



Artigos

Estrabão

Vol. (5): 220 - 229

©Autores

DOI: 10.53455/re.v5i1.242



Recebido em: 11/03/2024

Publicado em: 15/04/2024

Análise espacial de casos prováveis de Zika em São Luís, Maranhão, Brasil

Spatial analysis of probable Zika cases in São Luís, Maranhão, Brazil

Adriana Soraya Araujo^{1A}, Zulimar Márta Ribeiro Rodrigues, Thalita Laís Magalhães Soares, José Antonio Silvestre Fernandes Neto, José Aquino Junior

Resumo:

Contexto: A zika é uma arbovirose transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti* através do vírus (ZIKV). Os primeiros casos da presença do vírus no Brasil aconteceram no nordeste brasileiro ainda no ano de 2014. Este trabalho teve como objetivo realizar a análise espacial de casos prováveis de Zika, relacionando a taxa de incidência com índice de infestação predial (IIP) por *Aedes aegypti* em 2016 no município de São Luís, estado de Maranhão, Brasil. **Desenvolvimento:** Estudo ecológico de casos prováveis de Zika no município de São Luís, estado de Maranhão. Foi realizada análise descritiva de sexo e faixa etária e calculadas as taxas de incidência e ajustadas pelo estimador bayesiano empírico local. A análise descritiva foi realizada no software STATA® versão 14.0. Utilizou-se o software GeoDa versão 1.10 para calcular os Índices de Moran Global e Local. **Resultados:** Constatou-se maior concentração de casos de Zika no sexo feminino (67,77%) e a faixa etária na fase adulta de 20-34 anos (39,37%). O Índice de Moran Local identificou na região central do município clusters para bairros e suas regiões vizinhas com alta incidência e clusters de baixa incidência no norte e sul do município. Verificou-se com o índice de Moran Local clusters de alta incidência em áreas com IIP \geq 1% nas regiões norte, nordeste e noroeste do município e ainda outliers de bairros com alta de incidência em áreas com IIP $<$ 1% no norte, nordeste noroeste e centro do município.

Palavras-Chave: Análise espacial; Zika vírus; Aedes; Vigilância em saúde pública; Maranhão.

Abstract:

Context: Zika is an arbovirus transmitted by the mosquito *Aedes aegypti* through the ZIKV virus. The first cases of presence in Brazil happened in the North East of Brazil on the year of 2014. This study had the objective of perform a spatial analysis of probable cases of zika, relating the tax of incidents with the building infestation index (IIP) by *Aedes Eegypti* in 2016 in the municipality of São Luís, state of Maranhão, Brasil. **Development:** Ecologic study of probable cases in the municipality of São Luís, state of Maranhão. Descriptive analysis of sex, age groups and incident rates were made, calculated and adjusted by the local empirical bayesian estimator. The descriptive analysis was realized on the software STATA® version 14.0. The Software GeoDa version 1.10 was utilized to calculate the rates of Moran Global and Local. **Results:** a higher concentration was found in the female gender (67,77%) and the age group on the Adult phase of 20-34 years (39,37%). The local Moran Index identified in the central region of the clusters county for the neighborhoods and their neighboring regions with high incidence and cluster of low incidence in the north and in the South of the county. It was verified that the index of local Moran clusters of high incidence in áreas with IIP \geq 1% in the North, North East, Northwest regions of the county and also outliers with neighborhoods of high incidence in áreas with IIP $<$ 1% in the North, North East, Northwest and central of the county.

Keywords: Spatial analysis; Zika virus; Public health surveillance; Maranhão.

1 - Doutoranda do Programa em Biotecnologia (RENORBIO) da Universidade Federal do Maranhão

A - Contato principal: adrianasoraya01@gmail.com

Introdução

Zika é uma doença viral, caracterizada pelo quadro clínico de febre baixa, exantema maculo-papular pruriginoso, hiperemia conjuntival não pruriginosa e não purulenta, artralgia ou artrite, dores musculares, cefaleia e manifestações digestivas (Brasil, 2016). Os primeiros casos de ZIKV em seres humanos foram detectados em 1952 em Uganda e Tanzânia. Posteriormente, foi relatado em regiões equatoriais na África e Ásia, onde foi associada a infecções esporádicas (Labeaud, 2017). No entanto, apesar de ser considerada uma infecção leve, pode acometer o sistema nervoso central, sendo associada à síndrome de Guillain-Barré (SGB) bem como a outras condições neurológicas (Fauci, 2016).

Em 2007, a primeira epidemia ocorreu em Yap, Micronésia. Já em 2013, um surto foi relatado na Polinésia Francesa (Bupont-Rouzeyrol, et al., 2015). Em 2014, infecções por ZIKV foram detectadas no hemisfério ocidental, na Ilha de Pascoa, Chile. Posteriormente, se espalhou por toda a América Latina (Dyer, 2015).

Ainda em 2014, surgiram em vários municípios do Nordeste brasileiro casos de erupção cutânea provocados pelo vírus Zika - ZIKV (Lesser; Kitron, 2016). No entanto, somente em 2015 foram confirmados casos autóctones de Zika, com epidemia no Nordeste do país, nos estados da Bahia (Campos, et al., 2015) e Rio Grande do Norte (Zanluca, et al., 2015). Após o início dessa epidemia, ocorreu um aumento inesperado do número de casos de microcefalia e malformações congênitas do sistema nervoso central (SNC). Até dezembro de 2016 foram notificados 10.867 casos de microcefalia e/ou alterações congênitas do SNC (Brasil, 2016). No estado do Maranhão, naquele ano até a semana epidemiológica (SE) 52, foram registrados 4.523 casos prováveis de Zika (BRASIL, 2017). espalhando-se rapidamente em todo o Brasil e nas Américas (Baud, et al., 2017)

Dois hipóteses principais foram levantadas para explicar como ZIKV entrou no Brasil. A primeira é que o vírus foi introduzido durante os jogos de futebol da Copa do Mundo, realizada no país entre junho e julho de 2014 (Zanluca, et al., 2015) e a segunda hipótese sugere que o vírus entrou no Brasil durante o campeonato de canoagem realizado no Rio de Janeiro, em agosto de 2014, com a participação de atletas de quatro países do Pacífico: Polinésia Francesa, Nova Caledônia, Ilhas Cook e Ilha de Páscoa (Weave, 2016).

O principal meio de transmissão do ZIKV é através da picada do vetor - *Aedes aegypti*. A rápida distribuição desse vírus no Brasil pode ser explicada pela falta de imunidade da população brasileira, bem como pela ampla distribuição geográfica do vetor (Nunes, et.al., 2016). Além disso, boa parte do país possui padrões climáticos que favorecem as condições adequadas à reprodução e sobrevivência do vetor, como clima tropical úmido e seco com altas temperaturas, umidade elevada e variações sazonais (Teixeira, 2013). Todavia é importante ressaltar que qualquer país em que mosquitos do gênero *Aedes* estejam presentes, podem propiciar locais em potencial para futuros surtos do ZIKV (Gatherer; Kohl, 2016). Esse vetor pode ser encontrado em todos os estados brasileiros, e sua proliferação está bem adaptada a precária infraestrutura das cidades, urbanização inadequada, com graves problemas de abastecimento de água e coleta irregular de lixo (Khormi, et.al., 2011).

O Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) utiliza o método do Levantamento dos Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA) para identificar as regiões de maior e menor risco, contribuir para eliminação de criadouros de mosquitos, podendo assim reduzir o número dos casos das doenças transmitidas por esse vetor (Brasil, 2013).

O LIRAA tornou-se uma ótima estratégia de vigilância territorial em saúde, pois, ao investigar as áreas de concentração dos criadouros utilizado para mapear os índices de e a situação de infestação do município, permitindo o direcionamento das ações de controle (Brasil, 2013).

A análise espacial possibilita detectar áreas vulneráveis, conhecer mais detalhadamente os padrões das condições de saúde de uma população, bem como evidenciar disparidades. Nesse contexto, pesquisas são relevantes para conhecer a realidade dos locais em que se encontram os focos do mosquito transmissor, sendo fundamental para a realização de intervenções e efetivas ações para o seu controle (Hino, et al., 2006).

No campo de ação da saúde pública, os mapas georreferenciados têm sido utilizados, frequentemente, na avaliação minuciosa da saúde populacional, pois permitem observar a distribuição geográfica da doença no decorrer do tempo, seu deslocamento, índices de morbidade, modelagem de risco, análise e prevenção à saúde, através da manipulação do banco de dados epidemiológicos (Carneiro, 2007).

Donalísio e Glasser (2002) ressaltaram que a realização periódica de atividades de vigilância entomológica, é imprescindível para o dimensionamento do embate das medidas de controle, orientando ajustes nas ações prescritas pelos programas de combate as endemias.

Neste estudo realizou-se análise espacial de casos prováveis de Zika, correlacionando taxa de detecção de casos com índice de infestação predial (IIP) por *Aedes aegypti* em 2016 no município de São Luís, estado de Maranhão, Brasil.

Materiais e métodos

Trata-se de um estudo ecológico dos casos prováveis de Zika no município de São Luís; ocorridos em 2016, notificados no SINAN e dos índices de infestação predial no mesmo ano, cujo a unidade básica de análise foi o bairro de residência. Foram notificados 2.817 casos de Zika e após a exclusão dos casos com ausência de informação dos dados de logradouro e bairro de residência do paciente, analisou-se 2.811 casos prováveis de Zika.

Segundo o Ministério da Saúde, caso provável de Zika incluem todos os casos notificados, exceto aqueles descartados por um diagnóstico laboratorial negativo ou diagnosticados com outras doenças (Brasil, 2017).

O local de estudo foi o Município de São Luís, capital do Estado do Maranhão (MA), pertencente a Região Nordeste do Brasil, situado ao norte do estado integrando a Mesorregião Norte Maranhense e a Microrregião Aglomeração Urbana de São Luís, estando a 2°31'47" de latitude sul, 44°18'10" (Costa, et.al., 2015). Está dividido em 385 localidades, composta por bairros, povoados, vilas, sítios e ilhas, sendo 217 localidades na zona urbana e 168 na área rural (SEMUS, 2015).

A análise descritiva foi realizada no *software* STATA® versão 14.0 e apresentada através de frequências absolutas e relativas das variáveis: sexo e idade dos casos de Zika.

A taxa de incidência de Zika foi calculada a partir da razão entre o número de casos prováveis de Zika (numerador), e a unidade de população de cada bairro (denominador) multiplicado por 100.000 habitantes para o ano de 2016. O quantitativo das populações por bairros foi obtida na Secretaria Municipal de Saúde de São Luís.

$$\text{Coeficiente de incidência} = \frac{\text{nº de casos novos} \times 100.000}{\text{Nº da população exposta}}$$

Para reduzir a variabilidade aleatória das taxas de incidência, utilizou-se o Estimador Bayesiano Empírico Local que suaviza as taxas, considerando as variâncias regionais e permitindo comparações entre diferentes populações (Barbosa, 2015). O Estimador Bayesiano Empírico Local inclui efeitos espaciais, calculando a taxa localmente ao utilizar somente os vizinhos geográficos da área na qual se deseja estimar a taxa, convergindo em direção a uma média local (Marshall, 1991). As taxas corrigidas são mais estáveis, ao considerar no seu cálculo não só a informação da área, mas também a informação de sua vizinhança (Câmara, et al., 2004). Dessa forma, as estimativas tornam-se mais próximas da realidade dos eventos (Carvalho, et al., 2012).

Após a suavização das taxas de incidência pelo Estimador Bayesiano Empírico Local, os bairros foram categorizados segundo o critério do Ministério da Saúde como: baixa incidência (até 100 casos por 100 mil hab.); média incidência (mais de 100 a 300 casos por 100 mil hab.); alta incidência (mais de 300 casos por 100 mil hab.) (Brasil, 2002).

Utilizou-se o Índice de Infestação Predial (IIP), que é calculado pela razão entre o número de imóveis onde são encontradas larvas do mosquito (numerador) e o montante de residências pesquisadas (denominador), multiplicado por 100. O Ministério da Saúde considera IIP <1% (satisfatório), $\geq 1 \leq 3,9\%$ (alerta), >3,9% (risco) (Brasil, 2013). Durante o período de estudo, São Luís possuía 40 estratos. Os valores de IIP disponibilizados foram referentes ao período de março, junho, agosto e outubro de 2016, tendo sido coletados durante o Levantamento Rápido de índices para *Aedes aegypti* (LIRAA) realizado pelo Programa Municipal de Controle de Dengue (PMCD).

A análise espacial foi realizada a partir dos testes de Moran Global e Local para verificar a existência de autocorrelação espacial na análise univariada da taxa de incidência de Zika, correlação espacial na análise bivariada da taxa de incidência e do IIP. O índice de Moran Global fornece uma medida geral da associação espacial existente no conjunto de dados, verificando se os bairros interligados apresentam maior semelhança quanto ao indicador estudado do que o esperado em um padrão aleatório. O índice varia de -1 a +1, os valores próximos de zero indicam inexistência de autocorrelação espacial; valores positivos indicam autocorrelação

espacial positiva; e valores negativos indicam autocorrelação espacial negativa (Druck, et al., 2004).

O índice de Moran local ou Indicador Local de Associação Espacial (LISA) produz um valor específico para cada área, permitindo a identificação de aglomerados de áreas com padrões significativos de associação espacial. O LISA classificou os bairros em função do nível de significância dos valores de seus índices locais em: alta/alta, baixa/baixa, indicando pontos de associação espacial positiva ou similar aos vizinhos, e alta/baixa e baixa/alta, indicando pontos de associação espacial negativa, ou seja, que a localização possui vizinhos com valores distintos (Câmara, 2004).

Para ambos os índices, o nível de significância para a autocorrelação e correlação espacial foi $p < 0,05$. Para a validação do Índice de Moran Global, foi utilizado o teste de pseudo-significância com 999 permutações. Os resultados do índice de Moran local foram demonstrados pelo *Lisa Cluster Map*.

Utilizou-se o software de acesso livre *GeoDa* versão 1.10 para calcular a taxa de incidência, índice de Moran Global e Local.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa (CEP) do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão (HUUFMA) através da Plataforma Brasil, sob número de protocolo: 60952916.9.0000.5086.

Resultados e discussão

Dos 2.811 casos analisados (Tabela 1), na distribuição dos casos por gênero, foi evidenciado predomínio do sexo feminino, 1.905 casos (67,77%); na faixa etária de 20 a 34 anos, 1.124 (39,37%).

Tabela 1. Distribuição dos casos prováveis de Zika segundo sexo, faixa etária, etnia/raça e escolaridade, São Luís, Maranhão, Brasil, 2016.

Variável	N	%
Sexo	2.811	100
Feminino	1.905	67,77
Masculino	906	32,23
Faixa etária em anos		
Menos de 1	167	5,85
1-4	130	4,55
5-9	139	4,87
10-14	113	3,96
15-19	238	8,34
20-34	1.124	39,37
35-49	536	18,77
50-64	263	9,21
65-79	116	4,06
80 ou mais	29	1,02

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de notificação (SINAN) (Brasil, 2017).

Quanto ao IIP, no mês de junho 11 estratos estavam classificados como alerta e um em risco (IIP=4,6%), destacando-se os bairros Madre Deus, Goiabal, Coreia de Cima, Belira, Lira Vila Passos e Retiro Natal. No mês de agosto 13 estratos estavam classificados como alerta e dois em risco, sendo o bairro Vila Cidade Olímpica com o maior IIP, 6,3% (Figura 1).

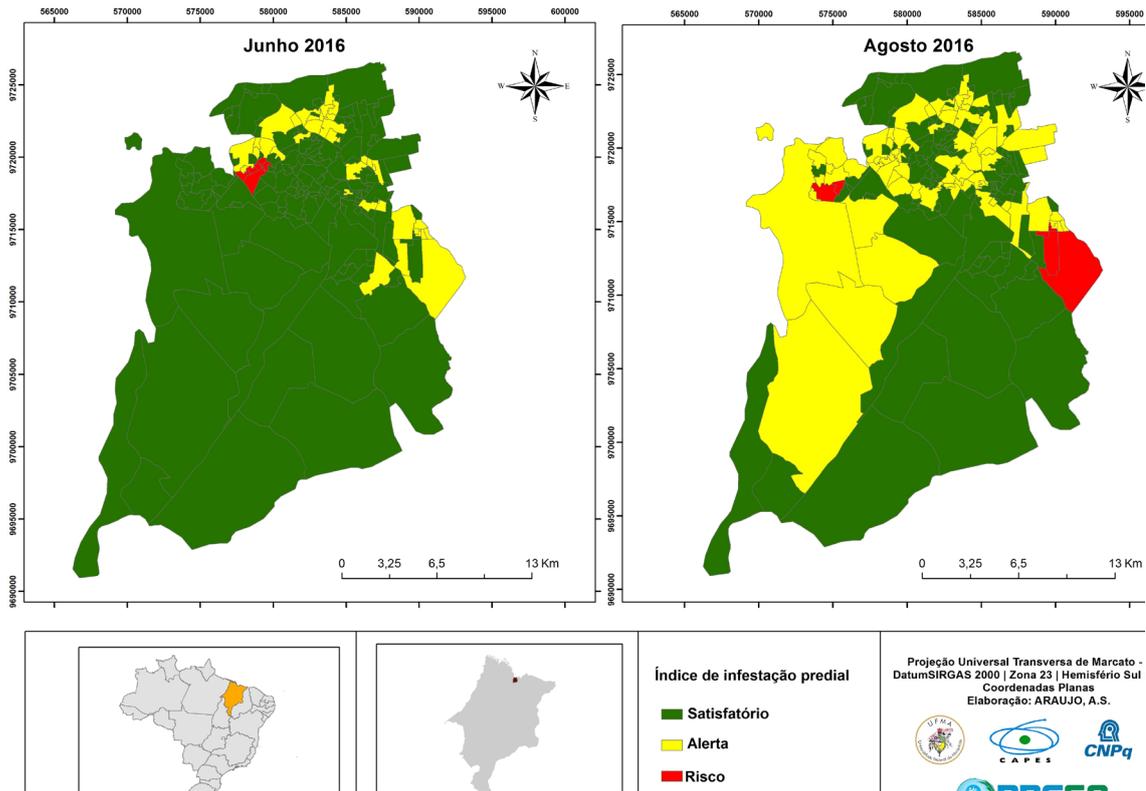


Figura 1.

Evidenciaram-se altas taxas de incidência de casos em bairros localizados no centro do perímetro urbano, bem como em suas adjacências se estendendo pelos bairros São Francisco, Cohatrac, Cohab Anil I, Conjunto Jardim das Margaridas, estes localizados, respectivamente, no norte e nordeste do município e baixas taxas de incidência nos bairros localizados em áreas rurais (Figura 2).

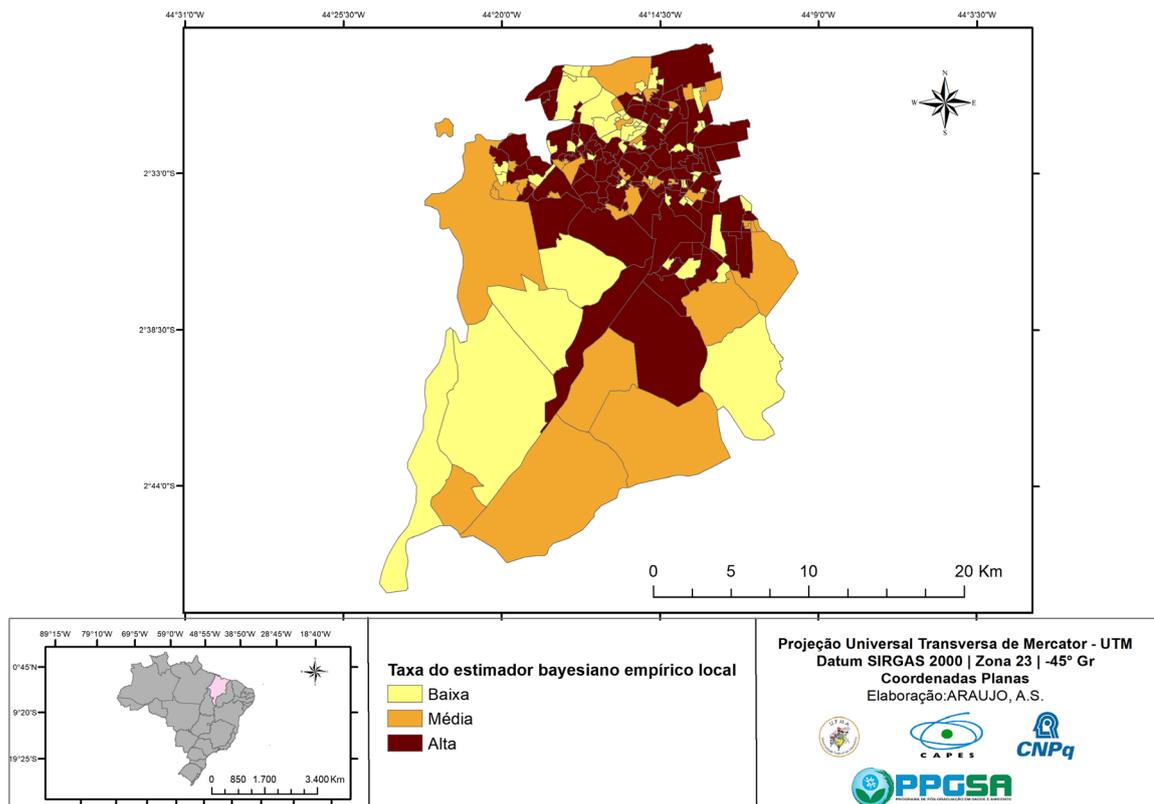


Figura 2.

O Índice de Moran Global evidenciou autocorrelação espacial positiva estatisticamente significativa para as taxas de incidência de Zika ($I=0,07$; $p=0,003$). Verificou-se a partir do Índice de Moran Local clusters para bairros com alta incidência de Zika, bem como em seus vizinhos, também com alta incidência. Evidenciou-se que boa parte destes clusters estavam localizados na região central e os de baixa incidência mais representativo ao norte e sul do município (Figura 3).

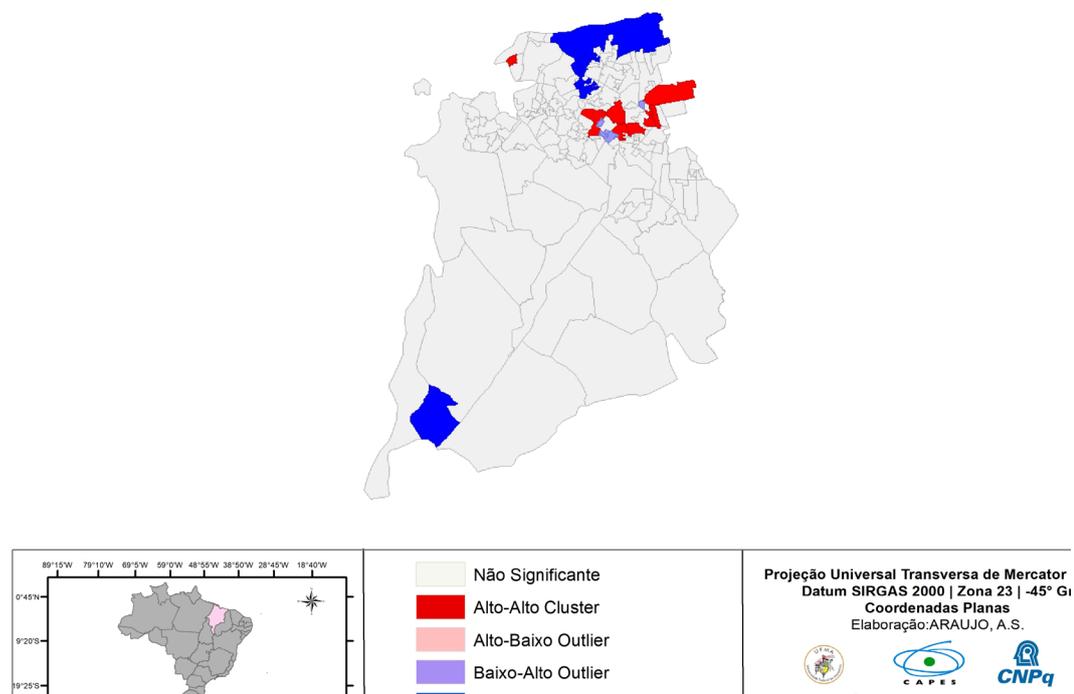


Figura 3.

O índice de Moran Local identificou correlação espacial negativa e significativa para a taxa de incidência de Zika e IIP ($I=0,80$; $p<0,01$). Verificou-se *clusters* de alta incidência de Zika em áreas com $IIP \geq 1\%$ nas regiões norte, nordeste e noroeste do município e ainda *outliers* de bairros de alta de incidência de Zika em áreas com $IIP < 1\%$ no norte, nordeste noroeste e centro do município (Figura 5)

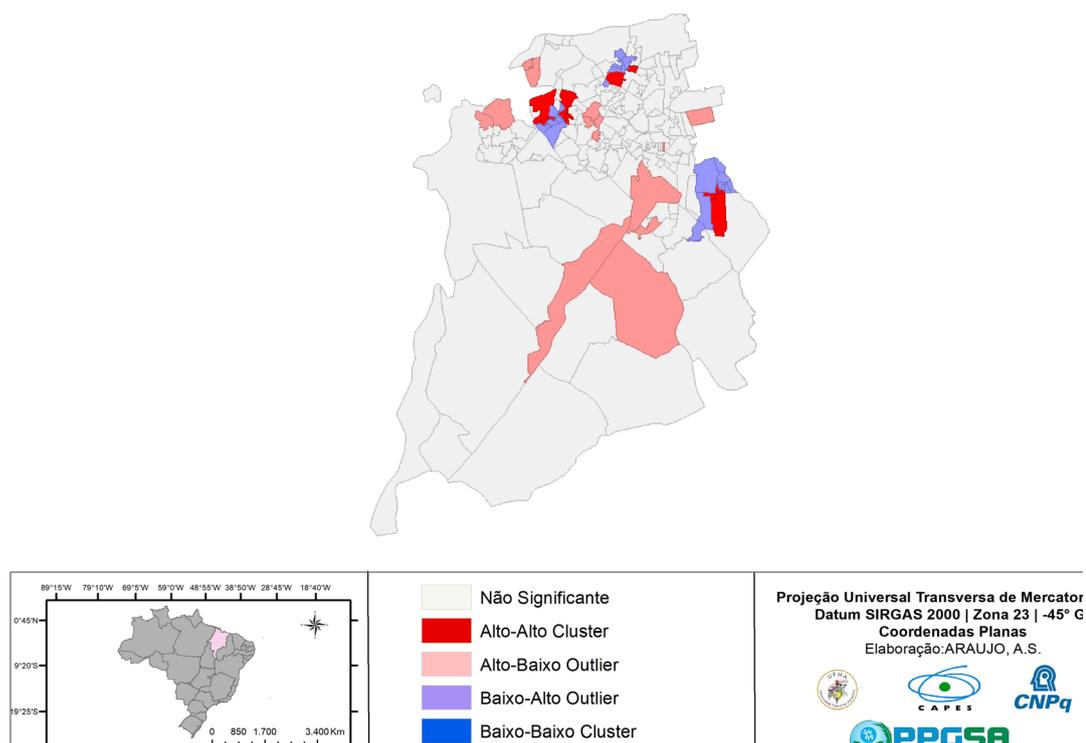


Figura 5.

O predomínio de casos prováveis em mulheres e em faixa etária economicamente ativa é um padrão já

relatado em outros estudos (Brasil, et.al., 2016; Brito, et.al., 2016; Cardoso, et.al., 2015). Pode estar relacionado à busca mais frequente por serviços médicos e à maior permanência em casa, portanto, mais expostas às condições do ambiente (Lins e Candeias, 2018). Sugere-se observar também áreas vegetadas e terrenos baldios no entorno dessas áreas mais afetadas (Lins e Candeias, 2018).

Os índices apresentados durante o LIRAA caracterizaram o município de São Luís em risco. A alta densidade de imóveis infestados pode ser devido à grande concentração populacional em aglomerados de habitações sem saneamento básico na periferia da capital, o principal centro econômico do Estado. Além do fluxo migratório da população entre o interior e a capital tem-se intensificado nos últimos anos e propiciado a disseminação do mosquito para áreas anteriormente livres do vetor (Rabelo, et.al., 1999).

A distribuição de casos prováveis de Zika mostrou padrão espacial significativo com aglomerados de alta incidência na região central do perímetro urbano, bem como em bairros localizados na região leste de seu perímetro urbano, que fazem conurbação com municípios vizinhos. Estas áreas também se caracterizam por adensamento e alto fluxo populacional.

A pesar de, neste estudo, os casos de ZIKV ocorreram em bairros localizados na região centro norte do município e muitos destes estavam em áreas classificadas em baixo risco que representa IIP satisfatório, também foi observado notificações em áreas de classificação alerta/risco ou os bairros estavam próximos destas áreas, mostrando uma possível relação, conforme estudo em Picos-PI (Costa, et.al., 2016) e em Cáceres-MT (Fernandes, et.al., 2015).

Esses bairros também apresentam as melhores condições socioambientais do município, a alta incidência nessa região pode ser explicada pela maior presença de criadouros favoráveis ao desenvolvimento do vetor. Na medida em que tais criadouros existem praticamente em todos os bairros do município, conforme evidenciado pelo IIP deste estudo, as condições de transmissão podem estar relacionadas também com densidade populacional e quantidade de indivíduos suscetíveis.

Embora que teoricamente as áreas com as piores taxas de abastecimento de água, sem esgotamento sanitário e com coleta irregular de lixo devessem apresentar os maiores números de casos (Lesser, et.al., 2016) nem sempre os estudos que buscam associar arboviroses com determinantes socioambientais são concordantes e resultados semelhantes foram encontrados em São José do Rio Preto (Mondini e Chiaravalloti Neto, 2007), Nova Iguaçu (Machado, et.al., 2009) e Alfenas-MG (Nascimento, 2015).

Outra provável causa seria a possibilidade de transmissão em outros ambientes que não são do próprio município. Devido às características urbanas de São Luís, atraindo o deslocamento da população de municípios vizinho, conurbados, a transmissão do Zika pode ocorrer em ambientes diferentes do domicílio (Machado, et.al., 2009).

Considerações finais

Ao analisar-se a espacialidade da incidência de Zika em São Luís, ficou evidenciado sua estreita relação com as áreas de maior infestação do *Aedes aegypti*, pois os casos de ZIKV ocorreram em todos os distritos sanitários (DS), sendo o DS Bequimão aquele que apresentou maior número absoluto de casos (791), seguido do DS Cohab (620) e DS Tirirical (493). Outro ponto relevante são as análises ambientais e da saúde a partir do geoprocessamento, instrumentos que contribuem para uma melhor compreensão da distribuição dos casos prováveis de Zika, para espacializar os resultados obtidos, permitindo melhor visualização das áreas agravadas. Instrumentos que podem ser utilizados na espacialização de outros agravos de saúde.

Além disso, as subnotificações/subregistros podem ter contribuído para a ausência de correlação espacial significativa da incidência de Zika no município. Levando-se em consideração a heterogeneidade dos bairros do município de São Luís, nos anos deste estudo, os casos de Zika, apresentaram um padrão homogêneo. Ressalta-se a necessidade do SINAN incorporar melhor o georreferenciamento dos endereços dos pacientes, contribuindo para ações efetivas e oportunas na prevenção e controle das doenças, especialmente daquelas de transmissão vetorial e emergentes em uma área com população não imune.

Por fim, este trabalho apresentou algumas limitações: dados secundários, possibilidade de subnotificação e de confusão diagnóstica com dengue e Chikungunya, como já descrito por Costa et al. (2018).

Créditos

Adriana Soraya Araujo - Conceitualização, coleta de dados, investigação, metodologia e redação;

Zulimar Márita Ribeiro Rodrigues - supervisão, revisão;

Thalita Laís Magalhães Soares - revisão e edição;

José Antonio Silvestre Fernandes Neto - **análise formal, revisão;**

José Aquino Junior - Redação, supervisão, validação, revisão e edição.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo financiamento do projeto “Síndrome congênita pelo Zika vírus, soroprevalência e análise espacial e temporal de vírus Zika e Chikungunya no Maranhão”.

A autora principal deste que estudo que foi bolsista de mestrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

Almeida, F. N., & Barreto, M. L. (2014). *Epidemiologia & Saúde: Fundamentos, métodos, aplicações*. Guanabara Koogan.

Barbosa, G. L., & Lourenço, R. W. (2010). *Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo*. Revista Soc Bras Med Trop. 43(2), 145-151. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/160>. Acesso em 21 jan 2018.

Barbosa, I. R., & Silva, L. P. da. (2015). *Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da dengue no município de Natal – RN*. Revista Ciência Plural. 1(3),62-75.

Baud, D., Gabler, D. J., Schaub, B., Lanteri, M. C., & Musso, D. (2017) *An update on Zika virus infection*. The Lancet. 390(10107), 2099–20109. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31450-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31450-2).

Brasil, P., Calvet, G. A., Siqueira, A. M., Wakimoto, M., de Sequeira, P. C., Nobre, A., Quintana, M. de S. B., de Mendonça, M. C. L., Lupi, O., de Souza, R. V., Romero, C., Zogbi, H., Bressan, C. da S., Alves, S. S., Lourenço-de-Oliveira, R., Nogueira, R. M. R., Carvalho, M. S., de Filippis, A. M. B., & Jaenisch, T. (2016). *Zika Virus Outbreak in Rio de Janeiro, Brazil: Clinical Characterization, Epidemiological and Virological Aspects*. PLOS Neglected Tropical Diseases, 10(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004636>.

Brito, C. A. A. de., Brito, C. C. M. de., Oliveira, A. C., Rocha, M., Atanásio, C., Asfora, C., Matos, J. D., Lima, A. S., & Albuquerque, M. F. M. (2016). *Zika in Pernambuco: rewriting the first outbreak*. Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 49, 553–558. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0245-2016>.

Camara, G., Carvalho, M. S., Cruz, O. G. C., & Correa, V. (n.d.). *Análise espacial de áreas*. In. Druck S., Carvalho M.S., Câmara G., & Monteiro A. V. M., (eds). (2004) *Análise espacial de dados geográficos*. Embrapa.

Campos, G. S., Bandeira, A. C., & Sardi, S. I. (2015). *Zika Virus Outbreak, Bahia, Brazil*. Emerging Infectious Diseases, 21(10), 1885–1886. <http://dx.doi.org/10.3201/eid2110.150847>.

Cardoso, C. W., Paploski, I. A. D., Kikuti, M., Rodrigues, M. S., Silva, M. M. O., Campos, G. S., Sardi, S. I., Kitron, U., Reis, M. G., & Ribeiro, G. S. (2015). *Outbreak of Exanthematous Illness Associated with Zika, Chikungunya, and Dengue Viruses, Salvador, Brazil*. Emerging Infectious Diseases, 21(12), 2274–2276. <https://doi.org/10.3201/eid2112.151167>.

Carneiro, D.D.M. T. (2007). *Geoprocessamento e análise espacial de varredura no estado-da-arte da leishmaniose visceral americana na região centro-leste da bahia, brasil*. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia]. <https://livros01.livrosgratis.com.br/cp067055.pdf>.

- Costa, A. R. da., Santana, C. M., Silva, V. L., Pinheiro, J. A. F., Marques, M. M. M., & Ferreira, P. M. P. (2016). *Análise do controle vetorial da dengue no sertão piauiense entre 2007 e 2011*. Cadernos Saúde Coletiva, 24(3), 275–281. <https://doi.org/10.1590/1414-462x201600030035>.
- Costa, S. da S. B., Branco, M. dos R. F. C., Aquino Junior, J., Rodrigues, Z. M. R., Queiroz, R. C. de S., Araujo, A. S., Câmara, A. P. B., Santos, P. S. dos, Pereira, E. D. A., Silva, M. do S. da, Costa, F. R. V. da, Santos, A. V. D. dos, Medeiros, M. N. L., Alcântara Júnior, J. O., Vasconcelos, V. V., Santos, A. M. dos, & Silva, A. A. M. da. (2018). *Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and zika virus infections in Maranhao State, Brazil*. Revista Do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, 60(0). <https://doi.org/10.1590/s1678-9946201860062>.
- Carvalho, A. X. Y. de, Silva, G. D. M. da, Almeida Júnior, G. R. de, & Albuquerque, P. H. M. de. (2012). *Taxas bayesianas para o mapeamento de homicídios nos municípios brasileiros*. Cadernos de Saúde Pública, 28(7), 1249–1262. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2012000700004>.
- Donalísio, M. R., Glausser, C. M. (2002). *Entomological Surveillance and Control of Dengue Fever Vectors*. Rev. Bras. Epidemiol, 5(3), 259-272.
- Druck, S., Carvalho, M. S., Câmara, G., & Monteiro, A. M. V. (2004). Spatial analysis of geographic data. Embrapa Cerrados. 1(1), 157-203. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00075490.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2018.
- Dupont-Rouzeyrol, M., O'Connor, O., Calvez, E., Daurès, M., John, M., Grangeon, J.-P., & Gourinat, A.-C. (2015). *Co-infection with Zika and Dengue Viruses in 2 Patients, New Caledonia, 2014*. Emerging Infectious Diseases. 21(2), 381–382. <https://doi.org/10.3201/eid2102.141553>.
- Dyer, O. (2015). *Zika virus spreads across Americas as concerns mount over birth defects*. BMJ, h6983. <https://doi.org/10.1136/bmj.h6983>.
- Fauci, A. S., & Morens, D. M. (2016). *Zika Virus in the Americas — Yet Another Arbovirus Threat*. The New England Journal of Medicine, 374(7), 601–604.
- Fernandes, R. S., Souza C. K. J. de., Neves, S. M. A. da. S., & Motta, J. H. D. (2015). *Índices de infestação e os casos de dengue no bairro de Cavahada I em Cáceres/MT – Brasil*. Hygeia. 11(20), 20-32.
- Freitas, L. P., Cruz, O. G., Lowe, R., & Carvalho, M. S. (2019). *Space-time clusters of dengue, chikungunya, and Zika cases in the city of Rio de Janeiro*. BioRxiv. 17.
- Gatherer, D., & Kohl, A. (2016). *Zika virus: a previously slow pandemic spreads rapidly through the Americas*. The Journal of general virology. 97, 269–273. DOI10.1099/jgv.0.000381.
- Hino, P., Villa, T. C. S., Sasaki, C. M., Nogueira, J. de. A., & Santos, C. B. (2006). *Geoprocessamento aplicado à área da saúde*. Revista Latino-Americana Enfermagem. 14(6).
- Khormi, H. M., Kumar, L., & Elzahrany, R. A. (2011). *Modeling spatio-temporal risk changes in the incidence of dengue fever in Saudi Arabia: a geographical information system case study*. Geospatial Health. 6 (1), 77-84.
- Labeaud, A. D. (2016) *Zika virus infection: An overview. Literature review current. through: Oct 2017*. | This topic last updated: Jun 01, 2016. http://www.uptodate.com/contents/zika-virus-infection-anoverview?source=search_result&search=zika+virusinfection&selectedTitle=1~80. Acesso em 03.nov.2017.
- Lesser, J., & Kitron, U. A. (2016). *A geografia social do zika no Brasil*. Estudos avançados. 30(88), 167-175.
- Lins, T. M., & Candeias, A. L. B. (2018). *Estudo da influência de variáveis socioeconômicas em casos confirmados de Zika em Recife, Pernambuco*. Revista Brasileira de Meio Ambiente, 4(1), 085-096.
- Loos, S., Mallet, H. P., Leparç Goffart, I. Gauthier, V., Cardoso, T., & Herida, M. *Current Zika virus epidemiology and recent epidemics*. Médecine et maladies infectieuses. 44, 302–307.
- Luz, K. G., Santos, G. I. V. dos, & Vieira, R. de M. (2015). *Febre pelo vírus Zika*. Epidemiologia E Serviços de Saúde, 24(4), 785–788.
- Machado, J. P., Oliveira, R. M. de, & Souza-Santos, R. (2009). *Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil*. Cadernos de Saúde Pública, 25(5), 1025–1034.

Marshall, R. J. (1991). *Mapping disease and mortality rates using empirical Bayes estimators*. Journal of the Royal Statistical Society. Series C, Applied Statistics, 40(2), 283–294

Ministério da Saúde. (2013). *Levantamento Rápido de Índices para Aedes aegypti (LIRAA) para vigilância entomológica do Aedes aegypti no Brasil: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes*. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis.

Ministério da Saúde. (2017). *Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2016*. Secretaria de Vigilância em Saúde, Boletim Epidemiológico. 48(03), 1-11.

Ministério da Saúde. (2017). *Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2017*. Secretaria de Vigilância em Saúde, Boletim Epidemiológico. 49,1-13.

Ministério da Saúde. (2016). *Monitoramento dos casos de microcefalia no Brasil até a Semana Epidemiológica 37/2016*. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico. 44,1-4. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/setembro/22/Informe-Epidemiol--gico-n---44--SE-37-2016--21set2016.pdf>. Acesso em: 2 out 2016.

Ministério da Saúde. (2015). *Protocolo para implantação de unidades sentinelas para Zika virus*. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/dezembro/14/Protocolo-Unidades-Sentinela-Zika-v--rus.pdf>>. Acesso em 31 jan. 2016.

Mondini, A., & Neto, F. C. (2007). *Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue*. Revista de Saúde Pública, 41(6), 923–953.

Nascimento, M. C. do., Rodrigues-Júnior, A. L., & Rodrigues, D. de O. (2015). *Configuração espacial da Dengue ação espacial da Dengue no contexto socioeconômico Alfenas/MG: Retrato de uma década*. Medicina (Ribeirão Preto). 48(2),181-189.

Nunes, M. L., Carlini, C. R., Marinowic, D., Neto, F. K., Fiori, H. H., Scotta, M. C., Zanella, P. L. Á., Soder, R. B., & da Costa, J. C. (2016). *Microcefalia e vírus Zika: um olhar clínico e epidemiológico do surto em vigência no Brasil*. Jornal de Pediatria, 92(3), 230–240. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2016.02.009>.

Página 23 do Diário Oficial da União - Seção 1, número 32, de 18/02/2016 - Imprensa Nacional. (n.d.). *Portaria nº 204 de 17 de Fevereiro de 2016*. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=23&data=18/02/2016>>. Acesso em: 11 out. 2017.

Rabelo, J. M. M., Costa, J. M. L., Silva, F. S., Pereira, N.O., & Silva, J. M. da. (1999). *Distribuição de Aedes aegypti e do dengue no Estado do Maranhão, Brasil*. Cad. Saúde Pública, 15(3):477-486.

Secretaria Municipal de Saúde de São Luís. (2016). *Relação de localidades por zona urbana e rural*. Superintendência de Vigilância Epidemiológica e Sanitária. Coordenação de Vigilância Epidemiológica-Controle de Endemias. 19.

Teixeira, M. G., Siqueira, J. B., Ferreira, G. L. C., Bricks, L., & Joint, G. (2013). *Epidemiological Trends of Dengue Disease in Brazil (2000–2010): A Systematic Literature Search and Analysis*. PLoS Neglected Tropical Diseases, 7(12), e2520.

Weaver, S. C., Costa, F., Garcia-Blanco, M. A., Ko, A. I., Ribeiro, G. S., Saade, G., Shi, P.-Y., & Vasilakis, N. (2016). *Zika virus: History, emergence, biology, and prospects for control*. Antiviral Research, 130, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2016.03.010>.

Zanluca, C., Melo, V. C. A. de, Mosimann, A. L. P., Santos, G. I. V. dos, Santos, C. N. D. dos, & Luz, K. (2015). *First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil*. Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz, 110(4), 569–572. <https://doi.org/10.1590/0074-02760150192>.