

Análise da distribuição espacial das ocorrências de casos de dengue no município de Lorena (SP) com suporte de ferramentas de geoprocessamento

Analysis of the spatial distribution of the occurrences of dengue cases in Lorena (SP) with geoprocessing tools support

Análisis de la distribución espacial de las ocurrencias de casos de dengue en la ciudad de Lorena (SP) con el apoyo de herramientas de geoprocésamiento



Lucas Faria Américo de Oliveira

Universidade de São Paulo - Lorena - São Paulo - Brasil

lucas_faoli@usp.br



Danúbia Caporusso Bargas

Universidade de São Paulo - Lorena - São Paulo - Brasil

danubiabargas@usp.br

Resumo: A dengue é uma das principais arboviroses presente em países tropicais cujas condições ambientais e variáveis socioeconômicas favorecem sua dispersão acarretando sérios problemas de saúde pública. Lorena é um dos municípios paulistas cujo número de notificações de casos da doença tem aumentado gradativamente, somando apenas nos anos de 2019 e 2021, cerca de 7.073 casos. O principal objetivo deste trabalho foi realizar uma análise espacial da distribuição dos casos confirmados de dengue entre os anos de 2011 a 2020 no município por meio de técnicas de geoprocessamento. Para

tanto, foram utilizados dados do SINAN (Sistema de Agravos e Notificações) e gerados os mapas de concentração de casos a partir da aplicação do estimador de densidade de Kernel. Os resultados indicam que a distribuição da dengue no município de Lorena não ocorreu de maneira uniforme sendo os bairros de maior concentração de casos: Cidade Industrial (2013, 2019 e 2020); Cabelinha (2013, 2016 e 2017); e Vila Hepacaré (2012, 2013 e 2020). Os resultados obtidos poderão servir de subsídio para o poder público na formulação de políticas públicas e na tomada de decisão relacionadas a vigilância epidemiológica e entomológica do município.

Palavras-chave: Dengue. Kernel. Epidemiologia.

Abstract: Dengue is one of the main arboviroses present in tropical countries, whose environmental conditions and socioeconomic variables favor its dispersion leading to a serious public health problem. Lorena is one of the state of São Paulo municipalities whose number of notifications of cases of the disease has increased gradually, adding only in the years 2019 and 2021, about 7073 cases. The main goal of this work was to perform a spatial analysis of the distribution of confirmed dengue cases between the years 2011 to 2020 in the municipality by means of geoprocessing techniques. For this purpose, Information about dengue cases was obtained from SINAN (Severe Diseases and Notifications System) and maps was generated are result of the Kernel density estimator application. The results showed that the distribution of dengue in Lorena did not occur uniformly where the neighborhoods with the highest concentration of cases of the disease identified by Kernel estimator were: Cidade Industrial (2013, 2019 and 2020); Cabelinha (2013, 2016 and 2017); Vila Hepacaré (2012, 2013 and 2020). The results obtained can serve as a subsidy to the public authorities in the formulation of public policies and decision making related to the epidemiological and entomological surveillance of the municipality.

Keywords: Dengue. Kernel. Epidemiology.

Resumen: El dengue es una de las principales arbovirosis presente en países tropicales cuyas condiciones ambientales y variables socioeconómicas favorecen su dispersión acarreado serios problemas de salud pública. Lorena es uno de los municipios paulistas en el cual el número de notificaciones de casos de la enfermedad ha aumentado gradualmente, sumando solamente los años 2019 y 2021, fueron cerca de 7.073 casos. El principal objetivo de este trabajo fue realizar un análisis espacial en el municipio sobre la distribución de los casos confirmados del

del dengue entre los años de 2011 a 2020, por medio de las técnicas del geoprocusamiento. Por lo tanto, en este trabajo fueron utilizados datos del SINAN (Sistema de Información de Agravamientos de Notificación) para producir los mapas de concentración de casos con base en la aplicación del estimador de densidad de Kernel. Los resultados indican que la distribución del virus del dengue no ocurrieron de manera uniforme en el municipio de Lorena, siendo así los barrios con mayor concentración de casos son: Cidade Industrial (2013, 2019 y 2020); Cabelinha (2013, 2016 y 2017); y Vila Hepacaré (2012, 2013 y 2020). Los resultados obtenidos podrán servir como base de datos para el poder público en el proceso de formulación de políticas públicas y en la tomada de decisiones relacionadas con la vigilancia epidemiológica entomológica del municipio.

Palabras clave: Dengue. Kernel. Epidemiología.

Introdução

A dengue se caracteriza por uma doença viral transmitida pela fêmea do mosquito hematófago da espécie *Aedes aegypti*, e em menores proporções, pelo *Aedes Albopictus*, que também são vetores de outras doenças como a febre amarela, o Zika vírus e a Chikungunya (WHO, 2020). A dengue é uma das arboviroses que mais ocasiona problemas de saúde pública no mundo. Estima-se que 3 bilhões de pessoas estejam susceptíveis à doença e que, anualmente, ocorram aproximadamente 390 milhões de infecções e 20 mil óbitos (BRASIL, 2019).

No Brasil, a primeira constatação clinicamente documentada sobre a epidemia de dengue ocorreu em 1982 no município de Boa Vista em Roraima, na região norte do país. Já na primeira década do século XXI (2000 - 2009), segundo o levantamento de dados realizado pela Secretaria de Vigilância em Saúde (Brasil, 2010), foram notificados cerca de 4 milhões de casos de dengue no Brasil. Entre o período de 2003 a 2019, foram registrados mais de 11 milhões de casos prováveis no Brasil conforme boletim epidemiológico de 2019 emitido pelo Ministério da Saúde. Durante esse período, destacam-se os anos epidêmicos de 2010, 2013, 2015 e 2016, cujas maiores incidências foram concentradas nas regiões Sudeste e Centro Oeste.

Ademais, atualmente são notificados periodicamente casos de dengue em grande parte do país, com maiores e menores frequências de ocorrência variando por região. Segundo o 48º boletim emitido pela Secretaria de Vigilância em Saúde de janeiro a dezembro de 2020, o Brasil já havia registrado 971 mil casos prováveis de dengue em todo o país, dos quais cerca de 21% (208 mil casos) são provenientes do estado de São Paulo (BRASIL, 2020).

As epidemias de dengue em países tropicais e subtropicais associam-se não apenas a determinantes ambientais, mas a um conjunto de fatores relacionados à infraestrutura do espaço urbano que decorrem do aumento populacional e da urbanização desordenada, além da falta ou ausência de campanhas de saúde pública frente ao problema (MENDONÇA; SOUZA; DUTRA, 2009). De acordo com Mendonça, Souza e Dutra(2009), os aspectos socioeconômicos estão associados à propagação dos vetores de arboviroses, enquanto os fatores climáticos e as mudanças nos ecossistemas e paisagens afetam diretamente a dinâmica de dispersão dessas doenças.

Estudos indicam que o clima tropical, caracterizado por altos índices pluviométricos, altas temperaturas e umidade relativa do ar no Brasil influencia diretamente no ciclo de vida dos mosquitos e conseqüentemente na transmissão da doença (KAJIYA, 2015; BESSA JUNIOR et al., 2013; MENDONÇA et al., 2009; DA SILVA et al., 2009; MENDES e SANTOS, 2020; HORTA, 2013). Considerando essas variáveis e a necessidade de seu estudo de forma integrada, a compreensão e entendimento dos padrões de distribuição de doenças como a dengue têm se tornado cada vez mais abordadas sobre o prisma da análise espacial; pois, além de permitir a observação das áreas de maior risco epidemiológico e associá-los aos fatores sociodemográficos, permite que, a partir de políticas públicas, sejam conduzidos planos de vigilância epidemiológica e ambiental sobre a área de estudo (SKALINSKI, 2018).

Diversas pesquisas que envolvem técnicas de geoprocessamento e análise espacial para compreensão da espacialização da ocorrência dos casos de dengue têm sido desenvolvidas considerando diferentes escalas de análise, como pode ser observado nos estudos de Andrade et al. (2017), Araújo et al. (2008), Barbosa et al. (2017), Barcellos et al. (2005), Bessa Junior (2013), Almeida e Silva. (2018), Flauzino et al. (2009), Horta (2013), Kajiya (2015), Mendes e Santos (2020) e Da Silva e Albuquerque (2019).

O município alvo deste estudo tem apresentado crescimento nas notificações de casos de dengue entre os anos de 2019 e 2020, somando mais de 7 mil casos em apenas 2 anos. Assim, o principal objetivo deste trabalho consistiu em realizar uma análise do padrão de distribuição dos casos confirmados de dengue entre os anos 2010 e 2020, bem como sua relação com os fatores abióticos de temperatura e precipitação característicos do município de Lorena, a partir da utilização de técnicas de geoprocessamento.

Procedimentos Metodológicos

A fim de reunir, organizar e compor a base de dados geoespaciais necessária para este trabalho, foram consultadas plataformas tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Todo o material cartográfico apresentado neste trabalho foi tratado e

compatibilizado para uso no software de geoprocessamento *ArcGIS 10.7.1*. Os mapas foram compostos pela malha digital proveniente do IBGE, em escala 1:250.000, somado a uma imagem do município de Lorena obtida através do satélite CBERS 4a de propriedade do INPE. Todos os arquivos vetoriais e matriciais foram reprojeto para o Sistema de Coordenadas Planas UTM zona 23S, utilizando o referencial geodésico SIRGAS 2000.

Utilizou-se para a síntese dos mapas temáticos a metodologia denominada Densidade de Kernel que realiza uma contagem de todos os eventos dentro da região de estudo e os ajusta a uma função bidimensional, e que por fim compõe uma superfície proporcional ao valor das intensidades das amostras por unidade de área (CARVALHO e CÂMARA, 2004). Este método auxilia na análise geográfica uma vez que permite visualizar o comportamento dos padrões dos dados de acordo com a organização dos dados em diferentes classes. Por meio de técnicas de interpolação, o estimador produz uma superfície de densidade de pontos, que por sua vez não modifica as características nem a variabilidade do conjunto de dados (BARBOSA, 2014). O cálculo matemático da densidade de Kernel pode ser escrito pela seguinte expressão (BARBOSA, 2014):

$$f_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

(Equação 1)

Onde:

- n representa o tamanho da amostra (casos da doença);
- k representa a função escolhida para a interpolação;
- h é o raio de abrangência;

Buscando compreender a relação entre incidência de casos de dengue e os fatores abióticos como temperatura e precipitação, optou-se pela utilização do Coeficiente de Correlação de Pearson, este que permite realizar uma correlação linear entre duas variáveis quantitativas, que pode assumir valores de -1 a 1. Uma correlação próxima de 1 indica uma correlação forte, enquanto

que quanto mais próximo de 0 existe menor associação entre as variáveis. Os sinais positivo e negativo indicam a direção da correlação, que podem ser crescentes ou decrescentes, enquanto os valores representam a magnitude dessa associação (PARANHOS, 2014).

O coeficiente de correlação de Pearson é definido como:

$$r = \frac{\Sigma(x - \underline{x})(y - \underline{y})}{\sqrt{\Sigma(x - \underline{x})^2 \Sigma(y - \underline{y})^2}}$$

(Equação 2)

- r é o coeficiente de correlação de Pearson;
- x representa a variável independente;
- y representa a variável dependente.

Os dados de precipitação e temperatura foram coletados a partir da plataforma do INMET para representação visual da Figura 2. Ressalta-se que, devido à ausência de estações pluviométricas no município alvo, optou-se por extrair as séries históricas de janeiro de 2011 a dezembro de 2020 (10 anos) das duas estações pluviométricas mais próximas ao município: a estação automática A-278 referente ao município de Taubaté e a estação convencional 83738 referente ao município de Resende. Assim, foi possível estimar os valores das variáveis abióticas para o município de Lorena através da interpolação linear das séries históricas dos pluviômetros supracitados.

Por fim, para o levantamento das notificações de casos de dengue no município foi necessária uma abordagem formal juntamente à Secretaria Municipal de Saúde de Lorena (SMSL). Mediante aceite e aprovação de ofício, a SMSL encaminhou os dados tabulados contendo as ocorrências da doença durante os anos de 2012 à 2014 e de 2016 à 2020 seguidos de seus respectivos logradouros, dados estes provenientes da consulta no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Ressalta-se que o ano de 2015 não pode ser contemplado nesta pesquisa devido à ausência de dados no sistema SINAN, conforme sinalizado pela SMLS. Entretanto, apesar da posse dos dados de cada caso confirmado da doença, foi também necessário converter os

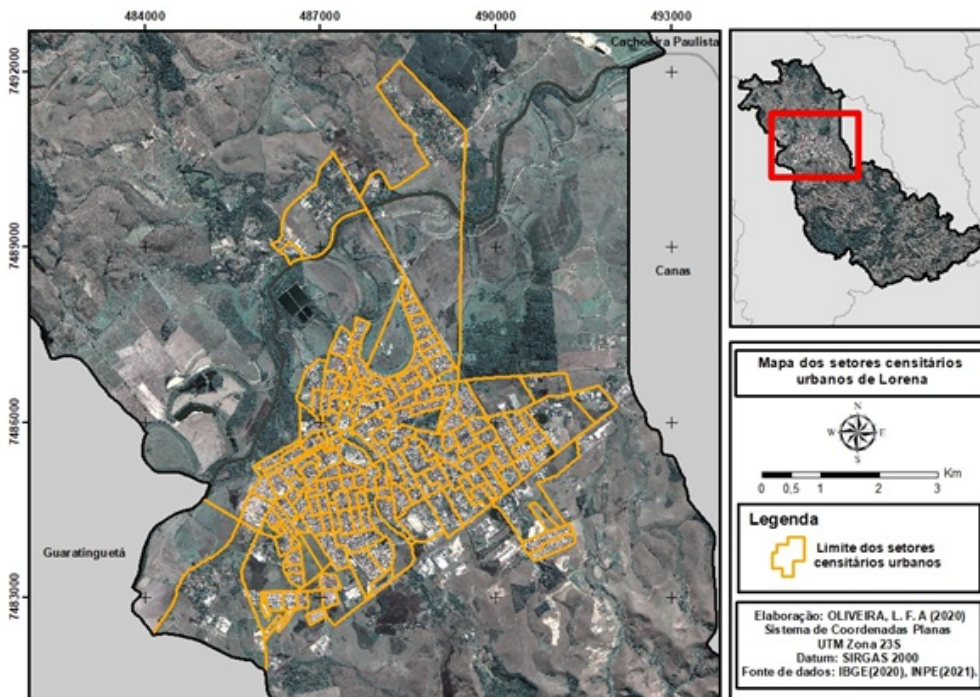
logradouros em coordenadas geográficas como latitude e longitude por meio da Geocodificação.

Dentre as metodologias de geocodificação, a forma escolhida e aplicada neste estudo utiliza a base de dados do Google Maps de forma gratuita, sendo necessário a aplicação de um código chave denominado API *Geocoding* que permite a obtenção das coordenadas geográficas do endereço informado através de rotinas de programação. A aquisição desta chave somente é realizada a partir de um cadastro gratuito na plataforma do Google Cloud, que limita a quantidade de requisições no sistema (GOOGLE MAPS PLATFORM, 2021). Entende-se como requisição uma solicitação à API para a obtenção das coordenadas geográficas.

Resultados e Discussões

O município de Lorena localiza-se na porção leste do Estado de São Paulo e ocupa uma área de aproximadamente 414,160 km². Para organização do censo demográfico de 2022 o IBGE divide o município em 180 setores urbanos (Figura 1).

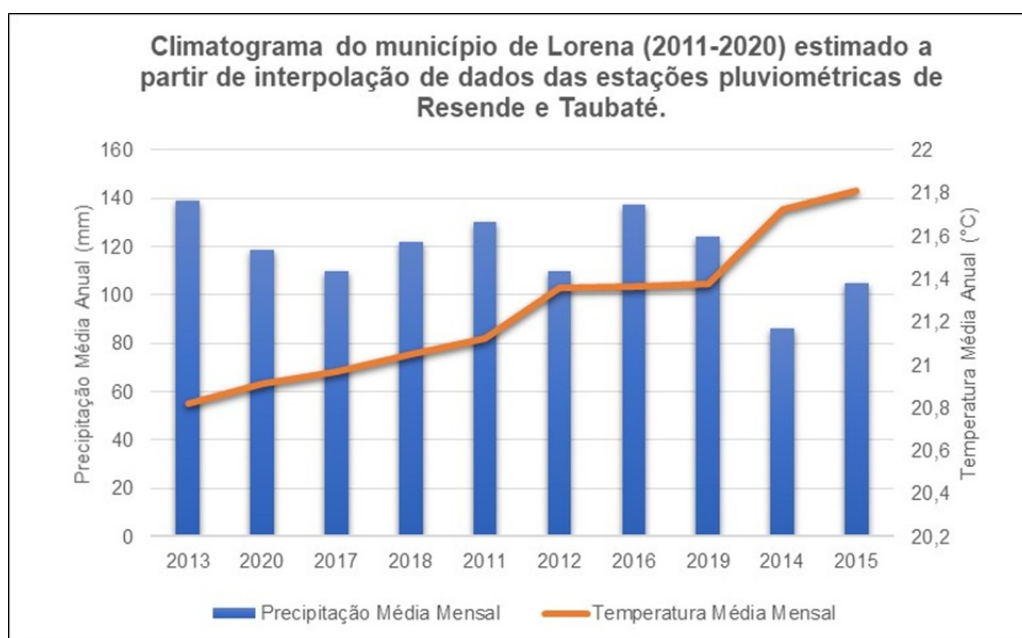
Figura 1– Setores censitários urbanos do município de Lorena.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tratando-se dos aspectos climatológicos relevantes para a análise da dispersão da doença no município de Lorena, a Figura 2 contempla os dados disponibilizados pelo INMET, em termos de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C).

Figura 2 - Tratando-se dos aspectos climatológicos relevantes para a análise da dispersão da doença no município de Lorena, a Figura 2 contempla os dados disponibilizados pelo INMET, em termos de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura (°C).



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, INMET (2011 - 2020). Elaborado pelo autor.

Destaque para as maiores máximas anuais encontradas nos anos de 2011, 2013 e 2016, atingindo 130,3 mm, 137,4 mm e 139,2 mm respectivamente. Em contrapartida, as maiores temperaturas médias registradas foram de 21,3°C, 21,7°C e 21,8°C para os anos de 2019, 2014 e 2015 respectivamente. Apesar da amplitude térmica média anual ser significativa (2°C), as maiores e menores temperaturas não se correlacionaram com os maiores e menores índices pluviométricos registrados para o município; ou seja, em geral os anos mais quentes foram também os menos chuvosos.

Quanto à distribuição espacial dos casos de dengue no município, deve-se mencionar que, apesar da utilização da geocodificação para obtenção das coordenadas geográficas dos logradouros, muitos deles apresentavam erros ou inconsistências na grafia, além de abreviações e carência de dados, sendo necessário um ajuste manual através dos websites do Google Maps e site dos Correios para que houvesse compatibilidade entre as bases de dados. Endereços residenciais que não apresentavam número foram descartados da análise uma vez que não refletem na geolocalização (latitude e longitude) precisa do domicílio. A partir da Tabela 1 é possível verificar as porcentagens de casos registrados de dengue por ano que foram especializadas neste trabalho:

Tabela 1 – Porcentagem de casos de dengue para espacialização, após o processo de geocodificação, entre 2012 a 2020.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018*	2019	2020	TOTAL
Nº DE CASOS REGISTRADOS DE DENGUE	186	480	275	-	668	166	90	1.237	5.836	8.938
Nº DE CASOS CONFIRMADOS DE DENGUE	45	176	59	-	77	13	-	489	4.961	5.820
Nº DE CASOS CONFIRMADOS ESPACIALIZADOS	35	169	55	-	72	11	-	429	3422	4193
% DO Nº DE CASOS CONFIRMADOS ESPACIALIZADOS	77%	96%	93%	-	93%	84%	-	87%	69%	72%
Nº DE CASOS CONFIRMADOS NÃO ESPACIALIZADOS	10	7	4	-	5	2	-	60	1539	1623
% DO Nº DE CASOS CONFIRMADOS NÃO ESPACIALIZADOS	23%	4%	7%	-	7%	16%	-	13%	31%	28%

Fonte: SMSL. Elaborado pelo autor. *Dados referentes ao ano de 2018 não foram conclusivos quanto à confirmação dos casos de dengue.

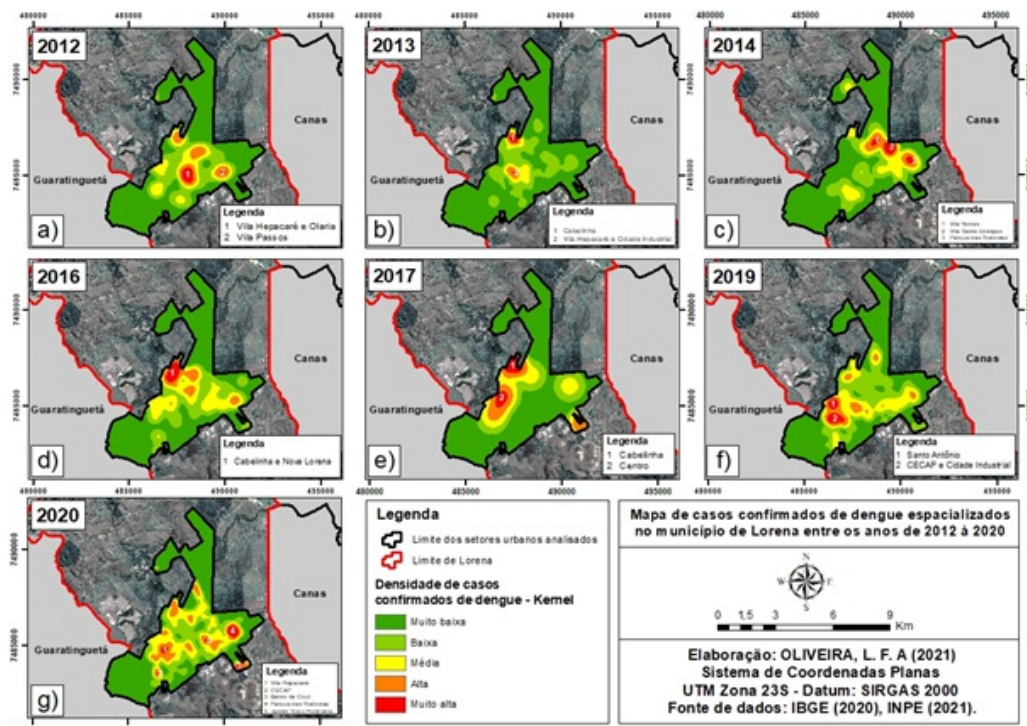
Após a compatibilização dos logradouros pelo emprego da geocodificação as coordenadas geográficas puderam ser adicionadas à malha de dados permitindo assim a elaboração dos primeiros mapas temáticos de distribuição dos casos confirmados de dengue a partir da aplicação do interpolador de Kernel. Vale

ressaltar que, conforme a Tabela 1, o número de casos confirmados de dengue no ano de 2018 foram inconclusivos, ou seja, apesar dos casos serem notificados pelas unidades de saúde do município, os mesmos não foram analisados e confirmados pela SMSL e, portanto, não foram considerados para análise.

Na Figura 3 é apresentada uma galeria de mapas que retratam a superfície de tendências do número de casos confirmados em Lorena entre os anos de 2012 a 2020. Em análise à Figura 3 a), nota-se que o maior número de casos se concentra nos bairros da Vila Hepacaré, Olária e Vila Passos representadas pelo maiores hotspots, totalizando 12 casos (cerca de 35% dos casos confirmados no ano de 2012). O segundo foco de maior densidade contempla os bairros de Nova Lorena e Vila Geny, somando 7 casos, estes que representam 20% dos casos.

Situação diferente pode ser notada no ano de 2013 (Figura 3 b), onde o maior número de casos confirmados de dengue em Lorena está concentrado na porção norte do município, entre os bairros da Cabelinha e Nova Lorena (42 casos) e na região central de Lorena, representada pelos bairros da Vila Hepacaré e Cidade Industrial (45 casos). Nota-se que entre os anos de 2012 à 2013, houve um salto expressivo no número de casos confirmados de dengue da ordem de 480%. Somente os 4 bairros anteriormente citados são responsáveis por aproximadamente 50% dos casos confirmados de dengue no ano de 2013.

Figura 3 – Mapa de casos confirmados de dengue no município de Lorena (2012-2020).



Fonte: SMSL. Elaborado pelo autor.

Em análise à Figura 3 c), referente à espacialização de casos confirmados de dengue no ano de 2014, pode-se observar uma concentração acentuada na porção leste do município de Lorena. Dos 55 casos confirmados de dengue neste ano, 53% dos casos se concentram nos bairros de Vila Nunes (9 casos), Parque das Rodovias (9 casos) e Vila Santa Edwiges (11 casos), confirmando assim os resultados da falta de padrão espacial de ocorrências de casos confirmados em cada ano no município.

Já para o ano de 2016 (Figura 3 d)) observa-se uma concentração nos bairros do Centro (12 casos), Cabelinha (7 casos) e Vila Nunes (7 casos), que se localizam na porção norte do município. Estes bairros, conferidos pelos *hotspot* de maior densidade, são responsáveis por cerca de 36% dos casos distribuídos pelo município, enquanto os bairros do Jardim Novo Horizonte e Vila dos Comerciantes notificaram apenas 1 caso cada durante o ano analisado.

Os *hotspots* conferidos no ano de 2017 (Figura 3 e)) estão localizados nos bairros da Cabelinha e do Centro, que somados representam 45% dos casos confirmados para o ano referido. Nota-se que, diferente de anos anteriores, para os anos de 2016 e

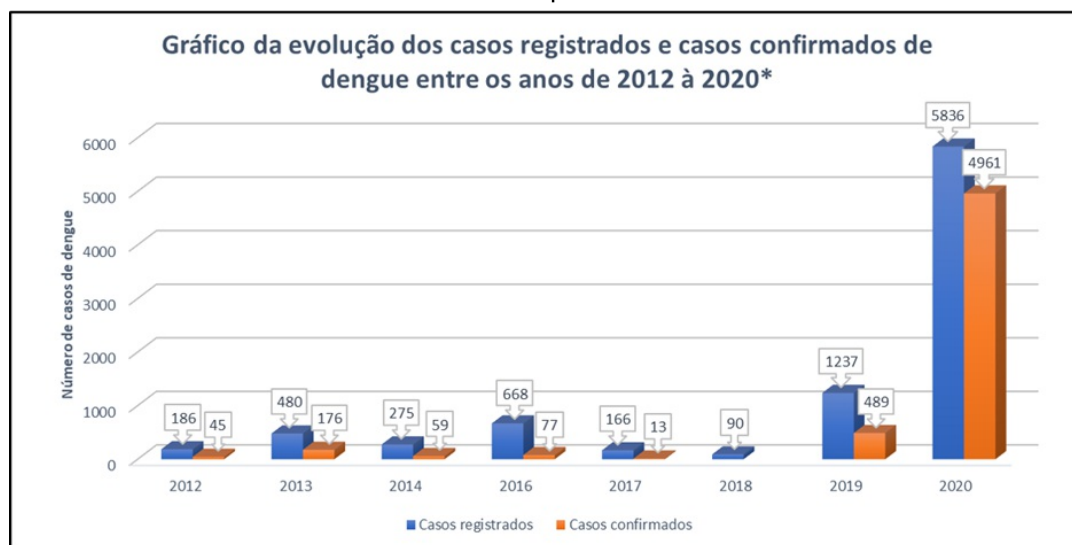
2017 os bairros com maior número de casos confirmados de dengue em Lorena se repetem, ou seja, novamente os bairros da Cabelinha (3 casos) e Centro (2 casos) representam as maiores concentrações de casos. Ressalta-se que o ano de 2017 foi o ano em que houve o menor número de casos confirmados espacializados, uma vez que das 169 notificações, apenas 13 casos foram conclusivos para dengue de acordo com os dados SMSL, e deste número, apenas 11 casos puderam ser devidamente espacializados nesta pesquisa.

Comparando o número de casos confirmados espacializados entre os anos de 2017 e 2019, o salto é ainda mais expressivo. Analisando o ano de 2019, pode-se identificar uma maior homogeneidade na distribuição espacial dos casos de dengue, uma vez que representa o segundo maior período com casos confirmados da doença no município (Figura 3 f)). Dos 429 casos espacializados, cerca de 37% estão apenas em 3 bairros: CECAP (43 casos), Cidade Industrial (49 casos) e Santo Antônio (67 casos), conforme os *hotspots* de maior densidade gerados pela estimativa de Kernel.

Por fim, a análise de 2020 conferida pela Figura 3 g) se difere dos demais anos não apenas pela quantidade de casos confirmados mapeados (3422) como também na formação de diversos pontos de concentração que se distribuem na porção central de Lorena. Visualmente observa-se 5 pequenos *hotspots*, estes representados na porção oeste pelos bairros da CECAP (197 casos), Vila Hepacaré (206 casos), Cidade Industrial (311 casos) e a leste, pelos bairros Jardim Novo Horizonte (189 casos), Bairro da Cruz (374 casos), Parque das Rodovias (421 casos). Estes 5 bairros, se somados, representam aproximadamente 50% dos casos confirmados de dengue que foram espacializados.

Adicionalmente, segundo informações da Secretaria Municipal de Saúde, Lorena havia notificado mais de 2.724 casos de dengue nos primeiros meses de 2020. No término de 2020, o município havia notificado 5.836 casos, dos quais destes, 4.961 foram casos confirmados da doença. Conforme Figura 10, os maiores índices de casos de dengue ocorreram nos anos de 2019 e 2020, para ambos os casos, tanto os registrados quanto confirmados.

Figura 10 – Gráfico de casos registrados e confirmados de dengue entre 2010 a 2020 no município de Lorena.



Fonte: *O ano de 2015 não foi contemplado devido à ausência de dados, situação semelhante aos casos confirmados de dengue para o ano de 2018.
Fonte: SMSL. Elaborado pelo autor.

Entretanto, nota-se que o número de casos confirmados de dengue em 2020 foi aproximadamente 10 vezes maior que no ano de 2019, e quando comparado aos demais anos contemplados pela pesquisa, essa diferença é ainda mais significativa. Com efeito, tal aumento expressivo no número de casos pode estar relacionado à diminuição das visitas in loco da vigilância sanitária em detrimento da pandemia de COVID-19.

Com efeito, a correlação de Pearson foi aplicada para uma tentativa de compreensão da relação entre número de casos confirmados de dengue (variável dependente, ou seja, eixo X) juntamente com as variáveis abióticas de temperatura e precipitação (variáveis independentes). Obteve-se para uma correlação de 0,05 para os casos de dengue confirmados e precipitação pluviométrica anual média, ou seja, depreende-se que não há relação entre ambas as variáveis. Já para os casos de dengue confirmados e de temperatura anual média, a correlação foi de -0,41, considerada fraca, indicando que o aumento dos casos de dengue confirmados se associa com a diminuição da temperatura no município.

Entretanto, estes valores encontrados não são suficientes para compreender a dinâmica da doença, uma vez que a

precipitação pluviométrica e temperatura influenciam diretamente na densidade dos vetores conforme verificado na literatura citada neste trabalho. Os números encontrados pela correlação de Pearson também se mostram prejudicadas, uma vez que o número de pares analisados foi inferior a 10, devido à ausência dos dados de casos de dengue confirmados de 2011, 2015 e 2018.

Conclusões

O estimador de Kernel foi de fundamental importância para este trabalho, pois possibilitou mapear, identificar e destacar as áreas de maior ocorrência da dengue no município alvo. A obtenção e compilação dos registros referentes à dengue disponibilizados pela Secretaria Municipal de Lorena, mesmo que parciais, também foram essenciais para compreensão da espacialidade da ocorrência dos casos de dengue no município e a identificação dos locais com o maior número de ocorrências da doença.

Dentre os anos contemplados pela pesquisa, 2020 foi o ano com o maior número de registros de casos de dengue em Lorena, seguido dos anos de 2019 e 2013. As maiores concentrações de casos confirmados da doença, em pelo menos 3 dos 7 anos analisados se deram nos bairros Cabelinha, Cidade Industrial e Cabelinha e Vila Hepacaré.

A utilização da correlação de Pearson para o estudo da relação entre a incidência de dengue (casos confirmados) com os fatores abióticos de precipitação pluviométrica e temperatura se mostrou adequada para análise, uma vez que os valores encontrados foram próximos de zero ou negativa. Apesar disso, esse método não se mostrou suficiente para relacionar a influência da ocorrência da precipitação pluviométrica e das diferenças de temperatura na distribuição e dispersão da doença no município de Lorena. Neste sentido, sugere-se a realização de um estudo de maior abrangência, aumentando o horizonte de análise e utilizando outras fontes de dados e análises estatísticas.

Como principais desafios ao desenvolvimento deste trabalho aponta-se a ausência dos dados dos anos de 2010, 2011 e 2015 por parte da SML, as falhas dos dados referentes ao ano de 2018 que os tornaram inconclusivos e as falhas referentes à localização dos

casos que impossibilitaram a geocodificação de 28% dos casos confirmados de dengue no município nos anos em estudo. Apesar disso, vale destacar que estes são os únicos dados oficiais disponíveis sobre casos de dengue em Lorena; o que justifica sua utilização.

Considera-se que os resultados e mapas temáticos resultantes desta pesquisa possibilitaram uma maior compreensão da dinâmica de transmissão da dengue em Lorena. Uma vez localizado os maiores focos de casos confirmados da doença e as respectivas áreas mais susceptíveis e vulneráveis à doença, é possível um direcionamento mais assertivo das políticas e ações públicas-sanitárias de combate à dengue, que poderão impactar positivamente no combate e diminuição dos casos da doença em Lorena.

Referências

ANDRADE, Fernanda Santos; MARTINS, Neide Maria Silva. O USO DO GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS DE CASOS DE DENGUE EM PATOS DE MINAS, MG. **Anais do Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica-SEPIT**, 2017.

ARAÚJO, J. R. de; FERREIRA, E. F.; ABREU, M. H. N. G. de. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização da dengue no Brasil. **Revista brasileira de epidemiologia**, v. 11, p. 696-708, 2008.

BARBOSA, Isabelle Ribeiro et al. Identificação de áreas prioritárias para a vigilância e controle de dengue e outras arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti* no município de Natal-RN: relato de experiência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, p. 629-638, 2017.

BARBOSA, Nyedja FM et al. Kernel smoothing dos dados de chuva no Nordeste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 742-747, 2014.

BARCELLOS, Christovam et al. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, p. 246-250, 2005.

BESSA JÚNIOR, Francisco Narcísio et al. Distribuição espacial da dengue no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, utilizando o Sistema de Informação Geográfica. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, p. 603-610, 2013.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. Guia de Vigilância em Saúde: volume único [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. – 3ª. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_3ed.pdf. Acesso em: 14 mar. 2021

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância em saúde no Brasil 2003|2019: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais. Boletim Epidemiológico, 2019 set [data da citação]; 50(n.esp.):1-154. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>. Acesso em: 27 fev. 2021.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Saúde Brasil 2009: uma análise da situação de saúde e da agenda nacional e internacional de prioridades em saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação de Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_brasil_2009.pdf. Acesso em: 28 de mar. 2021.

FLAUZINO, R. F.; SOUZA-SANTOS, R.; OLIVEIRA, R. M. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 25, n. 5, p. 456-461, 2009.

GOOGLE. Google Maps, 2021. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

GOOGLE. Google Maps Platform, 2021. Disponível em <<https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/overview?hl=pt-br>>. Acesso em: 14 abri. 2021.

HORTA, Marco Aurélio Pereira et al. **Condicionantes socioambientais com influência da urbanização na transmissão de dengue: impactos à saúde pública**. Tese de Doutorado. 2013.

KAJIYA, Fernando Takeo. **Dengue na região metropolitana do Vale do Paraíba e litoral norte de São Paulo: condições socioambientais e dinâmica da doença**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2015.

MENDES, Simone de Oliveira; SANTOS, Jeater Waldemar Maciel Correa. Aspectos socioambientais relacionados ao incremento dos casos de dengue em Mato Grosso, Brasil. **Terr@Plural**, v. 14, p. 1-17, 2020.

MENDONÇA, F. de A.; SOUZA, A. V.; DUTRA, D. de A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. Sociedade & natureza,

pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & natureza**, v. 21, p. 257-269, 2009.

MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira et al. Análise espacial de dados geográficos. **Brasília: Embrapa**, 2004.

PARANHOS, Ranulfo et al. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson: o retorno. **Leviathan (São Paulo)**, n. 8, p. 66-95, 2014.

SILVA, Romário Gonçalves da; ALBUQUERQUE, Emanuel Lindemberg Silva. ANÁLISE DOS FATORES DETERMINANTES NO NÚMERO DE CASOS DE DENGUE EM TERESINA, ESTADO DO PIAUÍ. **Geografia: Publicações Avulsas**, v. 1, n. 01, p. 68-86, 2019.


SKALINSKI, L. M.; COSTA, M. da C. N.; TEIXEIRA, M. da G. L. Contribuições da análise espacial para a compreensão da dinâmica de transmissão da dengue: revisão integrativa. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 7, n. 1 (Jan-Mar), p. 53-63, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, WHO. Dengue and Severe Dengue. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: 11 nov.2020.


Contribuições dos autores

Todos os autores ofereceram substanciais contribuições científicas e intelectuais ao estudo. As tarefas de concepção e design do estudo, preparação e redação do manuscrito, bem como, revisão crítica foram desenvolvidas em grupo. O primeiro autor, Lucas Faria Américo de Oliveira ficou especialmente responsável pelo desenvolvimento teórico-conceitual e tradução do artigo, bem como pela aquisição de dados e suas interpretações e análise; e a segunda autora, Danúbia Caporusso Bargas se responsabilizou igualmente pela definição e implementação dos procedimentos técnicos e pela revisão do manuscrito.

Lucas Faria Américo de Oliveira - Graduando em Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de Lorena (EEL), Universidade de São Paulo. Atualmente é bolsista do Programa Unificado de Bolsas de Estudo para Estudantes de Graduação (PUB-USP) no desenvolvimento de pesquisa voltada ao geoprocessamento. Integra o Centro Acadêmico de Engenharia Ambiental da unidade EEL-USP como membro colaborador de eventos.

 <https://orcid.org/0000-0002-0084-8912>

Danúbia Caporusso Bargas - Possui graduação (Licenciatura e Bacharelado) em Geografia pela UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, campus Rio Claro. Mestrado em Geografia pela Universidade Estadual de Campina. É Doutora em Ciências pela mesma Universidade. É Integrante do Grupo de Pesquisas cadastrado junto ao CNPq denominado GEOGET - Geotecnologias Aplicadas à Gestão do Território.

 <https://orcid.org/0000-0002-4171-0215>

Recebido para publicação em 2 de outubro de 2022

Aceito para publicação em 7 de novembro de 2022

Publicado em 22 de dezembro de 2022