

Relação entre casos de hepatite A e áreas de inundação, município de Encantado, Rio Grande do Sul, Brasil

Relationship between cases of hepatitis A and flood areas, municipality of Encantado, Rio Grande do Sul, Brazil

Péterson Oliveira Silveira (<https://orcid.org/0000-0001-7193-7974>)¹
Laurindo Antonio Guasselli (<https://orcid.org/0000-0001-8300-846X>)^{1,2}
Guilherme Garcia de Oliveira (<https://orcid.org/0000-0003-4197-5704>)²
Victor Fernandez Nascimento (<https://orcid.org/0000-0002-3311-8190>)²

Abstract *The relationship between hydrometeorological disasters and the health of affected populations is still hardly discussed in Rio Grande do Sul (RS), Brazil. Hepatitis A is a disease that involves health and urban environment issue and is an avoidable disease. This study aims to analyze the relationship between flood areas and waterborne diseases, in this case, Hepatitis A. A database of confirmed cases of Hepatitis A and flood events in the municipality of Encantado-RS, Brazil between 2012 and 2014 was structured. These data were analyzed spatially from the kernel estimator of the occurrence points of Hepatitis A cases and correlated to the urban perimeter. It was verified that 44 cases were registered in the three months following the occurrence of flood, an increase of almost 300% in the records of Hepatitis A. The results identified that all the confirmed cases are in the urban area located in the floodplain. This reaffirms the importance of encouraging the formulation and implementation of policies to prevent outbreaks of waterborne diseases post hydrometeorological disaster.*

Key words *Floods, Hepatitis A, Kernel*

Resumo *A relação entre os desastres de origem hidrometeorológicos e a saúde das populações atingidas ainda é pouco abordada no Rio Grande do Sul (RS), Brasil. A Hepatite A é uma doença que envolve questões sanitárias e do meio urbano, sendo uma doença do tipo evitável. Esse estudo tem como objetivo analisar a relação entre áreas de inundação e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica, neste caso, a Hepatite A. Foi estruturado um banco de dados dos casos confirmados de Hepatite A e de eventos de inundações no município de Encantado-RS entre os anos de 2012 e 2014. Esses dados foram analisados espacialmente a partir do estimador Kernel dos pontos de ocorrência de casos de Hepatite A e correlacionados para o perímetro urbano. Verificou-se que nos três meses posteriores à ocorrência de inundação, foram registrados 44 casos, um aumento de quase 300%, no registro de casos de Hepatite A. Os resultados identificaram que todos os casos confirmados estão na área urbana localizada na planície de inundação. O que reafirma a importância de incentivo a formulação e implementação de políticas de prevenção a surtos de doenças pós-desastres hidrometeorológicos.*

Palavras-chave *Inundações, Hepatite A, Kernel*

¹ Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves 9500, Campus Vale. 91540-000 Porto Alegre RS Brasil. petriz.oliveira@hotmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, UFRGS. Porto Alegre RS Brasil.

Introdução

A análise histórica do panorama nacional, relacionado às condições climáticas, geográficas e geológicas das inundações, mostra que essas estão entre os desastres naturais mais recorrentes de 1991 a 2010¹. As inundações e as enxurradas são os tipos de desastres relacionados a eventos hidrometeorológicos, que mais causam perdas humanas.

As inundações representam um dos principais problemas ambientais no Rio Grande do Sul^{2,3}, sendo expressivo o aumento nas últimas décadas de pesquisas voltadas para o monitoramento, previsão e controle de desastres naturais e para delimitação das áreas suscetíveis a inundações⁴⁻⁶. Essas pesquisas possivelmente têm aumentado em função das elevadas perdas sociais e materiais resultantes das inundações, inclusive nos casos em que são potencializadas por ações sociais e surtos de doenças de veiculação hídrica.

Trabalhos abordando a relação entre áreas inundáveis e doenças de veiculação hídrica⁷⁻⁹ ainda são muito escassos no meio acadêmico. A transmissão de doenças de veiculação hídrica está geralmente relacionada com questões sanitárias, como o tratamento inadequado da água que é distribuída para abastecimento da população; e também com a ocorrência de eventos extremos como, por exemplo, enxurradas, inundações e alagamentos. Em alguns casos esses dois fatores atuam em conjunto, aumentando os danos causados à população em situação vulnerável. Nesses casos, se estabelece um ambiente propício à manifestação dessas doenças que possuem relação direta com o meio aquoso, necessário para sua proliferação. As doenças que se destacam, nesse grupo, são: Leptospirose, Hepatite A, Diarreia, Ancilostomose, Ascariíase, Esquistossomose e diarreias de origem infecciosa.

A Hepatite do tipo A é uma doença de veiculação hídrica, sua principal via de contágio é fecal-oral, por meio do contato inter-humano ou através de água e alimentos contaminados. Moraes et al.¹⁰ relacionaram surtos de Hepatite A ocorridos em 2010 e 2012 com dados de qualidade da água e comprovaram as alterações registradas no padrão de qualidade das amostras. Sendo um problema de saúde pública decorrente das inundações, é indispensável o estudo de sua relação com as populações vulneráveis nos locais afetados por tais eventos adversos. De modo que seja possível aumentar o conhecimento sobre a dinâmica da doença, resultando no controle e na diminuição dos casos, através de ações mitigadoras.

A análise de áreas suscetíveis às inundações pode contribuir para o entendimento da dinâmica espaço-temporal de ocorrências de doenças como a Hepatite A. Para Carvalho e Câmara¹¹, compreender a distribuição espacial dos dados oriundos de fenômenos no espaço constitui um grande desafio para elucidação de questões centrais em diversas áreas de conhecimento como a da saúde. As pesquisas sobre essas dinâmicas se tornam ainda mais necessárias quando temos grupos vulneráveis dentro de áreas suscetíveis a inundações.

No que diz respeito às técnicas de geoprocessamento, a aquisição de dados da saúde continua a ser um grande desafio a ser superado. Isso porque esses dados relacionados à saúde são utilizados em sua maioria para estudos situacionais em seus programas dentro das secretarias de saúde.

Visando contribuir aos estudos relacionados a doenças de veiculação hídrica, e considerando a elevada frequência com que o município de Encantado-RS é atingido pelas inundações do rio Taquari, essa pesquisa investiga a hipótese de que a distribuição espacial dos casos de Hepatite A no município apresenta uma maior concentração de casos dentro do perímetro urbano atingido pelas águas. Assim, o objetivo deste estudo é analisar a ocorrência de casos de Hepatite A relacionados a inundações no perímetro urbano do município de Encantado-RS, utilizando técnicas de geoprocessamento para a análise espacial.

Metodologia

A área de estudo compreende o município de Encantado, que é um dos 36 municípios que formam o Vale do Taquari no estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Possui 142,77 km², está a uma distância de 140 km da capital do estado, Porto Alegre, e sua sede se encontra 54 m acima do nível do mar. Possui 70% dos imóveis de alvenaria, com aproximadamente 71% da população possuindo casa própria¹².

Em relação às informações de saneamento municipal, 93% dos domicílios do município de Encantado estão ligados na rede geral de abastecimento de água, sendo os demais abastecidos com águas de poços artesianos ou nascentes. A rede de coleta de esgoto atende apenas 34% dos domicílios, com 53% dispondo de sistema de fossa séptica e 12% de fossas mais rudimentares. Os bairros com baixos indicadores (sem atendimento da rede de esgoto, presença de esgotos a céu aberto e lixo acumulado nos logradouros)

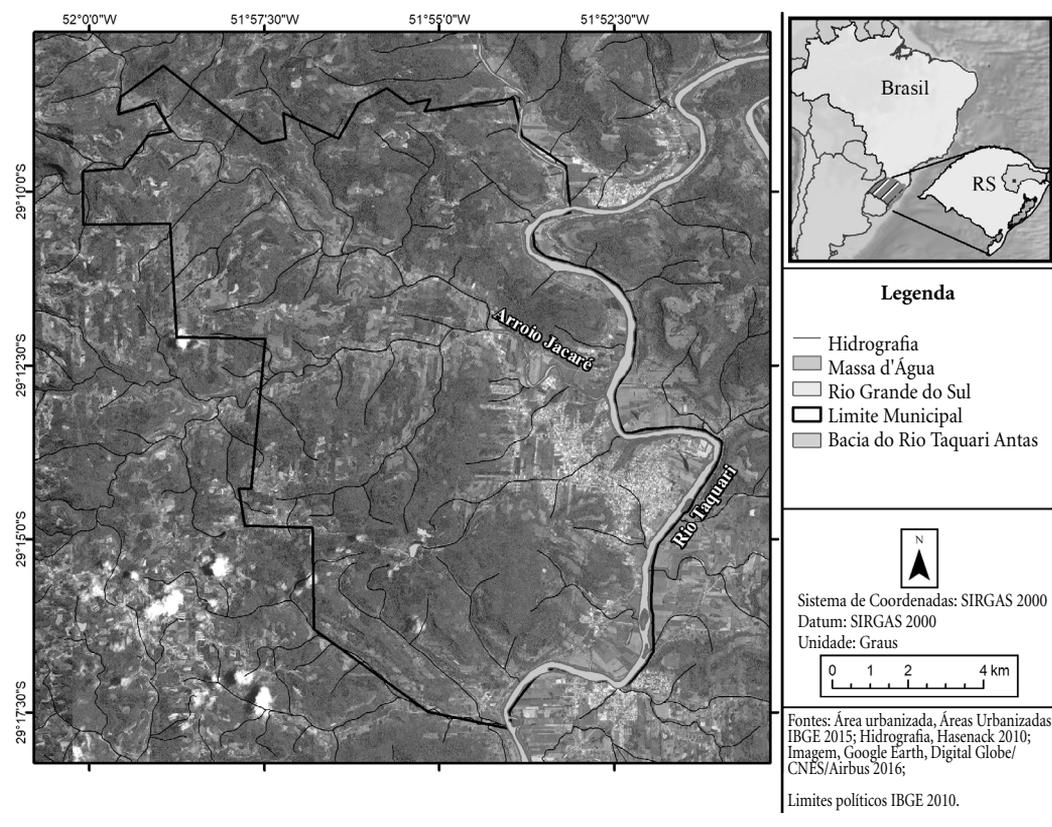


Figura 1. Localização do município de Encantado, RS.

são: Vila Amazonas, Vila Moca, Barra do Jacaré e Navegantes¹².

Segundo Kurek¹³ foram registradas 66 inundações em um período de 72 anos (1941-2012) em Encantado. O nível de referência (NR) adotado como parâmetro de inundação para o rio Taquari é de 27,77 m. A partir de 38 m, as águas extravasam a calha do rio e causam inundações na área urbana do município.

Para cumprir o objetivo proposto, foi estruturado um banco de dados com: (a) registro de inundações, cedido pela Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), utilizado para identificar a altura máxima da inundação e as datas de ocorrência destes eventos; (b) casos de Hepatite A adquiridos a partir do banco de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, SINAN (2016); (c) base municipal do IBGE; e (d) mapa de áreas suscetíveis a inundações e enxurradas na bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas¹⁴.

Em relação ao conjunto de métodos e procedimentos, o estudo foi dividido em quatro etapas: a) geração de uma base de notificações de

casos de Hepatite A no município de Encantado, no período de 2012-2014; b) geração de uma base de ocorrências de inundações no município de Encantado, no período de 2007-2015; c) construção de um mapa de intensidade pontual de incidência de casos de Hepatite A no município; e d) análise da dinâmica espaço-temporal dos casos notificados com a incidência de inundações no município.

A primeira etapa compreendeu a espacialização dos casos confirmados de Hepatite A. Foi realizada a geocodificação dos casos, a partir das coordenadas geradas com a base de endereços disponíveis no banco de dados do SINAN, por meio da função *GEOCODE*. Essa função permite pesquisar um conjunto de endereços de uma só vez em um servidor de endereços. Foi utilizado o servidor do *Google Maps*, a partir de uma tabela no formato .csv que contenha informações como país, estado, município e logradouro.

Todos os endereços foram convertidos em pontos a partir das coordenadas oriundas da pesquisa. Nenhuma informação sobre endereço

foi divulgada. Os casos utilizados não continham nome ou demais informações sobre o paciente, somente a confirmação do caso. A base original continha um total de 368 casos confirmados de Hepatite A, mas foram geocodificados apenas 60,05% (221 casos) desses casos. Os demais casos, não possuíam informações suficientes em seu cadastro para a realização do processo.

As imagens orbitais de alta resolução espacial, obtidas com o *Google Earth Pro*, foram georreferenciadas e registradas no ArcGis. Após, a base de áreas urbanizadas do IBGE, foi sobreposta à imagem de alta resolução georreferenciada, recebendo alguns ajustes vetoriais baseados na melhor definição de estruturas urbanas, possível de identificar através da interpretação visual da imagem.

Com as bases ajustadas, foi sobreposta a base de áreas suscetíveis a inundações, que resultou no mapa da área urbana inundável. O mapa de áreas suscetíveis foi obtido do trabalho de Oliveira¹⁴, considerando uma análise detalhada de cotogramas e hidrogramas em todas as séries históricas dos postos fluviométricos da bacia, para determinar o aumento do nível dos rios em relação a diferentes tempos de retorno (TR). O TR escolhido foi o de 5 anos, que caracteriza satisfatoriamente as áreas atingidas mais frequentemente pelas águas do rio Taquari.

Na última etapa, foi executado o estimador *Kernel* dos pontos de ocorrência de casos de Hepatite A. A partir do *Kernel* foi elaborado o mapa de intensidade pontual de incidência de casos de Hepatite A para o ano de 2013. Foi utilizada uma função bidimensional sobre os eventos considerados, compondo uma superfície cujo valor é proporcional à intensidade de amostras por unidade de área. Esta função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse.

O *Kernel Estimator* e seus parâmetros básicos são: (i) raio de influência ($\tau \geq 0$) que define a vizinhança do ponto a ser interpolado e controla o “alisamento” da superfície gerada; (ii) função de estimação com propriedades de suavização do fenômeno¹⁵, resultando no mapa de concentração de casos.

Para o mapeamento da concentração dos casos de Hepatite A gerados a partir da geocodificação dos casos, foi utilizado o modelo padrão do software ArcGis. O cálculo do raio de influência (largura de banda) é calculado a partir do conjunto de dados de entrada (os pontos de incidência de casos), usando uma variante espacial da Regra de Polegar de Silverman que é utilizada

para *outliers* espaciais (isto é, pontos que estão distantes do resto dos pontos). O tamanho da célula de saída (*Output cell size*), foi definido em 6,92585; a partir da melhor visualização dos dados matriciais de saída para a escala de visualização adotada no mapa.

Resultados e discussão

Conforme descrito na metodologia, foi utilizada como base para delimitação do perímetro urbano do município o mapa de áreas urbanizadas do IBGE, atualizada na escala do projeto, tendo como referência as imagens de satélite do Google Earth para o ano de estudo.

O Gráfico 1 apresenta o número de casos confirmados de Hepatite A, entre os anos de 2012 e 2014. Ocorreu um total de 241 casos, com destaque para o registro de 44 deles no mês de outubro de 2013.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição temporal dos registros de inundações, entre julho de 2007 e outubro de 2015 no município de Encantado.

O número em destaque representa o aumento anômalo de casos, que chega a ser de quase 300% acima da média de casos registrados mensalmente no município. Destaca-se a inundação ocorrida em outubro, em torno de um mês e meio antes do aumento anômalo de casos no registro de Hepatite A.

Os registros de casos de Hepatite A entre agosto e novembro de 2013 condizem com o registro de uma inundação ocorrida no dia 25 de agosto, no município de Encantado. Essa inundação alcançou a cota máxima de 44 metros, 6 metros acima do limite natural da calha do rio Taquari¹³. Segundo Pereira e Gonçalves¹⁶, as manifestações clínicas da forma sintomática icterícia da Hepatite A aparecem de duas a sete semanas após a infecção, com média de 30 dias de período de incubação.

Os casos registrados em 2013, entre agosto e novembro, são os que possuem maior detalhamento em seu registro no banco de dados do SINAN. O que pode evidenciar um possível surto de hepatite A no município relacionado à inundação, e a invasão das águas na área urbana.

Conforme Kurek¹³, a análise da série histórica de inundações acoplada ao tempo de retorno, entre 1941 e 2012, permite observar que a maior parte das inundações ocorridas nos últimos 72 anos, aproximadamente 84%, apresentou tempo de retorno (TR) inferior a cinco anos. O que demonstra um aumento da ocorrência dessas

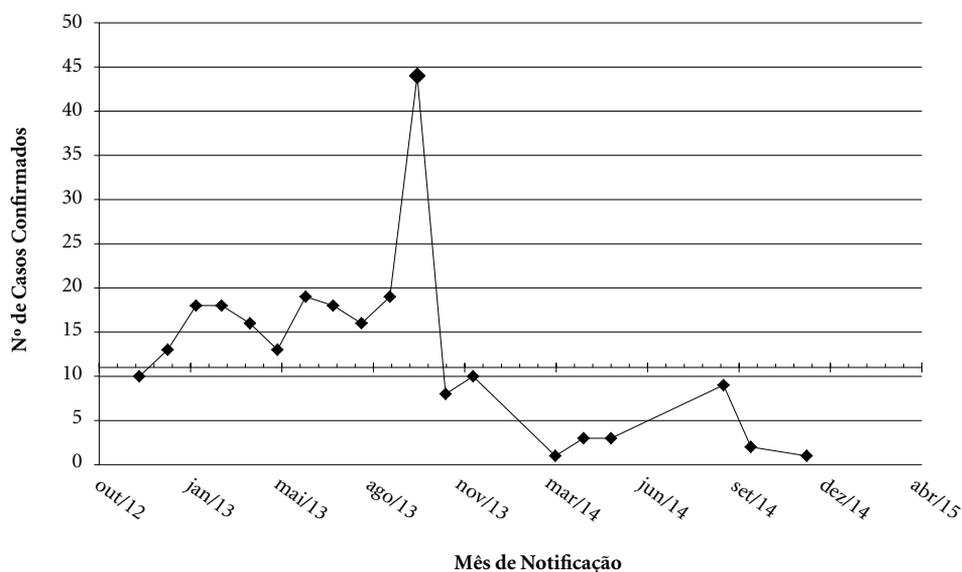


Gráfico 1. Casos confirmados de Hepatite A, dezembro de 2012 a dezembro de 2014, município de Encantado, RS.

Nota: O nível basal adotado foi de 11 casos, o que corresponde à média de casos registrados no município sem levar em consideração o surto de 44 casos.

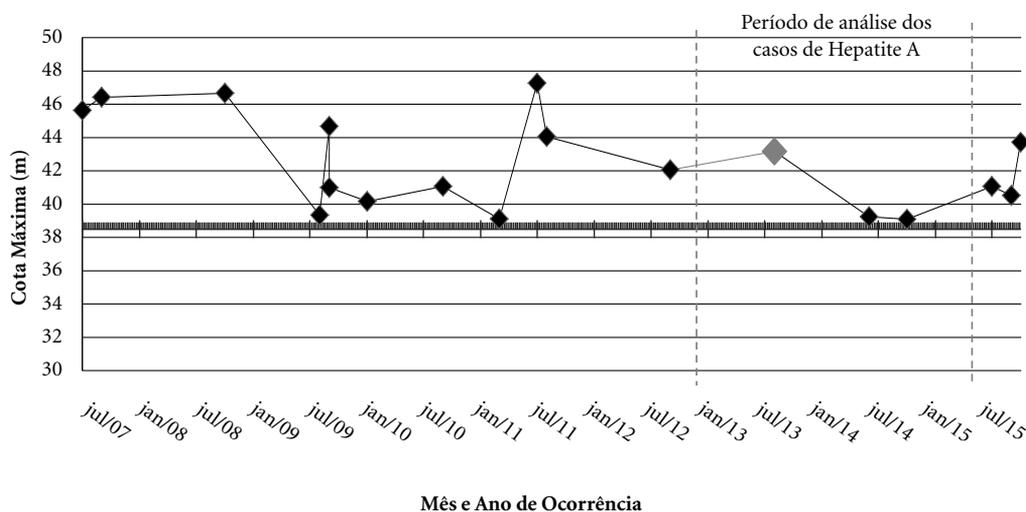


Gráfico 2. Registro de inundações, julho de 2007 a outubro de 2015, município de Encantado, RS.

Nota: O nível basal adotado é a cota de 38 m, a partir do qual as águas extravasam a calha do rio.

inundações nos últimos 30 anos. Isso permite considerar que as infraestruturas urbanas dentro da área suscetível a inundações e abaixo de 45 m, são diretamente expostas ao contágio e até surtos de Hepatite A em períodos inferiores a 5 anos, decorrente do ciclo de eventos de inundações que atingem o município.

Foram elaborados dois mapas, um contendo a área inundável do município dentro do perímetro delimitado como urbano (Figura 2), e outro com o resultado da função *Kernel* (Figura 3), realizados com os dados de Hepatite A geocodificados. A área inundável delimitada na Figura 2 foi obtida considerando uma TR de 5 anos, ou seja, identificando todos os locais que, em média, a cada 5 anos, são atingidos pelas águas do rio Taquari, que margeia o município de Encantado -RS.

O mapa de *Kernel* de casos confirmados de Hepatite A de Encantado mostra que, principalmente na área urbana, são registrados a maioria dos casos (Figura 3).

No período entre agosto e novembro de 2013 os casos estão dentro ou próximos da área suscetível a inundações, evidenciando uma relação com o surto. Destaca-se, que apesar da área noroeste da zona urbana possuir menor densidade demográfica que a área central, ela abrange a maior parte dos casos ocorridos em 2013 no período de inundações. O que pode estar associado às drenagens afluentes ao rio Taquari, como o arroio Jacaré, que em período de inundações, são represadas pelo rio Taquari-Antas, inundando grande parte da área.

É difícil estabelecer os locais de contágio da doença, já que o paciente pode ter contraído a doença fora de sua residência. No entanto, a data dos primeiros sintomas, pode-se atribuir a relação do alto número de casos à ocorrência de inundações na área urbana.

A transmissão de doenças de veiculação hídrica é, em alguns casos, relacionada a questões sanitárias e de tratamento dos recursos hídricos, e a ocorrência de eventos extremos como, por

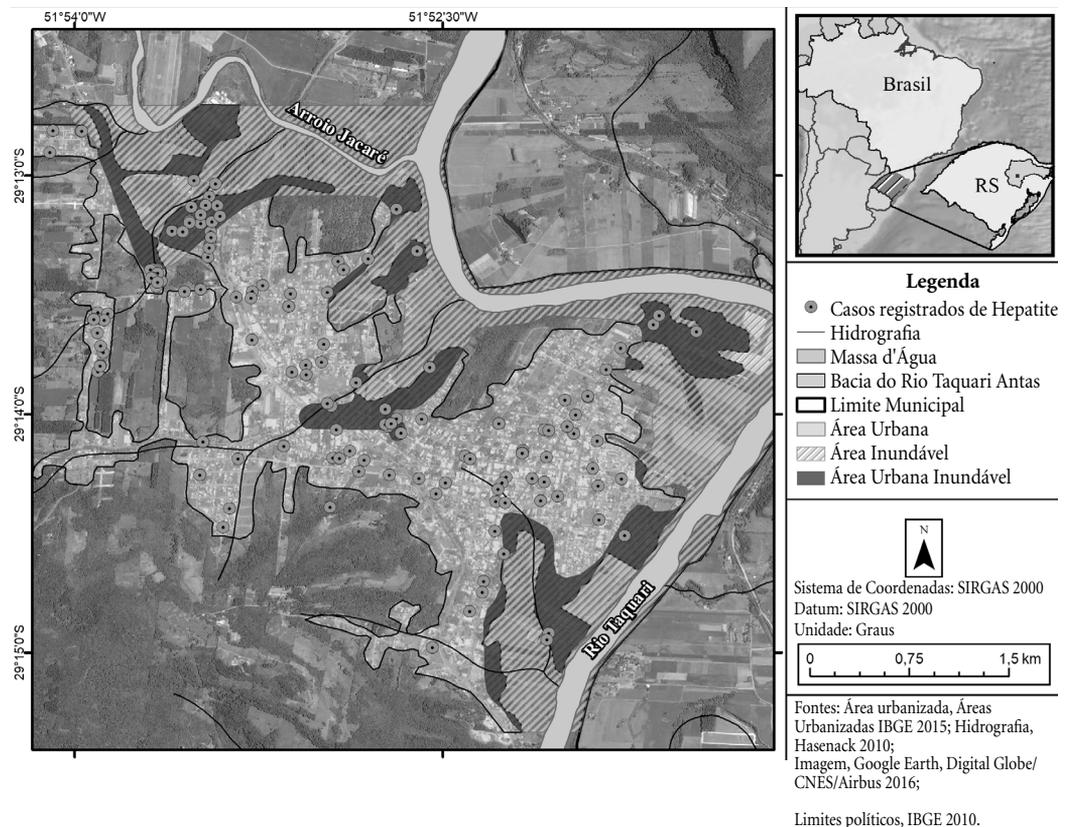


Figura 2. Área urbana inundável, município de Encantado, RS.

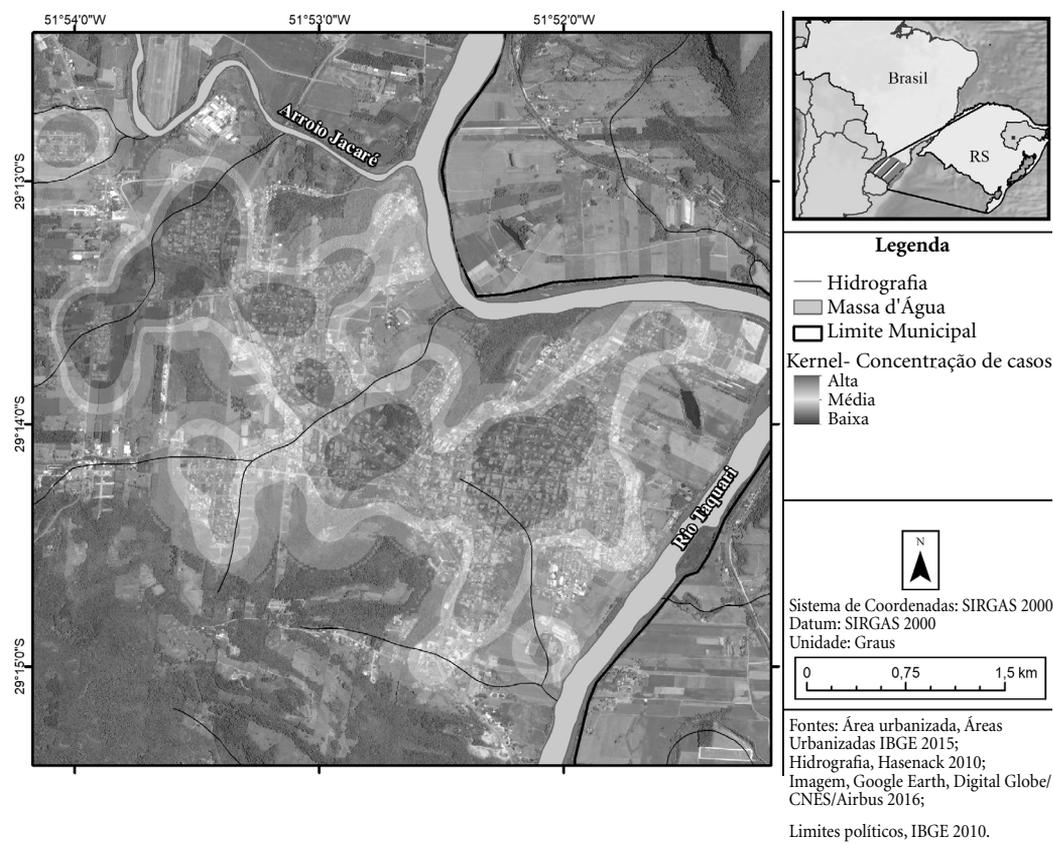


Figura 3. Concentração Kernel dos casos de Hepatite A, entre agosto e novembro de 2013, município de Encantado, RS.

exemplo, enxurradas e inundações. Em alguns casos esses dois fatores atuam em conjunto, aumentando os danos causados a população em situação vulnerável. Nesses casos, se estabelece um ambiente propício à manifestação de determinadas doenças que possuem relação direta com o meio aquoso, necessário para sua proliferação, ou de forma indireta, onde a água atua apenas como um agente catalizador do processo de contágio.

De acordo com Santos et al.⁸, ao monitorar as áreas de risco hidrológico, a partir do conhecimento em relação à presença da ameaça e da vulnerabilidade de Leptospirose, é possível acompanhar e reconhecer áreas em risco de ocorrência de surtos da doença após eventos hidrológicos severos. A antecedência na previsão pode contribuir com as ações de saúde, e mitigar os impactos desses eventos sobre a população suscetível. A aplicação dessa metodologia para a Hepatite A,

pode contribuir para a delimitação de zonas com maior potencial de contágio e que necessitam de maior amparo pelos órgãos e funcionários da saúde.

A análise dos resultados mostra que parte da área urbana de Encantado é suscetível a ocorrência de inundações. Surtos de casos de Hepatite A podem ocorrer em casos de intensificação desses eventos. A Hepatite A é uma doença que envolve questões sanitárias e de organização no meio urbano, sendo uma doença do tipo evitável, mas que possui um número alto de casos considerando a série histórica do município.

No município de Encantado, a Hepatite A é uma doença de caráter urbano. Todos os casos analisados estão localizados na área urbana suscetível a inundações. A análise de áreas suscetíveis às inundações pode contribuir para o entendimento da dinâmica espaço-temporal de ocorrência das mais diversas doenças além da Hepatite A.

Colaboradores

PO Silveira é bolsista do projeto e foi responsável pela execução de todas as atividades de relacionadas ao geoprocessamento, desde a obtenção das bases de dados até a elaboração dos mapas finais, da discussão metodológica e da redação final do texto. Prof. LA Guasselli é coordenador do projeto “Relação espaço-temporal entre áreas de inunda-

ções e doenças de veiculação hídrica - RS”, cadastrado na UFRGS, e foi responsável pela elaboração do referencial teórico metodológico, da discussão metodológica e da redação final do texto. Prof. GG Oliveira foi responsável pela elaboração das bases digitais sobre áreas suscetíveis a inundações e revisão final do texto. VF Nascimento é bolsista de pós-doutorado no projeto, e foi responsável pela discussão metodológica e redação do texto.

Referências

1. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (CEPED). *Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Brasil*. Florianópolis: CEPED UFSC; 2012.
2. Saito SM, Sausen TM, Lacruz MSP, Madruga R, Lima Junior ER. Avaliação dos desastres naturais ocorridos no Rio Grande do Sul em 2008. *XV Simpósio Bras Sensoriamento Remoto* 2008; 29(3):413-427.
3. Wollmann CA. Enchentes no Rio Grande do Sul do século XXI. *Mercator* 2014; 13(1):79-91.
4. Tucci CEM, Bertoni JC. Inundações urbanas na América do Sul. *Assoc Bras Recur Hídricos* 2003; 150.
5. Eckhardt R. *Geração de modelo cartográfico aplicado ao mapeamento das áreas sujeitas às inundações na cidade de Lajeado/RS* [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2008.
6. Guasselli LA, Oliveira GG, Quevedo RP, Brubacher JP. Modelagem hidrológica e espacialização de áreas suscetíveis às inundações no município de igreja, RS. *Geo UERJ* 2016; 28:353-380.
7. Barcellos C, Lammerhirt CB, Almeida MAB, Santos E. Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. *Cad Saude Publica* 2003; 19(5):1283-1292.
8. Santos LBL, Assis MCA, Silva AEP, Angelis CF. *Sobre risco, ameaça e vulnerabilidade à Leptospirose em situações pós-alagamentos, inundações e enxurradas: reconstruindo o episódio do Vale do Itajaí (2008-2009)*. In: Congresso Brasileiro sobre Desastres Naturais, Rio Claro-SP; 14-17 maio 2012.
9. Guimarães RM, Cruz OG, Parreira VG, Mazoto ML, Vieira JD, Asmus CIRF. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. *Cien Saude Colet* 2014; 19(9):3683-3692.
10. Morais KS, Barbosa APC, Fonseca RA, Freitas AG, Dalla Benetta AC, Aguiar DB. Hepatite e sua relação com a água de consumo humano. *Fameco* 2014; 84.
11. Carvalho MS, Câmara G. Análise Espacial de Eventos. In: *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília: EMBRAPA; 2004. p. 5.
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo demográfico 2010 - Agregado de setores censitários* [Internet]. 2010 [acessado 2018 Oct 29]. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/
13. Kurek RKM. *Avaliação do Tempo de Retorno das Níveis das Inundações no Vale do Taquari/RS* [monografia]. Lajeado: UNIVATES; 2012.
14. Oliveira GG. Interpretação e mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas, com suporte de técnicas de geoprocessamento e utilização de dados orbitais e cartográficos. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* 2015; 17:6467-6474.
15. Câmara G, Monteiro AVM, Druck S, Carvalho MS. Análise Espacial e Geoprocessamento Aplicado a Saúde. In: Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AVM, organizadores. *Análise Espacial de Dados Geográficos*. Brasília: EMBRAPA; 1996.
16. Pereira FEL, Gonçalves CS. Hepatite A. *Rev Soc Bras Med Trop* 2003; 36(3):387-400.

Artigo apresentado em 30/05/2018

Aprovado em 27/04/2019

Versão final apresentada em 29/04/2019

Editores chefes: Romeu Gomes, Antônio Augusto Moura da Silva