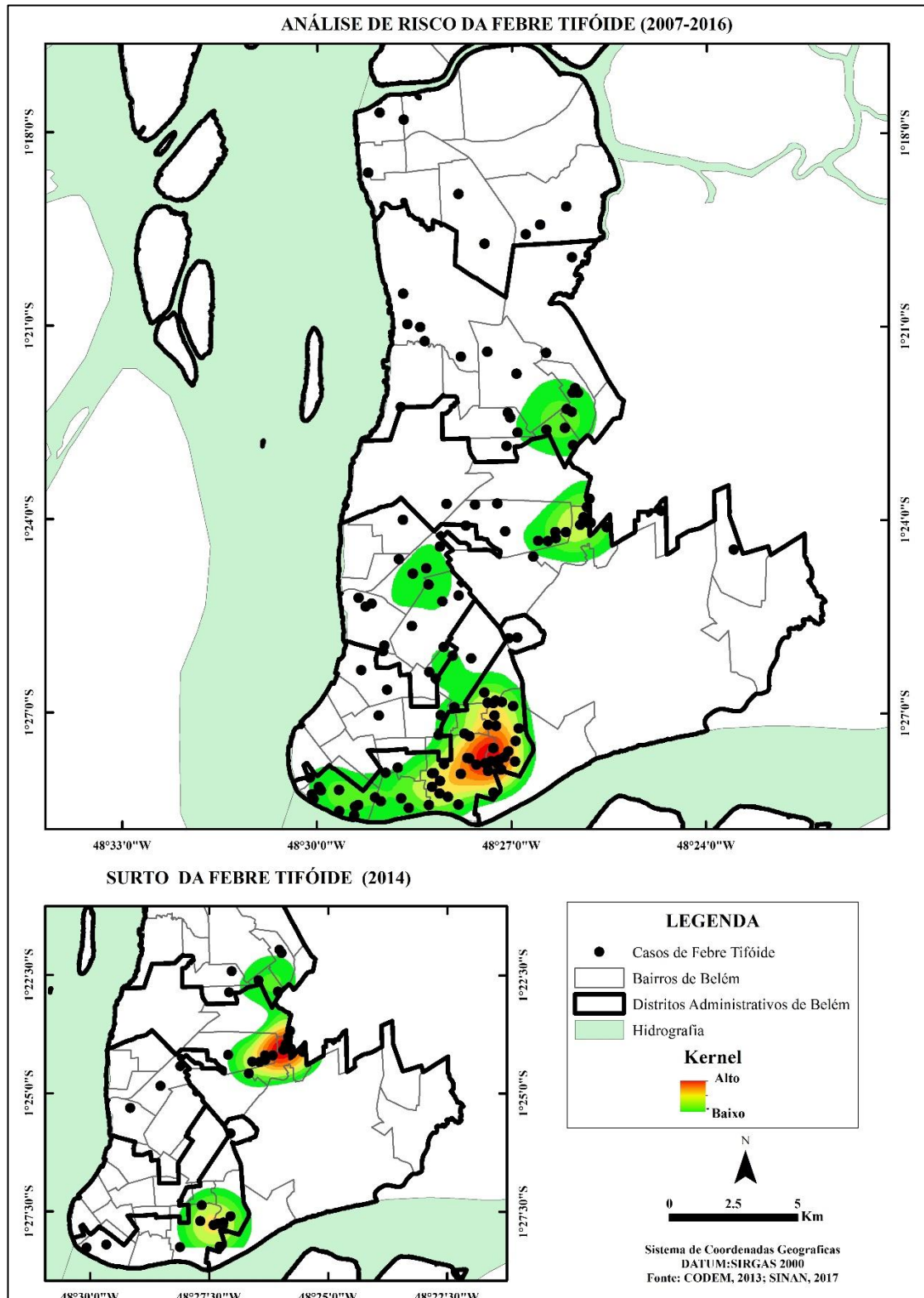
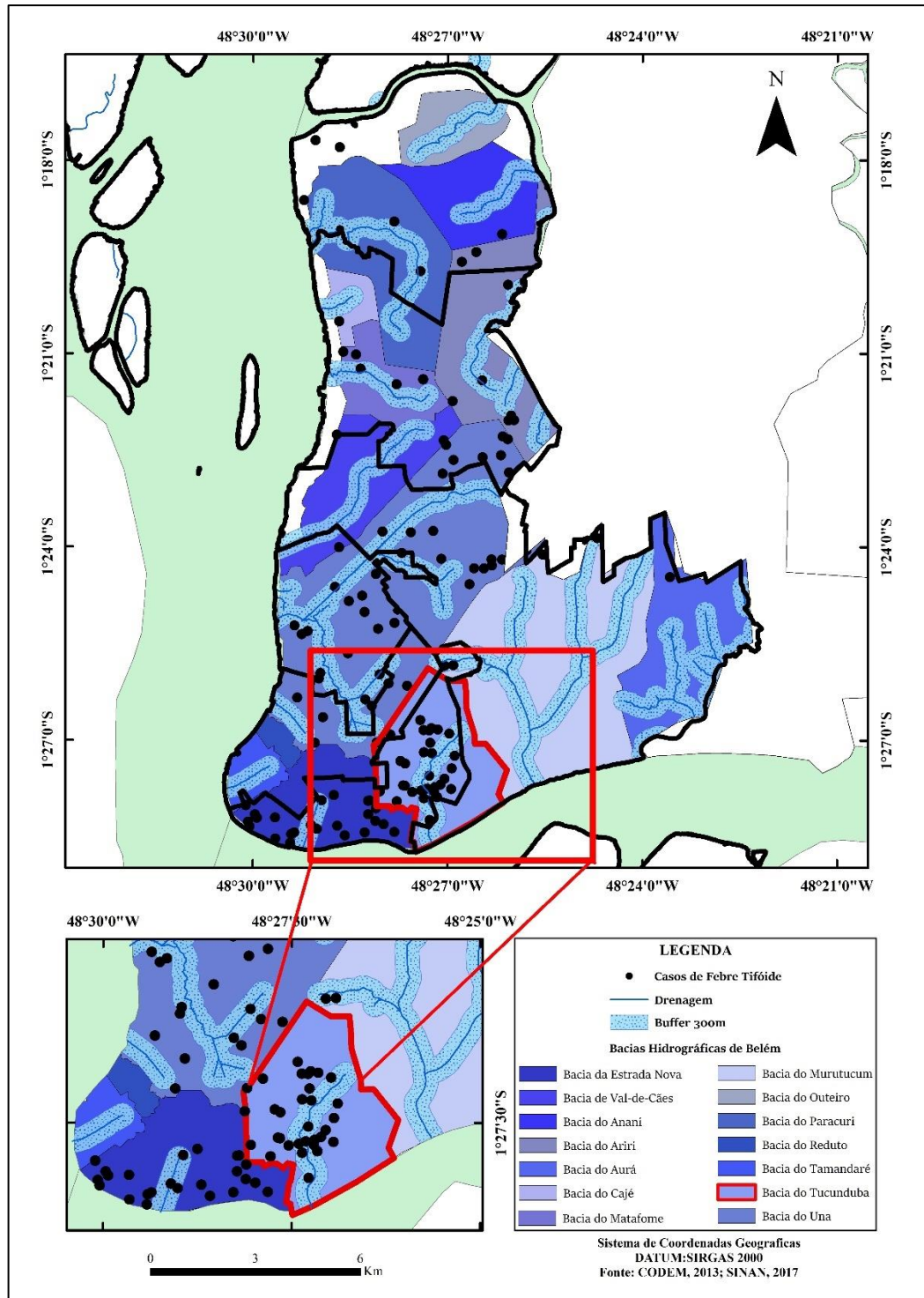


Figura 3. Aplicação da técnica de Buffer para mensuração da proximidade entre o número de casos de febre tifoide e a zona de influência ao entorno das drenagens de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016 e, em destaque, a bacia hidrográfica do Tucunduba.

Figure 3. Application of the Buffer technique to measure the proximity between the number of cases of typhoid fever and the zone of influence in the vicinity of the drainage of Belém-Pará, Brazil, between 2007-2016 and, in particular, the watershed of the Tucunduba.



3. ARTIGO 2: Análise espaço-temporal da Leptospirose em áreas com risco de inundação

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA LEPTOSPIROSE EM ÁREAS COM RISCO DE INUNDAÇÃO

SPACE-TEMPORAL ANALYSIS OF LEPTOSPIROSE IN AREAS AT RISK OF FLOOD

RESUMO: A leptospirose é uma antropozoonose emergente em países tropicais, podendo tornar-se epidêmica nos períodos chuvosos devido à precariedade de saneamento propiciando a disseminação do patógeno no ambiente. O estudo objetivou analisar o perfil socioepidemiológico e a distribuição espaço-temporal da leptospirose no município de Belém-Pará, Brasil, no período de 2007-2016. Foram confirmados 565 casos de leptospirose do Sistema de Informação de Agravos de Notificação. A taxa de incidência variou entre 1,84 e 5,90/100 mil habitantes. A maioria dos casos era do sexo masculino (79%), baixa escolaridade (39,11%), faixa etária entre 19 e 59 anos (70,44%), que entraram em contato com roedores e lama, evoluindo para hospitalização em 81,24% dos casos e óbito em 13,80%. O maior aglomerado de casos concentrou-se principalmente no Distrito Administrativo do Guamá, e ao entorno das bacias hidrográficas do Tucunduba, Una e Estrada Nova. O maior contato com as coleções hídricas poluídas está relacionado às altas taxas de incidência e, existe uma forte correlação entre o número de óbitos e o nível de exposição aos fatores de risco. Observou-se que a leptospirose ainda é uma realidade no norte do Brasil, com imediata necessidade de uma gestão sistêmica direcionada ao equilíbrio da tríade: homem, saúde e meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: epidemiologia, doenças bacterianas e zoonoses.

ABSTRACT: Leptospirosis is considered an emerging anthroozoonosis in tropical countries, which can become epidemic in rainy periods due to poor sanitation, causing the spread of the pathogen in the environment. The study aimed to analyze the socio-epidemiological profile and the spatiotemporal distribution of leptospirosis in the municipality of Belém-Pará, Brazil, in the

period 2007-2016. 565 We confirmed 565 cases of leptospirosis of the Information System of Notifiable Diseases. The incidence rate varied between 1.84 and 5.90 / 100,000 habitants. The majority of cases were male (79%), low schooling (39.11%), and age group 19-59 (70.44%), who came in contact with rodents and mud, evolving to hospitalization in 81,24% of the cases and death in 13.80%. The largest cluster of cases was concentrated mainly in the Administrative District of Guamá, around the Tucunduba, Una and Estrada Nova basin. The greatest contact with polluted water collections is related to high incidence rates and there is a strong correlation between the number of deaths and the level of exposure to risk factors. It was observed that leptospirosis is still a reality in the north of Brazil, with immediate need for a systemic management directed to the triad balance: man, health and environment.

KEYWORDS: epidemiology, bacterial diseases and zoonoses.

1 INTRODUÇÃO

A leptospirose é considerada uma antropozoonose emergente nos países tropicais, que pode tornar-se epidêmica nos períodos chuvosos devido à precariedade de saneamento e à formação de áreas de alagamento que propiciam a disseminação do patógeno no ambiente¹. O agente etiológico é a bactéria helicoidal aeróbica Gram-negativa do gênero *Leptospira*, que tem os roedores como principal reservatório, e apresenta a capacidade de sobreviver fora do hospedeiro por tempo prolongado em ambientes úmidos, enlameados e corpos hídricos poluídos².

A transmissão se dá pelo contato direto da pele ou mucosa com água, solo e alimentos contaminados com urina de animais infectados^{2,3,4}. Ao ser infectado, as manifestações clínicas no homem variam de acordo com o sorovar (sorotipo) identificado e com os padrões imunológicos do indivíduo, podendo se apresentar de forma assintomática, moderada ou grave, na qual o paciente pode evoluir a óbito^{5,6}.

O início dos sinais e sintomas ocorre posteriormente a um período de incubação que pode variar entre dois e trinta dias⁷. A fase inicial é caracterizada por febre, mialgia, cefaleia e

vômito, podendo ser subnotificada por ser confundida com outras doenças infecciosas que apresentem quadros febris em seu estágio inicial^{5,7,8,9}. Nos casos graves, há indicação de internação hospitalar, pois podem ocorrer icterícia, insuficiência hepática aguda, alterações respiratórias, hemorragia pulmonar, meningismo, miocardite e insuficiência renal aguda, com necessidade de atenção multidisciplinar e monitoramento em unidade de terapia intensiva^{7,10,11}.

É considerada uma importante preocupação para a saúde pública devido ao seu padrão global de distribuição, onde são registrados mundialmente 500.000 casos graves por ano, com taxa de mortalidade que varia entre 5 a 20 %². Na Europa, é tida como uma doença rara com taxa de incidência de 0,13 por 100.000 habitantes, onde o manejo adequado das coleções hídricas contribui para a prevenção de diversas patologias². Já em países menos desenvolvidos, como o Brasil, no período de 1999 a 2005 a taxa de incidência média foi de 1,88 por 100.000 habitantes, sendo apontada como doença endêmica com elevado custo hospitalar, onde aproximadamente 40% dos casos graves podem evoluir a óbito^{5,9,12}.

A leptospirose é uma doença de veiculação hídrica que está associada ao intenso crescimento populacional em áreas com condições sanitárias precárias, possibilitando ambiente ideal para a presença dos roedores e proliferação da bactéria¹³. Neste sentido, a interação entre as variáveis ambientais e socioeconômicas representam significativo incremento na transmissão da doença, onde o adensamento desordenado das áreas urbanas relaciona-se a situações de vulnerabilidade socioambiental^{5,14,15}.

De acordo com Barcellos et al.¹⁶, a incidência de leptospirose está relacionada com o aumento de chuvas. Por isso, o padrão de distribuição geográfica da doença no município de Belém está relacionado às características topo-hidrográficas da cidade, que fica situada abaixo do nível do mar e está entrecortado por quatorze bacias hidrográficas, além das precipitações diárias algumas vezes superiores a 25 mm ocasionando vários pontos de alagamento, proporcionando condições ambientais favoráveis a transmissão da leptospirose^{17,18,19}. Por isso

os sistemas de investigação e vigilância criteriosos são necessários para a compreensão da situação epidemiológica e para o subsídio da gestão estratégica de saúde que mitigue os problemas da realidade estudada^{2,20}.

Neste sentido, a utilização do geoprocessamento no planejamento das ações em saúde, tem ganhado força pela possibilidade de se reunir informações demográficas, territoriais e epidemiológicas em mapas temáticos, o que facilita a interpretação e análise dos resultados orientando a tomada de decisão^{13,21}.

Diante do exposto, o município de Belém, estado do Pará, foi eleito por possuir características urbanas com potencial de transmissão da leptospirose. Portanto, o estudo objetiva analisar o perfil sociodemográfico, epidemiológico e os padrões de distribuição espaço-temporal da leptospirose em Belém, Pará, no período de 2007 a 2016.

2 METODOLOGIA

2.1 ASPECTOS ÉTICOS

Esta pesquisa foi realizada de acordo com a Lei de Acesso à Informação (LAI) nº 12.527/2011, garantindo a confidencialidade das informações pessoais do paciente²².

2.2 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo ecológico, transversal, retrospectivo, realizado a partir dos casos notificados e confirmados de leptospirose em Belém-Pará, Brasil, na série histórica de 2007 a 2016.

2.3 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi conduzida no município de Belém (Figura 1), localizado no estado do Pará, região norte do Brasil, apresenta uma área de 1.059,458 km², população estimada em 2018 de 1.485.732 habitantes e densidade demográfica estimada em 1.315,26 hab./ km². É constituída por 71 bairros que estão distribuídos em oito distritos administrativos: Distritos Administrativos de Belém (DABEL), Distritos Administrativos do Benguí (DABEN), Distritos Administrativos do Entroncamento (DAENT), Distritos Administrativos do Guamá (DAGUA), Distritos

Administrativos de Icoaraci (DAICO), Distritos Administrativos de Mosqueiro (DAMOS), Distritos Administrativos de Outeiro (DAOUT) e Distritos Administrativos da Sacramenta (DASAC)²³. Belém foi escolhida como área de estudo por apresentar numerosos rios e elevados níveis de precipitação, fornecendo condições favoráveis à inundações.

2.4 FONTE DE DADOS E VARIÁVEIS ANALISADAS

Foram obtidos os dados secundários de casos de leptospirose do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) da Secretaria de Estado de Saúde do Pará (SESPA) e as variáveis demográficas do censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram utilizadas da ficha de notificação do SINAN as variáveis sociodemográficas (idade, sexo e escolaridade), epidemiológicas (situação de risco, hospitalização, critério de confirmação ou descarte, classificação final do caso e evolução do caso) e de localização (município de residência e bairro).

Os limites dos bairros, distritos, município e estadual foram obtidos do IBGE e os de drenagem da Companhia de Habitação do Estado do Pará (COHAB).

2.5 ANÁLISE DE DADOS

Estas informações foram organizadas em planilhas no Microsoft Office Excel, e representadas em tabelas e gráficos de acordo com as medidas de frequências absoluta e relativa, média, taxa de incidência e percentual de letalidade, baseado no censo do IBGE²⁴.

A identificação das áreas de maior risco foi realizada mediante o cálculo da taxa de incidência por ano e por distrito administrativo, bem como o percentual de letalidade foi obtido anualmente e o seu cálculo foi realizado com base da dedução do número de casos que evoluíram a óbito do total de casos confirmados em cada ano analisado. Para tanto, foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\text{Taxa de Incidência}_{(\text{ano})} = \frac{\text{Número de casos novos da doença no ano} \times 100.000 \text{ habitantes}}{\text{População no ano}}$$

$$\text{Taxa de Incidência}_{(\text{distrito})} = \frac{\text{Número de casos da doença no por distrito} \times 100.000 \text{ habitantes}}{\text{População do distrito}}$$

$$\text{Letalidade (\%)} = \frac{\text{Número de óbitos da doença no ano} \times 100}{\text{Número de casos no ano}}$$

As variáveis de localização foram geocodificadas, utilizando o site <http://www.freegeocoding.com/batch.php>, para que o banco de dados do SINAN fosse convertido em Banco de Dados Geográfico (BDG). A partir de então, o BDG foi importado para um Sistema de Informação Geográfico (SIG), onde foram realizadas as análises espaciais com técnicas de geoprocessamento que permitiram a construção de mapas temáticos. Os softwares utilizados foram TerraView 4.2.2 (<http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php>) e ArcGIS 10.3 (<https://www.arcgis.com/>)²⁵. A análise espacial foi realizada pela aplicação da técnica de *Buffer* com um raio de 300 metros ao entorno das drenagens²⁶. Esta análise possibilita o cálculo da distância entre o número de casos e a zona de influência dos cursos d'água²⁶.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Utilizou-se a estatística descritiva simples no software Microsoft Excel para o cálculo da frequência absoluta, frequência relativa, médias, incidências e percentual de letalidade.

O tratamento estatístico empregado nas análises dos dados sociodemográficos e epidemiológicos foi realizado por meio do teste G. Este teste também foi utilizado para analisar a diferença na proporção entre a taxa de incidência e a letalidade, e a proporção de óbitos entre os gêneros. O nível de correlação entre os fatores de risco e o número de óbitos foi testado por regressão linear. As funções de distribuição do número de casos e das taxas de incidência da leptospirose entre os distritos administrativos foram testadas por meio do teste não paramétrico Kruskal-Wallis, rejeitando-se a hipótese nula (H_0), com $p < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo ocorreram um total de 565 casos confirmados de leptospirose com uma taxa de incidência média anual de 3,97 por 100 mil habitantes, distribuídos entre os oito distritos administrativos do município de Belém-PA.

De acordo com as variáveis analisadas na tabela 1, o estudo aponta que a população mais acometida é composta por indivíduos do sexo masculino (79%), podendo-se considerar que o contágio está associado à prática de atividades, habitualmente realizada por homens, com exposição aos fatores de risco^{2,10,27}.

A maioria das notificações foram compreendidas na faixa etária de 19 a 59 anos totalizando 70,44% dos informantes. Tal situação, também foi descrita por Gonçalves et al.¹⁹ na cidade de Belém-PA, que ao analisar os casos de leptospirose no período de 2007 a 2013 encontrou a maioria dos casos na faixa etária de 20-39 anos. Isto sugere que o patógeno pode acometer pessoas de qualquer idade que residam ou trabalhem em ambientes úmidos com presença de canais urbanos poluídos, estando as pessoas em idade produtiva mais predispostas que as outras pelo grau de contato com o agente etiológico⁵.

Verificou-se que 39,11% dos informantes tem ensino fundamental. Este fato reforça a ideia de que pessoas com baixo grau de instrução fazem parte do grupo de risco para este agravo, visto que a escolaridade funciona como fator de proteção para adesão às campanhas de prevenção, conscientização e oportunidade de melhor condição de vida, impactando diretamente nos índices de mortalidade^{28,29}.

Esta pesquisa mostrou que de um modo geral a dinâmica da transmissão urbana da leptospirose em Belém-PA responde as clássicas situações já descritas para que este agravo se estabeleça e acometa a população residente nas áreas correspondentes, visto que a leptospirose está associada às condições do ambiente, como a presença ou sinais de roedores (34,60%), lama (20,25%) e acúmulo de lixo (14,47%). Do mesmo modo, outros autores, também observaram a leptospirose humana como risco emergente na Europa, onde apesar deste agravo não representar um problema de saúde pública, alguns fatores de risco e as características sociodemográficas começam a ser analisados, e os resultados assemelham-se aos obtidos neste estudo².

Na análise estatística, o teste G demonstrou que todas as categorias sociodemográficas e epidemiológicas apresentaram resultados estatisticamente significantes na proporção das amostras em relação aos casos confirmados, com $p=0,0001$.

No aspecto nacional, Segurado e Cassenote¹⁰ demonstraram que no período de 2001 a 2015 as taxas de incidência da leptospirose nas metrópoles brasileiras oscilavam entre 2 e 3,5 casos por 100.000 habitantes. Neste estudo, de acordo com a figura 2, a taxa de incidência anual da leptospirose registrada em Belém variou de 1,84 a 5,90 casos, com média de 3,97 por 100.000 habitantes. Tais informações ao serem confrontadas tornam-se preocupantes com a situação em Belém, a qual se encontra acima da média nacional. Além da sazonalidade da infecção, elevadas taxas de incidência podem estar relacionadas às pessoas de classe socioeconômica baixa que apresentam baixos padrões de educação, renda, saneamento e qualidade de vida^{5,3,30}, como observado no perfil dos residentes da área estudada.

Foram observadas variações na incidência ao longo do período analisado, acreditando-se que as baixas taxas de incidência, como em 2012, devem-se a subnotificações, relativos há vários fatores como a sobrecarga de trabalho, troca de gestão, falta de capacitação, além de outros. Tal situação é descrita por Efstratiou et al.³¹, que mostra a vigilância em saúde nos países em desenvolvimento com muitas deficiências na coleta de dados epidemiológicos.

A leptospirose tem curso clínico considerado assintomático ou com poucos sintomas na maioria dos casos, e muitas vezes inicia com quadro febril semelhante a outros agravos, o que torna difícil o diagnóstico precoce⁸, perdendo oportunidade de estabelecer uma notificação pautada nos critérios clínicos-epidemiológicos pelos serviços de saúde. Desse modo, compreende-se porque no estudo realizado os registros por critério laboratorial alcançaram 70,80% das notificações, a partir da hospitalização de 81,24% dos pacientes. Padrão observado praticamente nos serviços do mundo todo³².

Este contexto também leva a um viés reconhecido quanto a letalidade, justificado por somente os casos graves chegarem a ser diagnosticados ao necessitarem de hospitalização, confirmado no Brasil pelo estudo de Segurado et al.¹⁰, que ao analisar a situação das doenças infecciosas nas metrópoles brasileiras, em relação a leptospirose concluiu que a ocorrência de letalidade é hiperestimada, pois reflete o desfecho só dos casos graves internados que foram notificados, quando se sabe que a maioria tem cura inclusive autolimitada.

Nesse estudo, foi observado que o percentual de letalidade variou de 6,78% (2009) a 23,73% (2015) (Figura 2), possivelmente também refletindo a ineficiência dos serviços de saúde, ratificando a negligência da leptospirose no Brasil^{9,33}. O teste G revela que não houve diferença na proporção entre a taxa de incidência e a letalidade, com $p=0,8133$.

É importante ressaltar que a linha de tendência gerada pela regressão linear com fator de correlação $R^2 = 0.9803$ (Figura 3), demonstra que o número de casos que evoluíram a óbitos está fortemente relacionado ao nível de exposição aos fatores de risco principais para esta infecção, reforçando a ideia de que apesar do sexo masculino estar mais exposto, a proporção de óbitos é semelhante nos dois sexos ($p = 0,9109$).

Guimarães et al.³⁴ realizaram um estudo que objetivou relacionar a incidência da leptospirose com a ocorrência de inundações por chuvas na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2007 a 2012. Os resultados apresentados pelos autores indicaram que as maiores taxas de incidência da doença ocorrem em áreas urbanas sujeitas à inundação com acúmulo de lixo, potencializando a contribuição dos fatores de risco ambientais na dinâmica da transmissão desta infecção.

A análise da distribuição do número de casos nos distritos administrativos aponta que ocorreram registros de leptospirose em todos os distritos administrativos de Belém, com maiores taxas de incidência no DAGUA (6,35), seguido do DAICO (4,35), LABEL (3,31), DABEN (3,13), DAENT (3,04) e DASAC (3,01); com menor incidência são aqueles mais

distantes da área urbana como DAOUT (1,77) e DAMOS (1,19) (Figura 4). O DAGUA configurou o maior risco de transmissão do patógeno ao apresentar as maiores taxas de incidência e número de casos, em contraponto ao DAMOS que apresentou as menores taxas em todo o período analisado. Os resultados da pesquisa de Gonçalves et al.¹⁹ realizado no mesmo município deste estudo, também demonstraram que três bairros pertencentes ao DAGUA (Guamá, Condor e Jurunas), que é o distrito mais populoso segundo o IBGE, foram os que apresentaram o maior número de notificações de leptospirose no período de 2007 a 2013. Este fato reflete claramente as desigualdades socioeconômicas entre os bairros, sendo provável que a combinação entre os fatores climáticos próprios da região, associados a situações de risco socioambiental características das periferias urbanas em Belém, justifiquem a alta endemicidade nestas áreas^{5,35}. Diferente dos demais distritos, o DAMOS, apesar das intensas transformações em sua paisagem natural, é caracterizado por ser uma região turística com natureza exuberante e diversidade de praias de água doce, onde a principal atividade econômica está baseada no pescado e no ecoturismo³⁶. Provavelmente a baixa incidência registrada nesta área pode ser justificada pela ausência de aglomerados de pessoas, periferias urbanas e drenagens poluídas por esgoto^{4,21}.

A análise estatística indica que existe diferença significativa no padrão de distribuição das taxas de incidência nos distritos: DAGUA e DAMOS, DAGUA e DASAC, e DAICO e DAMOS, rejeitando-se a hipótese nula (H_0), com $p < 0,05$.

A aplicação da técnica de *Buffer* mostrou aglomerado de casos ao entorno das bacias hidrográficas do Tucunduba, Estrada Nova e Una (Figura 5). Conforme Targa et al.³⁷, o processo de ocupação desordenada na região da bacia do Tucunduba pelas camadas mais pobres, produziu um ambiente degradado e insalubre resultando e uma grande problemática socioambiental. De acordo com Marinho et al.³⁸, esta bacia apresenta cotas altimétricas baixas,

inferiores a quatro metros, que associadas ao despejo de esgoto em suas águas, à predispõe à formação de áreas alagadiças com potencial transmissor infeccioso.

Em relação a bacia hidrográfica do Una, o estudo de Ribeiro et al.³⁹ aponta que mesmo com o processo de macrodrenagem realizado, o despejo indevido de lixo e entulho no local prejudica a eficiência da drenagem natural desta bacia favorecendo a ocorrência de inundações. Conforme Vinagre et al.⁴⁰, além da bacia do Una apresentar características urbanas, aproximadamente 60% do seu relevo é plano, tornando o escoamento lento, propiciando alagamentos. Segundo Araújo Júnior⁴¹, o mesmo cenário também está presente na bacia hidrográfica da Estrada Nova, onde a intensa ação antrópica sobre o meio ambiente repercute em transformações geomorfológicas. Segundo Ponte⁴², ocupações desordenadas, baixas cotas altimétricas e deficiências no saneamento básico, induzem a ocorrência de alagamentos na região e condicionam o processo do adoecimento.

O estudo de Xu et al.⁴³, que estimou a probabilidade de inundação em bacias hidrográficas urbanas altamente povoadas em Michigan, EUA, mostrou que o risco de inundações pode ser previsto e qualificado pela utilização de modelos climáticos que avaliem os padrões espaço-temporais de temperatura e precipitação, o que auxiliaria no gerenciamento das políticas públicas nestas áreas.

4 CONCLUSÃO

Esta pesquisa tratou os dados disponíveis no Sistema de Informação de Agravos de Notificação, de acordo com a realidade da leptospirose no município de Belém, analisando o perfil sociodemográfico, epidemiológico e os padrões de distribuição espaço-temporal da doença.

O estudo confirmou que a leptospirose é uma doença endêmica em Belém, com focos epidêmicos, principalmente no Distrito Administrativo do Guamá, ao entorno das bacias hidrográficas do Tucunduba, Una e Estrada Nova que são potencializados pelas condições

sanitárias precárias e pela elevada população. Por isso, o primeiro passo para a diminuição das taxas de incidência da leptospirose está na conscientização das pessoas e investimentos em infraestrutura urbana e saneamento básico.

Deste modo, os dados sugerem que a vigilância da leptospirose no Brasil e o levantamento dos dados epidemiológicos tem se tornado um desafio em detrimento da negligência e das subnotificações. A mudança deste panorama exige intervenções que ultrapassem o conceito individualizado das ações, sendo necessário um sistema eficaz de vigilância e monitoramento deste agravo.

Neste sentido, para a definição das práticas de saúde e gestão, faz-se necessário compreender as especificidades do território e o perfil da população estudada, adotando-se uma abordagem sistêmica do indivíduo e da tríade epidemiológica a qual está inserido, ou seja, o contexto social, ambiental e de saúde.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Os autores participaram de forma integral na construção do presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a CAPES pela bolsa concedida (número do processo: 1680809), à SESPÁ pela disponibilidade dos dados e ao Instituto Evandro Chagas pela parceria nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Dozsa B, Monego MLCD, Kummer L. Modelagem geoestatística da ocorrência de casos de leptospirose e alagamentos no município de Curitiba – PR. *Holos* 2016; 1: 381-393. DOI: 10.15628/holos.2016.3857.
2. Dupouey J, Faucherb B, Edouardc S, Richeta H, Kodjod A, Drancourta M, et al. Human leptospirosis: An emerging risk in Europe? *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* 2014; 37:77-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2013.12.002>

3. Levett PN. Leptospirosis: A forgotten zoonosis? *Clinical and Applied Immunology Reviews* 2004; 4:435–448. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cair.2004.08.001>
4. Chaiblich JV, Lima MLS, Oliveira RF, Monken M, Penna MLF. Estudo espacial de riscos à leptospirose no município do Rio de Janeiro (RJ). *Saúde Debate* 2017; 41: 225-240. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-11042017s219>
5. Vries S, Visser B, Nagel I, Goris M, Hartskeerl R, Grobusch M. Leptospirosis in Sub-Saharan Africa: a systematic review. *International Journal of Infectious Diseases* 2014; 28:47-64. DOI: 10.1016/j.ijid.2014.06.013
6. Pauillac F, Werts C. Recent findings related to immune responses against leptospirosis and novel strategies to prevent infection. *Microbes and Infection* 2018; 1-11. DOI: 10.1016/j.micinf.2018.02.001
7. Lau CL, Smythe LD, Craig SB, Weinstein P. Climate change, flooding, urbanisation and leptospirosis: fuelling the fire? *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2010; 104(10):631-8. DOI: 10.1016/j.trstmh.2010.07.002
8. Oliveira H, Rodrigues M, Santos I, Francischetti C. Perfil epidemiológico e socioeconômico da ocorrência de casos de leptospirose em municípios da baixada fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. *Enciclopédia Biosfera* 2016; 13(23):1479-1491. DOI: 10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_133
9. Rodrigues C. Entre o discurso oficial e a negligência da vigilância da leptospirose no Brasil. *Revista de Medicina e Saúde de Brasília* 2017; 6(3): 321-333. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rmsbr/article/view/8822/5483>>. Acesso em: 10 set. 2018.
10. Segurado A, Cassenote A, Luna E. Saúde nas metrópoles-Doenças Infecciosas. *Estudos avançados* 2016; 30(86):29-49. DOI: 10.1590/S0103-40142016.00100003

11. Massana A, Costa F, Riediger I, Cunha M, Oliveira D, Mota D, et al. Spatial and temporal dynamics of pathogenic *Leptospira* in surface waters from the urban slum environment. *Water Research* 2017; 130:176-184. DOI: 10.1016/j.watres.2017.11.068
12. Sousa V, Brant J, Arrsky M, Araújo W. Avaliação do Sistema nacional de vigilância epidemiológica da leptospirose - Brasil, 2007. *Cad Saúde Colet.* 2010; 18 (1): 95 - 105. Disponível em: <http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2010_1/artigos/Modelo%20Livro%20UFRJ%209-a.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2018.
13. Lleo M, Lafaye M, Guell A. Application of space technologies to the surveillance and modelling of waterborne diseases. *Current Opinion in Biotechnology* 2008; 19:307-312. DOI: 10.1016/j.copbio.2008.04.001
14. Alves H, Alves C, Pereira M, Monteiro A. Dinâmicas de urbanização na hiperperiferia da metrópole de São Paulo. *R. bras. Est. Pop.* 2010; 27(1):141-159. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-30982010000100009>
15. Oliveira O, Moraes S. Desafios para a sustentabilidade na gestão dos serviços de abastecimento de água na Amazônia: aspectos socioambientais e econômicos do sistema de abastecimento de água na cidade de Macapá-AP. *Revista Espacios* 2017; 38 (22): 27-40. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a17v38n22/a17v38n21p27.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.
16. Barcellos C, Monteiro AMV, Corvalán C, Gurgel HC, Carvalho MS, Artaxo P, et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde* 2009; 18(3):285-304. Disponível em: <<http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v18n3/v18n3a11.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.

17. Bichara CNC, Gonçalves NV, Quaresma JAS. Esquistossomose mansônica. In: Leão RNQ, Bichara CNC, Fraiha Neto H, Vasconcelos PFC. *Medicina Tropical e Infectologia na Amazônia*. Belém: Samauma: Instituto Evandro Chagas, 2013. p. 1367-1390
18. Campos TLOB, Mota MAS, Santos SRQ. Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. *Rev. Ambient. Água* 2015; 10(1): DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1433>
19. Gonçalves NV, Araujo EN, Sousa Júnior AS, Pereira WMM, Miranda CSC; Campos PSS, et al. Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva* 2016; 21(12):3947-3955. DOI: 10.1590/1413-812320152112.07022016
20. Fontes A, Bastos R, Santos M. Condições socioambientais de saneamento básico no Conjunto Santa Terezinha, Bairro Novo Horizonte, Lagarto (SE): desafios frente à educação ambiental. *Revbea* 2017; 12(1): 97-114. Disponível em: <http://www.sbecotur.org.br/revbea/index.php/revbea/article/view/5045/3233>. Acesso em: 10 set. 2018.
21. Nardi SMT, Paschoal JAA, Pedro HSP, Paschoal VDA, Sichieri EP. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2013; 72(3):185-91. Disponível em: ses.sp.bvs.br/lildbi/docsonline/get.php?id=5455. Acesso em: 10 set. 2018.
22. Brasil. Lei Ordinária no 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal. Diário Oficial da União: 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12527.htm. Acesso em: 18 nov. 2017.

23. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Conheça cidades e estados do Brasil 2018: Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. de 2018.
24. Bohm A, Costa C, Neves R, Flores T, Nunes B. Tendência de incidência de dengue do Brasil, 2002-2012. *Epidemiol. Serv. Saude* 2016; 25(4):725-733. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742016000400006>
25. Santos BO, Brito TVR, Mesquita CR, Guimarães RJPS, Leao LA, Rocha MP. Análise espaço-temporal da incidência de tuberculose na atenção primária. *Pará Research Medical Journal* (PRMJ) 2017; v. 1, p. e21-e26, 2017. DOI: 10.4322/prmj.2017.021
26. Barbosa VS, Loyo RM, Guimarães RJPS, Barbosa CS. Os Sistemas de Informação Geográfica em estudo sobre a esquistossomose em Pernambuco. *Rev Saude Publica* 2017; 51:107.
27. Abgueuen P, Delbos V, Blanvillain J, Chennebault J, Cottin J, Fanello S, et al. Clinical aspects and prognostic factors of leptospirosis in adults. Retrospective study in France. *Journal of Infection* 2008; 57(3):171-8. DOI: 10.1016/j.jinf.2008.06.010
28. Pehouskei N, Benaduce G. Geografia da saúde e as concepções sobre o território. *Gestão & Regionalidade* 2007; 23(68):34-44. DOI: 10.13037/gr.vol23n68.78
29. Daher EF, Carvalho GS, Soares DS, Mendes MH, Parente Filho SLA, Rocha HAL, et al. Changing patterns in leptospirosis: a three-decade study in Brazil 2017; 60:4-10. DOI: 10.1016/j.ijid.2017.04.023. Epub 2017 May 5.
30. Collins O, Robertson S, Govinder K. Analysis of a waterborne disease model with socioeconomic classes. *Mathematical Biosciences* 2015; 269:86-93. DOI: 10.1016/j.mbs.2015.08.016
31. Efstratiou A, Ongerth J, Karanis P. Waterborne transmission of protozoan parasites: Review of worldwide outbreaks - An update 2011-2016. *Water Research* 2017; 114:14-22. DOI: 10.1016/j.watres.2017.01.036

32. Rodrigues CM. Entre o discurso oficial e a negligência da vigilância da leptospirose no Brasil. *Revista de Medicina e Saúde de Brasília* 2017; 6(3):321-333. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rmsbr/article/view/8822/0>>. Acesso em: 25 set. 2018.
33. Confalonieri UEC. Saúde na Amazônia: um modelo conceitual para a análise de paisagens e doenças. *Estudos Avançados* 2005; 19(53):221-236. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000100014>
34. Guimarães RM, Cruz OG, Parreira VG, Mazoto ML, Vieira JD, & Asmus, C. I. R. F. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. *Ciência & Saúde Coletiva* 2014; 19(9): 3683-3692. DOI:10.1590/1413-81232014199.06432014
35. Pascoalino A, Almeida LQ, Pereira FSM. Vulnerabilidade socioambiental e mortalidade por doenças de veiculação hídrica nas metrópoles brasileiras. *Observatório Geográfico de América Latina* 2009; 1-15. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomica/Geografiadelapoblacion/82.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.
36. Moraes CN, Bichara CNC, Pontes AN, Pinto SCA, Gasparetto D. Correlação de Criadouros de *Biomphalaria* sp., hospedeiro do *Schistosoma mansoni*, em área de baixa infraestrutura sanitária no Distrito de Mosqueiro, Belém, Pará. *Hygeia* 2014; 10 (18): 216 – 233.
37. Targa MS, Batista GT, Diniz HD, Dias NW, Matos FC. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 120-142, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.905>

38. Marinho AVR, Saraiva JS, Rodrigues JEC. Caracterização socioambiental da bacia urbana do Tucunduba,, Belém-PA. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP)*, (ISSN: 2359-0831 - *on line*), Belém, v. 02, n.02, p. 96-107, jul./dez. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.17553/2359-0831/ihgp.v2n2p96-107>
39. Ribeiro EGP, Ferreira BM, Maciel MNM, Pereira BWFP, Soares JAC. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Igarapé do Una por meio de geotecnologias. *Enciclopédia Biosfera* 2015; 11(21).
40. Vinagre MVA, Bello LAL, Cardoso ASCS, Folha Neto PGPO, Rabêlo VG. Modelo de Gestão de Drenagem Urbana Aplicado à Bacia do Una em Belém-PA. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde* 2017, v. 15, n. 1, p. 253-267. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i1.3708>.
41. Araújo Júnior ACR. Fatores de risco a inundação na bacia hidrográfica da Estrada Nova Belém – PA. *Geografia (Londrina)* 2013; v.22, n.2. p. 57-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/2447-1747.2013v22n2p57>
42. Ponte JPX. Belém do Pará: cidade e água. *Cad. Metrop.* 2015; v. 17, n. 33, pp. 41-60. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2015-3302>
43. Xu X, Wang YC, Kalcic M, Muenich RL, Yang YCE, Scavia D. Evaluating the impact of climate change on fluvial flood risk in a mixed-used watershed. *Environmental Modelling & Software* 2017. DOI:10.1016/j.envsoft.2017.07.013

Tabela 1. Perfil sociodemográfico e epidemiológico dos casos de leptospirose no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016.

Variáveis	Categorias	Frequência Absoluta (n)	Frequência Relativa (%)
Gênero			
	Masculino	446	78.94%
	Feminino	119	21.06%
	Total	565	100.00%
Faixa etária			
	(< 12)	18	3.19%
	(12-18)	93	16.46%
	(19-29)	135	23.89%
	(30-59)	263	46.55%
	(+60)	56	9.91%
	Total	565	100.00%
Escolaridade			
	Analfabeto	1	0.18%
	EFI (1ª - 4ª Série)	73	12.92%
	EFII (5ª - 8ª Série)	148	26.19%
	Ensino médio (1º - 3º Ano)	104	18.41%
	Ensino Superior	4	0.71%
	Ignorado	98	17.35%
	Não se aplica (Vazio)	4	0.71%
	Total	133	23.54%
	Total	565	100.00%
Situação de risco			
	Água ou lama de enchente	340	20.25%
	Criação de animais	90	5.36%
	Caixa d'água	36	2.14%
	Fossa, caixa de gordura ou esgoto	116	6.91%
	Sinais de roedores	380	22.63%
	Roedores diretamente	201	11.97%
	Plantio/Colheita(lavoura)	9	0.54%
	Rio, córrego, lagoa ou represa	61	3.63%
	Armazenamento de grãos e alimentos	8	0.48%
	Terreno baldio	165	9.83%
	Lixo/entulho	243	14.47%
	Outras	30	1.79%
	Total	1679	100.00%
Evolução do caso			
	Cura	434	76.81%
	Óbito por leptospirose	78	13.81%
	Óbito por outras causas	2	0.35%
	Ignorado	30	5.31%
	Vazio	21	3.72%
	Total	565	100.00%
Hospitalização			
	Sim	459	81.24%
	Não	78	13.81%
	Ignorado	28	4.96%
	Total	565	100.00%
Critério de diagnóstico			
	Clínico laboratorial	400	70.80%
	Clínico epidemiológico	159	28.14%
	(Vazio)	6	1.06%
	Total	565	100.00%

Fonte: SINAN.

Figura 1: Localização geográfica do município de Belém-Pará, Brasil, identificando os distritos administrativos e os limites dos bairros.

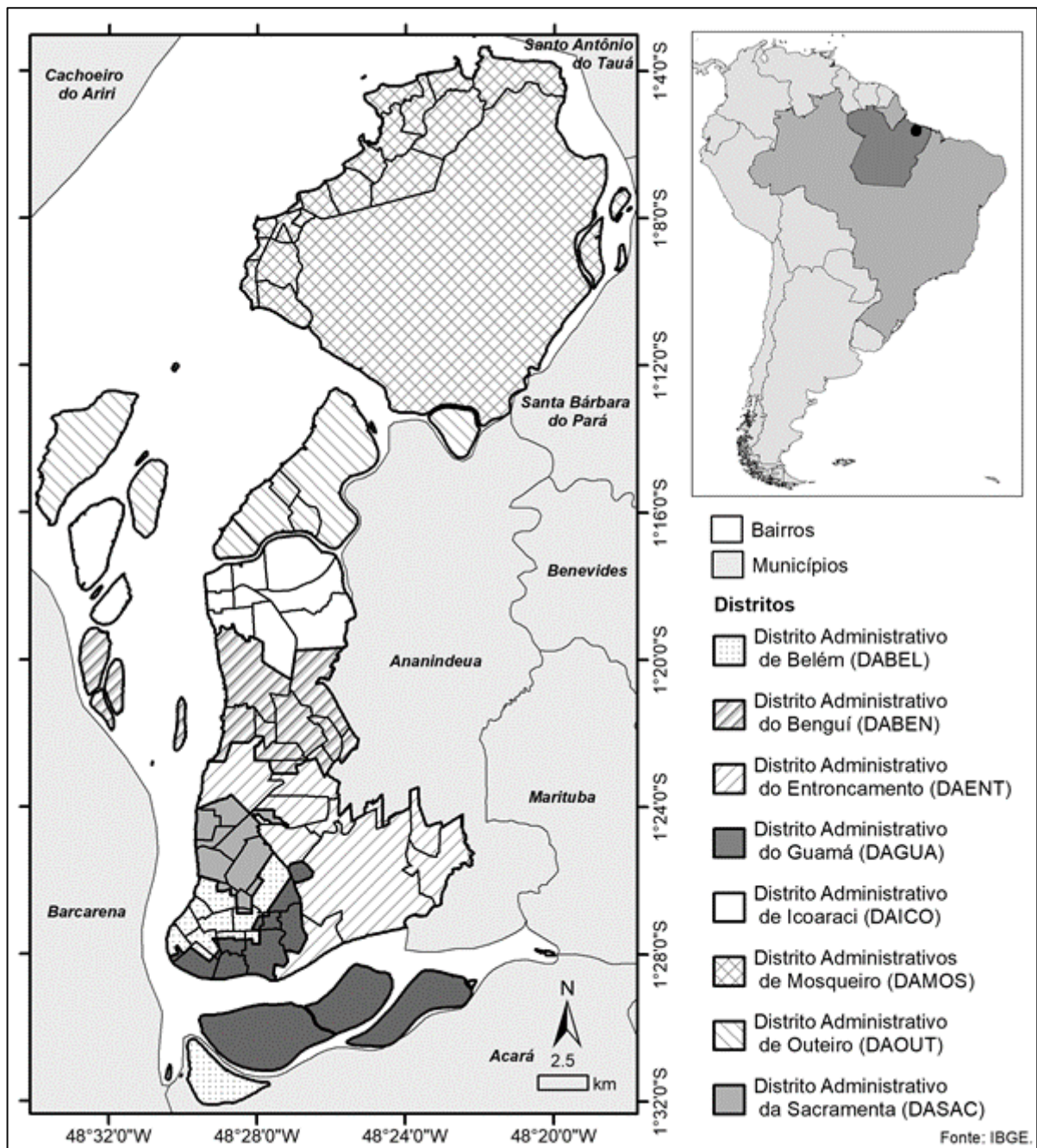


Figura 2. Taxa de incidência e percentual de letalidade da leptospirose no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016.

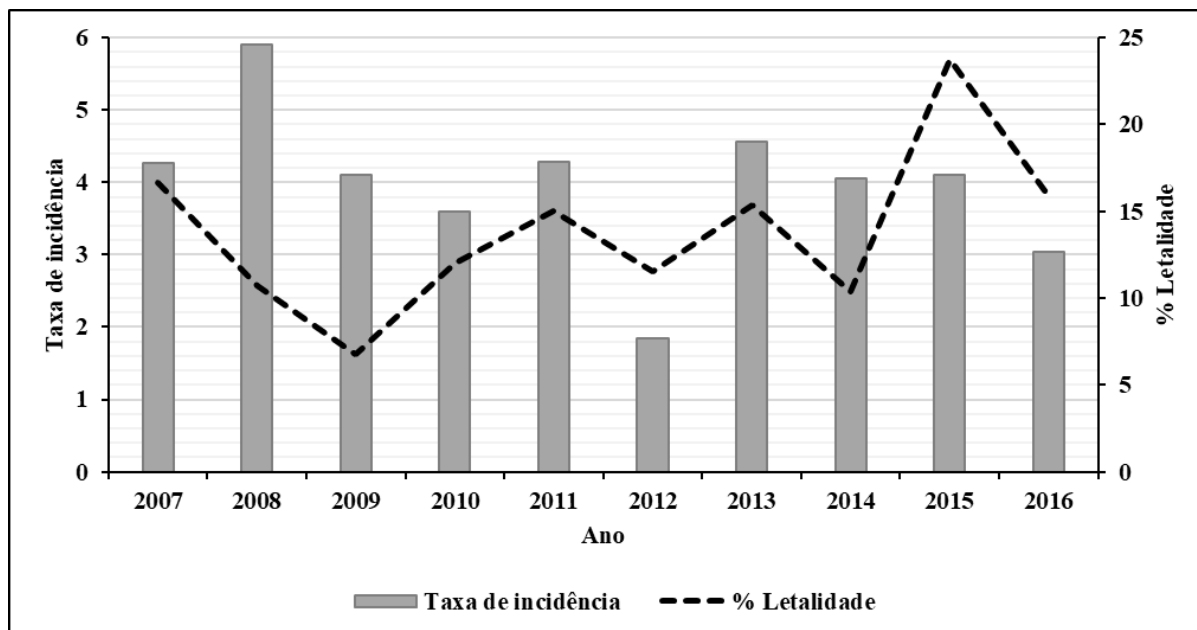


Figura 3. Regressão linear da correlação entre o número de casos que evoluíram a óbito e o nível de exposição às situações de risco à leptospirose no município de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016.

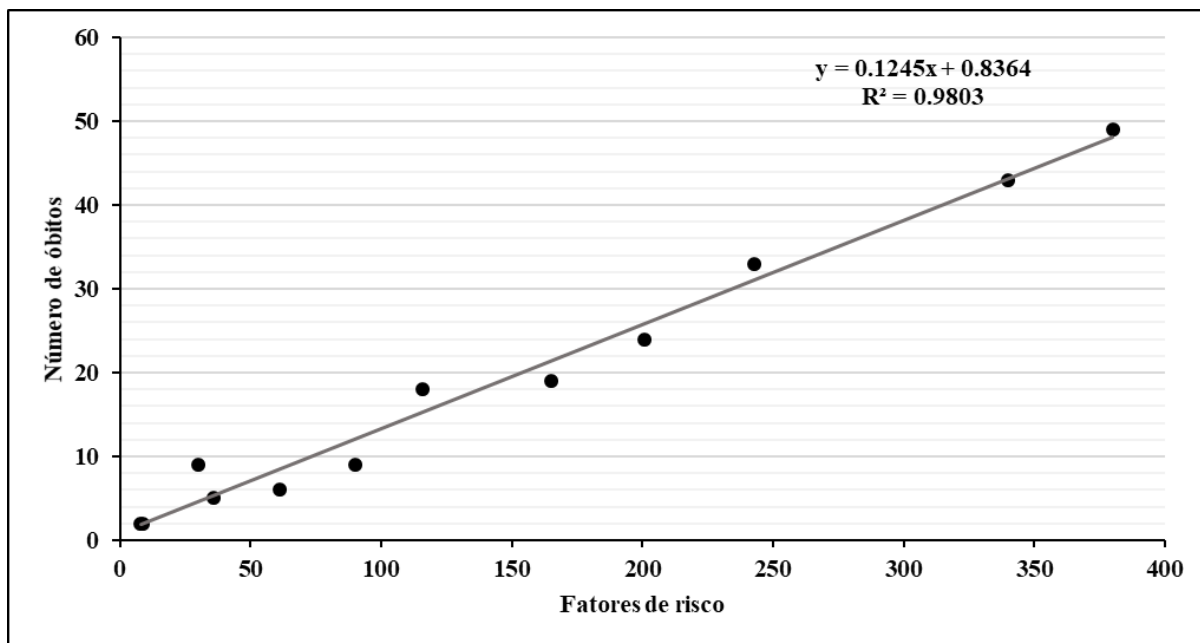


Figura 4. Sobreposição de dados referente à distribuição do número absoluto de casos e da taxa de incidência média da Leptospirose por distrito administrativo de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016, com base no banco de dados do SINAN e IBGE.

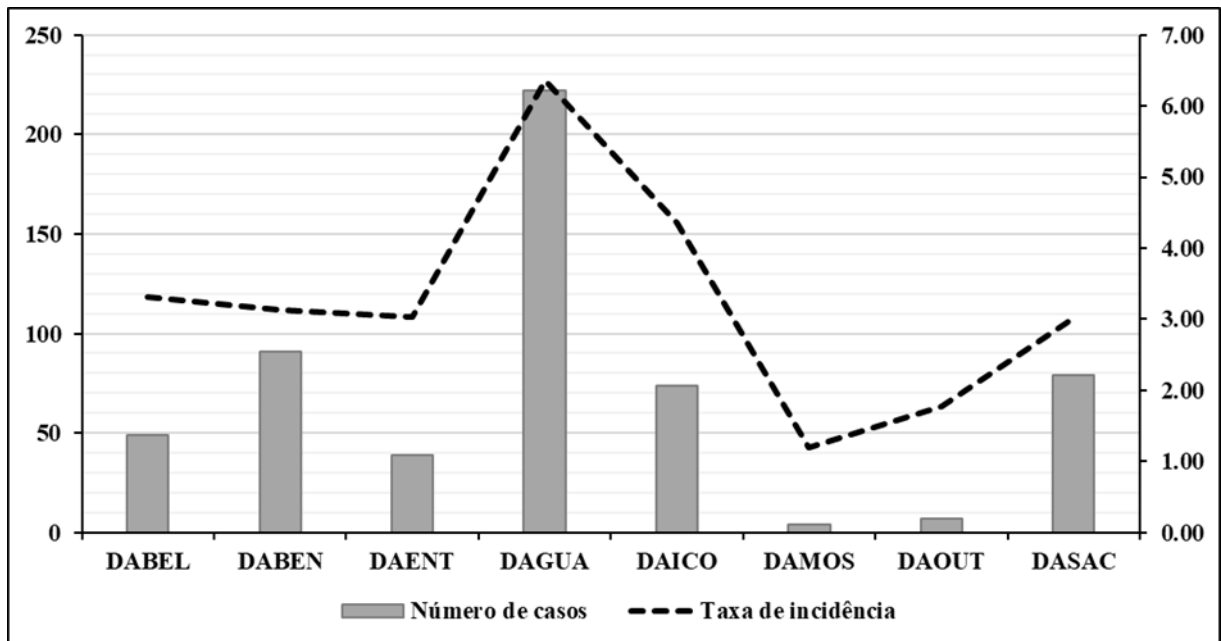
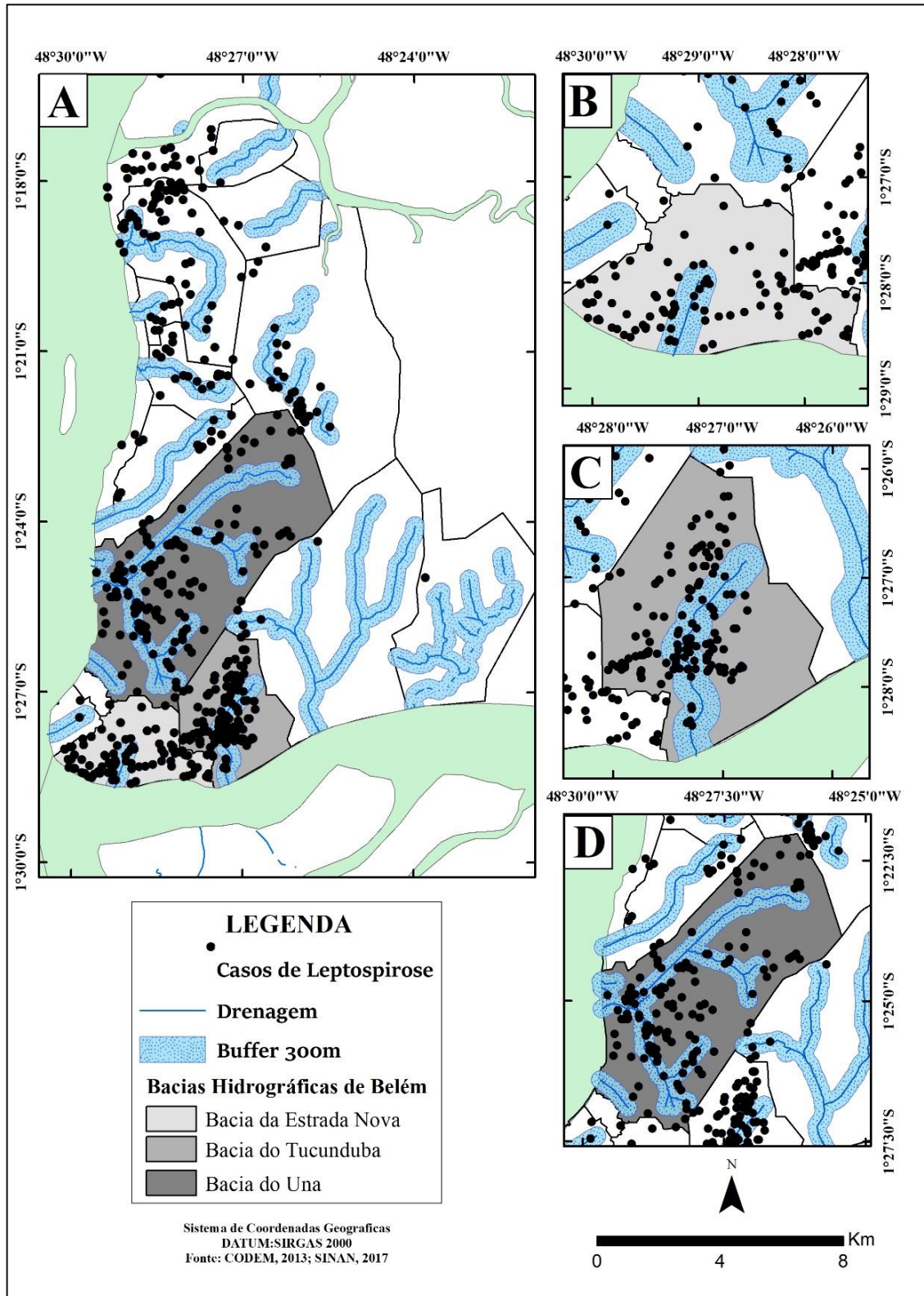


Figura 5: Aplicação da técnica de Buffer para mensuração da proximidade entre o número de casos de leptospirose e a zona de influência ao entorno das drenagens de Belém-Pará, Brasil, entre 2007-2016. (A): Análise de Buffer nas drenagens das quatorze bacias hidrográficas de Belém, Pará; (B) Bacia hidrográfica da Estrada Nova (C): Bacia hidrográfica do Tucunduba; (D): Bacia hidrográfica do Una.



4. CONCLUSÕES GERAIS

A epidemiologia das doenças bacterianas de veiculação hídrica, é influenciada pela complexidade dos fatores sociodemográficos e epidemiológicos na dinâmica da transmissão destes agravos. A segregação espacial da população de menor poder aquisitivo em periferias urbanas com deficiências no saneamento básico e na rede de abastecimento de água potencializam a transmissão dos patógenos.

Neste estudo, a utilização do geoprocessamento possibilitou a delimitação geográfica de áreas importantes para a compreensão espaço-temporal das doenças, e o mapeamento dos focos de infecção facilitou a visualização de um surto e a análise dos resultados.

A baixa completude dos dados tem se tornado um desafio em detrimento da negligência e das subnotificações, interferindo diretamente no direcionamento das ações de monitoramento, prevenção e controle.

A principal medida resolutiva para a redução das taxas de incidência consiste no investimento em saneamento básico, tratamento da água potável e no aumento de equipes de estratégia em saúde da família com visitas domiciliares para a orientação e identificação de doenças.

ANEXO A

República Federativa do Brasil
Ministério da Saúde

SINAN
SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO
FICHA DE INVESTIGAÇÃO **FEBRE TIFÓIDE**

Nº

CASO SUSPEITO: Pessoa com febre persistente, que pode ou não ser acompanhada de um ou mais dos seguintes sinais e sintomas: cefaléia (dor de cabeça), mal-estar, dor abdominal, anorexia (falta de apetite), dissociação pulso-temperatura (pulso lento em relação à temperatura alta), constipação (prisão de ventre) ou diarreia, tosse seca, roséolas tíficas (manchas rosadas no tronco) e esplenomegalia (baco aumentado de volume).

Dados Gerais	1	Tipo de Notificação		2 - Individual				
	2	Agravado/doença		Código (CID10)				
			FEBRE TIFÓIDE		A 0 1 . 0			
	3	Data da Notificação						
	4	UF	5	Município de Notificação	Código (IBGE)			
	6	Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)		Código		7	Data dos Primeiros Sintomas	
	Notificação Individual	8	Nome do Paciente		9		Data de Nascimento	
10		(ou) Idade	1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano	11	Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	12	Gestante 1-1º Trimestre 2-2º Trimestre 3-3º Trimestre 4- Idade gestacional Ignorada 5-Não 6- Não se aplica 9- Ignorado	
						13	Raça/Cor 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9- Ignorado	
						14	Escolaridade 0-Analfabeto 1-1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3-5ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4-Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5-Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6-Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7-Educação superior incompleta 8-Educação superior completa 9-Ignorado 10- Não se aplica	
15		Número do Cartão SUS		16		Nome da mãe		
Dados de Residência		17	UF	18	Município de Residência	Código (IBGE)		
						19		Distrito
	20	Bairro		21		Logradouro (rua, avenida,...)		
							Código	
	22	Número	23		Complemento (apto., casa, ...)	24		Geo campo 1
							25	Geo campo 2
							26	Ponto de Referência
						27	CEP	
						28	(DDD) Telefone	
						29	Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado	
						30	Pais (se residente fora do Brasil)	
Dados Complementares do Caso								
Antecedentes Clínico-Epidemiológicos	31	Data da Investigação		32		Ocupação		
							33	Contato Compatível com Caso de Febre Tifóide (até 45 dias antes do início dos sinais e sintomas) 1 - Domicílio 2 - Vizinhança 3 - Trabalho 4 - Creche/Escola 5 - Posto de Saúde/Hospital 6 - Outros Estados/Municípios 7 - Outros: _____ 8 - Sem História de Contato 9 - Ignorado
	34	Nome do Contato		35		(DDD) Telefone		
							36	Sugestão de Vínculo com: 1 - Consumo de água não tratada 2 - Exposição à esgoto 3 - Alimento suspeito 4 - Deslocamento 5 - Outros _____ 9 - Ignorado
							37	Sinais e Sintomas 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/> Assintomático <input type="checkbox"/> Febre <input type="checkbox"/> Cefaléia <input type="checkbox"/> Diarreia <input type="checkbox"/> Constipação <input type="checkbox"/> Astenia <input type="checkbox"/> Tosse <input type="checkbox"/> Esplenomegalia <input type="checkbox"/> Roséola Tífica <input type="checkbox"/> Náuseas <input type="checkbox"/> Vômitos <input type="checkbox"/> Dor Abdominal <input type="checkbox"/> Dissociação pulso-temperatura
							38	Complicações 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/> Enterorragia <input type="checkbox"/> Perfurações Intestinais <input type="checkbox"/> Outras _____
	Atendimento	39	Tipo de Atendimento		40		Data do Atendimento	
						41	UF	
42		Município do Hospital		Código (IBGE)		43	Nome do Hospital	
						Código		
Lab.	44		Material Coletado		45		Uso de Antibiótico Antes da Coleta do Material	
			1-Sim 2-Não 9-Ignorado <input type="checkbox"/> Sangue <input type="checkbox"/> Fezes <input type="checkbox"/> Urina				1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	

Febre Tifóide

Sinan NET

SVS

12/05/2006

ANEXO B

SINAN
SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO
FICHA DE INVESTIGAÇÃO LEPTOSPIROSE

República Federativa do Brasil
 Ministério da Saúde

Nº

CASO SUSPEITO: Indivíduo com febre, cefaléia e mialgia, que apresente pelo menos um dos seguintes critérios: **Critério 1-** antecedentes epidemiológicos sugestivos nos 30 dias anteriores à data de início dos sintomas(exposição a situações de risco, vínculo epidemiológico com um caso confirmado por critério laboratorial ou residir/trabalhar em áreas de risco); **Critério 2-** pelo menos um dos seguintes sinais ou sintomas: sufusão conjuntival, sinais de insuficiência renal aguda, icterícia e/ou aumento de bilirrubinas e fenômeno hemorrágico.

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual		2 Agravo/doença LEPTOSPIROSE		Código (CID10) 3 A 2 7. 9	3 Data da Notificação	
	4 UF	5 Município de Notificação			Código (IBGE)		
	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)				Código	7 Data dos Primeiros Sintomas	
Notificação Individual	8 Nome do Paciente					9 Data de Nascimento	
	10 (ou) Idade 1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano		11 Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	12 Gestante 1-1ºTrimestre 2-2ºTrimestre 3-3ºTrimestre 4- Idade gestacional Ignorada 5-Não 6- Não se aplica 9-Ignorado		13 Raça/Cor 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9-Ignorado	
	14 Escolaridade 0-Analfabeto 1-1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3-5ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4-Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5-Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6-Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7-Educação superior incompleta 8-Educação superior completa 9-Ignorado 10- Não se aplica						
	15 Número do Cartão SUS			16 Nome da mãe			
Dados de Residência	17 UF	18 Município de Residência			Código (IBGE)	19 Distrito	
	20 Bairro		21 Logradouro (rua, avenida,...)			Código	
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)			24 Geo campo 1		
	25 Geo campo 2		26 Ponto de Referência			27 CEP	
	28 (DDD) Telefone		29 Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado		30 País (se residente fora do Brasil)		
	Dados Complementares do Caso						
	Antecedentes Epidemiológicos	31 Data da Investigação		32 Ocupação			
33 Situação de Risco Ocorrida nos 30 dias que Antecederam os Primeiros Sintomas - Contato/ limpeza de: 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado							
34 Casos Anteriores de Leptospirose no Local Provável de Infecção nos últimos dois meses 1- Sim 2- Não 9- Ignorado <input type="checkbox"/> Casos Humanos <input type="checkbox"/> Casos Animais							
Dados Clínicos	35 Data de Atendimento		36 Sinais e Sintomas 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado				
	<input type="checkbox"/> Febre		<input type="checkbox"/> Mialgia	<input type="checkbox"/> Cefaléia	<input type="checkbox"/> Prostração		
Atendimento	37 Ocorreu Hospitalização 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado		38 Data da Internação		39 Data de Alta		
	40 UF	41 Município do Hospital			Código (IBGE)		
	42 Nome do Hospital				Código		

Leptospirose Sinan NET SVS 02/02/2007

Sorologia IgM - Elisa

43 Data da Coleta - 1ª amostra 44 Resultado 1ª Amostra
 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado

45 Data da Coleta - 2ª amostra 46 Resultado 2ª Amostra
 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado

Microaglutinação

47 Data da Coleta - Micro 1ª amostra 48 Micro 1ª Amostra
 1º sorovar título 1:

49 Micro 1ª Amostra
 2º sorovar título 1:

50 Resultado MICRO-aglutinação 1ª Amostra
 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3 - Não realizada 9 - Ignorado

51 Data da Coleta - Micro 2ª amostra 52 Micro 2ª Amostra
 1º sorovar título 1:

53 Micro 2ª Amostra
 2º sorovar título 1:

54 Resultado MICRO-aglutinação 2ª Amostra
 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3 - Não realizada 9 - Ignorado

Isolamento

55 Data da Coleta 56 Resultado
 1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado

Imunohistoquímica

57 Data da Coleta 58 Resultado
 1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado

RT-PCR

59 Data da Coleta 60 Resultado
 1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado

Dados do Laboratório

61 Classificação Final
 1 - Confirmado 2 - Descartado

62 Critério de Confirmação ou Descarte
 1 - Clínico-Laboratorial 2 - Clínico-Epidemiológico

Local Provável da Fonte de Infecção (no período de 30 dias)

63 O caso é autóctone do município de residência?
 1 - Sim 2 - Não 3 - Indeterminado

64 UF 65 País

66 Município Código (IBGE) 67 Distrito 68 Bairro

Característica do Local Provável de Infecção

69 Área provável de Infecção
 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Peri-Urbana 9 - Ignorado

70 Ambiente da Infecção
 1 - Domiciliar 2 - Trabalho 3 - Lazer 4 - Outro 9 - Ignorado

71 Doença Relacionada ao Trabalho 72 Evolução do Caso
 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado 1 - Cura 2 - Óbito por leptospirose 3 - Óbito por outras causas 9 - Ignorado

73 Data do Óbito 74 Data do Encerramento

Conclusão

Informações complementares e observações

Data e Endereço se esteve em Situação de Risco Ocorrida nos 30 dias que Antecederam os Primeiros Sintomas

Data	UF	Município	Endereço	Localidade

Observações:

Investigador

Município/Unidade de Saúde Código da Unid. de Saúde

Nome Função Assinatura

Leptospirose Sinan NET SVS 02/02/2007

ANEXO C

NORMAS DA REVISTA DO ARTIGO 1

Este artigo será submetido na “Revista Brasileira de Epidemiologia” ISSN: 1980-5497, que tem por finalidade publicar Artigos Originais e inéditos, que contribuam para o conhecimento e desenvolvimento da Epidemiologia e ciências afins. Apresenta classificação Qualis “B1” na área de avaliação Interdisciplinar, Ciências Ambientais e Saúde Coletiva.

O artigo 01 está escrito de acordo com as normas da revista.

As instruções aos autores estão disponíveis no site:

<http://www.scielo.br/revistas/rbepid/pinstruc.htm>

ANEXO D

NORMAS DA REVISTA DO ARTIGO 2

Este artigo está submetido na “Revista Ciência & Saúde Coletiva” ISSN: 1678-4561, que tem por finalidade publicar Artigos Originais e inéditos, que contribuam para as investigações e reflexões na área de saúde. apresenta periodicidade mensal e classificação Qualis “B1” na área de avaliação Interdisciplinar, Ciências Ambientais e Saúde Coletiva.

O artigo 02 está escrito de acordo com as normas da revista.

As instruções aos autores estão disponíveis no site:

<http://www.scielo.br/revistas/csc/pinstruc.htm>



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100
www.uepa.br/paginas/pcambientais

