

ANÁLISE ESPACIAL DO VÍRUS ZIKA E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS, EM BELÉM DO PARÁ

Gabrielle Silene dos Santos Almeida¹, Brenda Caroline Sampaio da Silva¹, Ivanete Chaves Sbruzzi², Arthur Carneiro Bernardes³, Laryssa de Cássia Tork da Silva⁴, Clístenes Pamplona Catete⁴ e Ricardo José de Paula Souza e Guimarães⁴

¹Faculdade Estácio de Belém - IESAM, Av. Gov. José Malcher, 1148 - Nazaré, 66055-260, Belém/Pará/Brasil, {gabisdsa@hotmail.com, brendacaroline444@gmail.com}; ²Rua Síria 71 - Jardim das Nações, Taubaté/São Paulo/Brasil, chaves.ivy@gmail.com; ³Secretaria Municipal de Saúde, Av. Gov. José Malcher, 2821 - Nazaré, 66090-100, Belém/Pará/Brasil, arthurcb@gmail.com; ⁴Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Evandro Chagas/SVS/MS, Rodovia BR-316 km 7 s/n - Levilândia, 67030-000, Ananindeua/Pará/Brasil, {laryssasilva@iec.gov.br; clistenescatete@iec.gov.br, ricardojpsg@gmail.com}.

RESUMO

O vírus Zika (ZIKV) é transmitido principalmente pelo *Aedes aegypti*. O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição dos casos do ZIKV e sua relação com o clima no município de Belém do Pará entre 2015-2016. Foram obtidos dados de ZIKV do SINAN, bases cartográficas do IBGE e dados climáticos do INMET. Foi realizado o teste de correlação e Kernel. Ocorreram 2.678 casos de ZIKV. Os bairros Marco e Guamá tiveram as maiores notificações. O Kernel identificou aglomerados nos bairros Pedreira, Marco e Guamá. Houve correlação direta entre precipitação e casos do ZIKV. No período mais chuvoso de 2016, aumentaram as notificações, corroborando que a região é propícia para o desenvolvimento do *Ae. aegypti* e doenças como o ZIKV, dengue e/ou Chikungunya. Ações preventivas devem ser tomadas para a eliminação do mosquito e diminuir a transmissão e os casos do ZIKV, principalmente nos locais apontados pelo estudo.

Palavras-chave — Vírus Zika, SIG, Variáveis climáticas, Satscan, Estimativa de densidade kernel.

ABSTRACT

The Zika virus (ZIKV) is transmitted mainly by *Aedes aegypti*. The purpose of this study was to analyze the occurrence of ZIKV cases and its connection with the climate in Belém/Para's municipality between 2015-2016. It was gotten some data of ZIKV from SINAN, cartographic bases from IBGE and the weather data from INMET. The Kernel and the correlation test were accomplished too. 2678 cases of ZIKV occurred. Marco and Guamá areas had the most notifications. The Kernel test showed clusters in Pedreira, Marco and Guamá neighborhoods. There was a direct correlation between precipitation and ZIKV cases. In the rainy season of 2016, there were more notifications, corroborating that the area is proper for developing *Ae. aegypti* and diseases like ZIKV, dengue and/or Chikungunya. Absolutely preventive actions must be taken to eliminate the mosquitoes and diminish the

transmission of ZIKV cases, mainly in sites where the studies were accomplished.

Key words — Zika Virus, GIS, Climate variables, Satscan, Kernel density estimation.

1. INTRODUÇÃO

O vírus Zika (ZIKV) é um arbovírus do gênero *Flavivirus*, família *Flaviviridae*, identificado pela primeira vez no ano de 1947 na Floresta Zika, em Uganda. Os primeiros surtos da doença causada pelo ZIKV foram notificados na região do Pacífico, em 2007 e 2013, nas ilhas Yap e Polinésia Francesa, respectivamente, e em 2015 nas Américas e na África [1].

O zika é uma infecção reemergente, sendo que pelo menos 100 países estão em risco de transmissão e o *Aedes aegypti* é o principal mosquito vetor nas Américas [2]. Este vetor pode voar até 3 km para a ovoposição [3] e é imprescindível estimar quais áreas podem ser atingidas, a partir de pontos onde ocorreram os agravos, além de realizar estudos que considerem a distribuição espacial, concentração, fatores de risco coletivo, com ferramentas computacionais de geoprocessamento.

O uso do geoprocessamento possibilita a análise da distribuição espacial dos casos de determinada doença em municípios e alicerça estudos sobre a transmissibilidade nas regiões e nas áreas de abrangência, permitindo acesso rápido às informações necessárias para realizar a vigilância dos casos [4].

O vírus foi introduzido no Brasil, provavelmente, durante a Copa do Mundo de Futebol, em 2014, quando muitos turistas visitaram o Brasil, possivelmente contribuído pela presença de mosquitos *Ae. Aegypti* [5]. Em 11 de novembro de 2015, o Ministério da Saúde (MS) decretou a epidemia do Vírus Zika como Situação de Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional. Isto ocorreu, pois médicos do Nordeste alertaram sobre o alto número da doença, causada pelo ZIKV, na região [6].

No dia 11 de maio de 2017 o MS declarou o fim da Emergência Nacional em Saúde Pública. O número de

registros de ZIKV diminuiu significativamente nos primeiros meses no ano de 2017, em comparação com o mesmo período de 2016 [7].

Com a finalidade de verificar a quantidade de casos de ZIKV no município de Belém é indispensável o estudo da sua distribuição no espaço e no tempo. A análise de dados distribuídos pelo espaço geográfico vem sendo cada vez mais valorizada na gestão da saúde, por apresentar novos subsídios para o planejamento e a avaliação das ações baseadas na análise da distribuição espacial das doenças, a localização dos serviços de saúde e dos riscos ambientais, entre outros [8].

Por tanto, a execução deste estudo partiu da possibilidade de construção de mapas temáticos, relacionando bases de dados epidemiológicas, indexadas através de coordenadas geográficas. Logo, o objetivo desse estudo foi analisar a distribuição dos casos do vírus Zika e a sua relação com a precipitação e temperatura, no município de Belém do Pará, no período de 2015-2016.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O local de estudo foi o município de Belém, capital do estado do Pará, que possui uma área territorial de 1.059,458 km², tem uma população estimada em 1.485.732 habitantes em 71 bairros e apresenta Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,746 [9].

Foram obtidos dados dos casos do ZIKV do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) da Prefeitura Municipal de Belém; dados de limites municipais, bairros e setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE - <http://www.ibge.gov.br/>) e da Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (CODEM); e dados climáticos (precipitação e temperatura) das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET - <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>).

Foi utilizado o site (<http://freegeocoding.com/>) para a obtenção das coordenadas das residências com casos de ZIKV. Os casos foram agrupados por bairros para a realização dos mapas coropléticos utilizando o software ArcGIS (<http://www.arcgis.com/>).

A estimativa de densidade kernel (EDK) com função quártico, cálculo de densidade e raio adaptativo foi realizado no software TerraView (<http://www.dpi.inpe.br/terralib5/wiki/doku.php>).

Foi utilizado o coeficiente de Pearson para verificar a correlação entre os casos do vírus Zika e as variáveis climáticas, utilizando o software R (<https://www.r-project.org/>).

3. RESULTADOS

A Figura 1 mostra a distribuição espacial dos 2.678 casos notificados do Vírus Zika em Belém/PA, nos anos de 2015 e 2016.

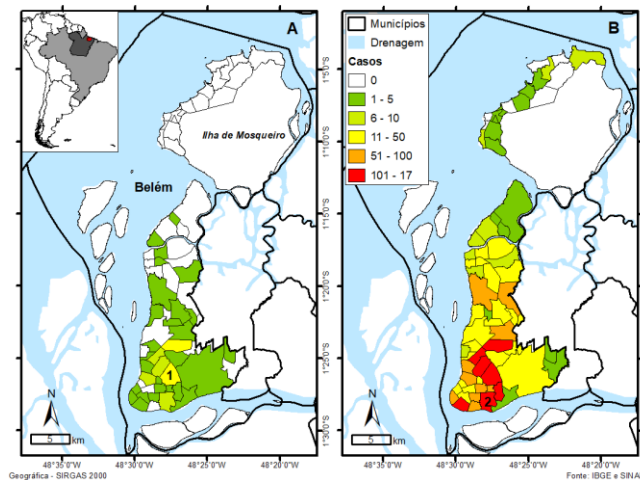


Figura 1: Mapa coroplético com a distribuição espacial dos casos do ZIKV do ano de 2015 e 2016 em Belém/PA.

A Figura 2 mostra a distribuição espacial e a aplicação do EDK nos casos do ZIKV no município de Belém-PA, nos anos de 2015 e 2016.

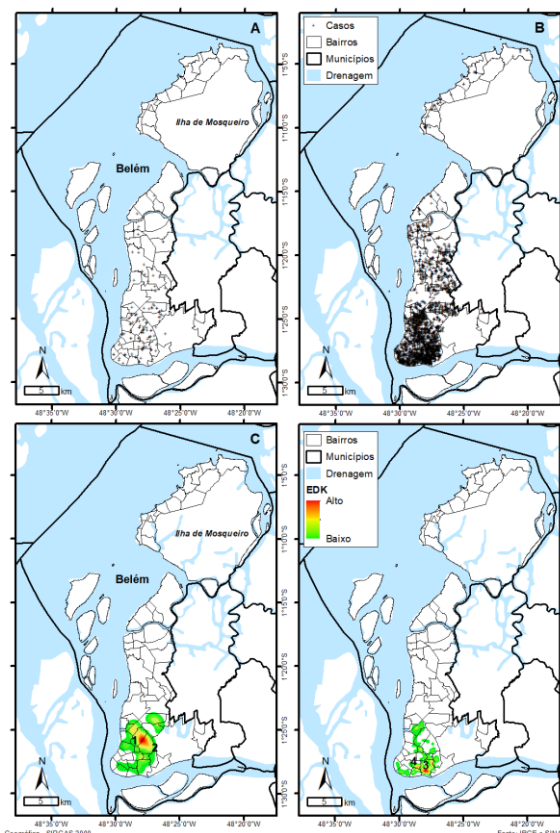


Figura 2: Distribuição espacial em: (A) 2015 e (B) 2016; Aplicação do EDK em: (C) 2015 e (D) 2016.

A Figura 3 mostra a Precipitação Total, Temperatura Média obtidos do INMET e o número de casos do ZIKV no município de Belém-PA, nos anos de 2015 e 2016.

O resultado do Teste de Pearson foi para a precipitação $r = 0,48$ com p -valor = 0,02 e temperatura $r = -0,38$ com p -valor = 0,07.

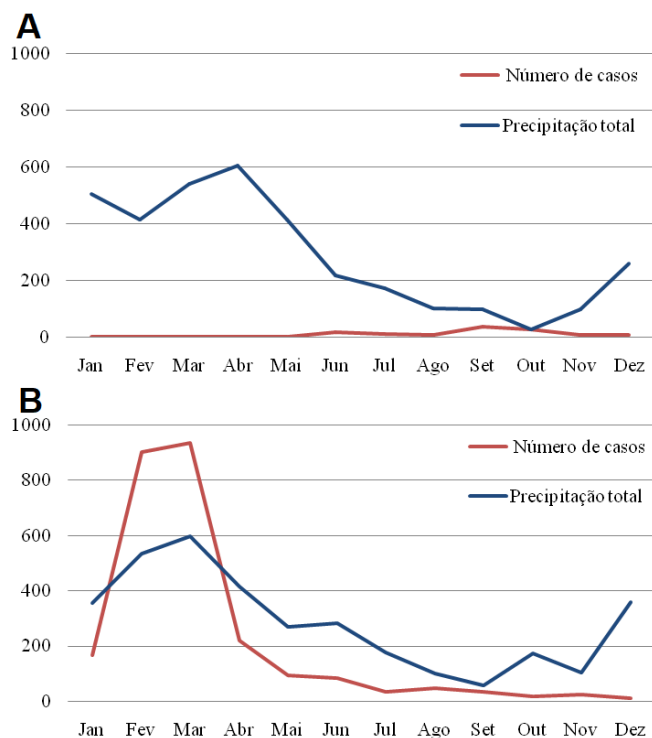


Figura 3: Precipitação Total e número de casos do Vírus Zika no município de Belém-PA, nos anos de 2015 (A) e 2016 (B).

4. DISCUSSÃO

Na Figura 1, em 2015, os casos do vírus Zika foram notificados em 32 bairros dos 71 bairros no município de Belém, totalizando um valor de 120 casos. O maior número de notificação em 2015 foi no bairro do Marco (1) com 20 casos. No ano de 2016, foram notificados 2.558 casos, sendo que o bairro do Guamá (2) apresentou o maior número de notificações, totalizando 441 casos. Ocorreu um aumento dos casos do Vírus Zika no período de 2015 a 2016.

Foi observado que os bairros próximos aos de maior incidência de casos do ZIKV (1-Marco e 2-Guamá), apresentaram uma quantidade de casos tão expressivos quanto os de bairros de maior notificação e, quanto maior a distancia, menor é a quantidade de casos notificados. Isso ocorre, pois, o vírus é transmitido principalmente pelo mosquito *Ae. aegypti* que pode infectar pessoas moradoras dos bairros adjacentes [5].

De acordo com a Figura 2 a distribuição dos casos de ZIKV no ano de 2015 é predominante na região sul e central do município de Belém, assim como no ano de 2016.

Porém, em 2016 apresentou casos na região norte de Belém (Ilha de Mosqueiro). Com a aplicação do EDK foi possível observar um aglomerado de alta densidade de casos nos bairros da Pedreira (1) e Marco (2) no ano de 2015, e quando aplicado no ano de 2016 observa a formação de um aglomerado de alta densidade de casos no bairro do Guamá (3) e outros dois de média densidade de casos localizados no Guamá e no bairro da Cremação (4). De acordo com o PNUD [10] os bairros do Guamá, Pedreira e Marco são, respectivamente, primeiro, segundo e quinto mais populosos de Belém, o que aumenta o risco de transmissão do Zika.

No período de janeiro a maio de 2015 ocorreram apenas quatro casos do ZIKV. As maiores notificações no ano de 2015 ocorreram de junho a dezembro. Em 2016 os maiores números de notificações foram nos primeiros meses, com valores máximos em fevereiro e março, tais valores são menores no período de junho a dezembro. Segundo Oliveira e colaboradores [11], em 2015 houve confirmação laboratorial dos primeiros casos do ZIKV no município de Belém realizado pelo Instituto Evandro Chagas. Isso explica a diferença da quantidade de casos 2015 (120) com 2016 (2.558), respectivamente, ano de entrada do vírus e ano da epidemia.

No período de janeiro a maio de 2016, como mostra a Figura 3, ocorreu as maiores volumes de chuva, assim como, foi o período que ocorreu a maior quantidade de casos, evidenciando a relação da precipitação com os casos notificados. Segundo Moraes e colaboradores [12] a estação chuvosa em Belém compreende os meses de dezembro a março e a estação menos chuvosa de junho a novembro.

No teste de Pearson foi observado que os casos notificados apresentaram uma correlação positiva com a precipitação, significativa ao nível de 5%, e uma correlação negativa com a temperatura, significativa ao nível de 90%. Segundo Bastos e colaboradores [13], Belém tem uma situação geográfica de proximidade do equador, ou seja, possui clima tropical, e a variação não significativa da temperatura está coligada com o regime das chuvas na região, sendo assim as menores temperaturas ocorrem no período mais chuvoso e as mais elevadas acontecem com o período de menor precipitação.

5. CONCLUSÕES

A análise espacial identificou os bairros do Marco e Pedreira (2015) e Guamá (2016) com os maiores riscos de transmissão no município de Belém.

Os resultados obtidos mostraram uma relação direta entre a precipitação e os casos notificados do ZIKV no município de Belém, no ano de 2016. Também, foi observado que o ano de 2016 um aumento significativo no período mais chuvoso.

Belém apresenta um clima ideal para o desenvolvimento *Ae. aegypt* e transmissão de doenças como o Zika, dengue e/ou Chikungunya.

A fim de proteger os direitos e a saúde da população, é necessário estabelecer ações que atuem na prevenção e eliminação do mosquito transmissor para diminuir a transmissão e o número de casos do ZIKV. Tais ações necessitam de combinação de esforços governamentais com recursos para garantir respostas mais rápidas e mais eficazes.

Serão analisados os dados de 2017 e 2018 para verificar o comportamento do ZIKV, assim como, serão analisados para o mesmo período (2015-2018) dados de dengue e Chikungunya para verificar se apresentam o mesmo padrão dos casos de ZIKV.

6. AGRADECIMENTOS

Ao programa Pibic IEC/CNPq pelas bolsas processo nº 157442/2017-9 (GSSA) e nº 157269/2017-5 (BCSS). À Secretaria Municipal de Saúde de Belém a qual cedeu os dados das fichas do Sistema de Informação de Agravos de Notificação.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Falcão, M.; Bandeira, A.C.; Luz, K.; Chebabo, A.; Brígido, H.; Lobo, I.; Timerman, A.; Angerami, R.; Cunha, C.A.; Bacha, H.; Alves, J.; Barbosa, A.N.; Teixeira, R.; Weissmann, L.; Oliveira, P.R.; Cyrillo, M.A.; Cimerman, S. “Guia de manejo da infecção pelo Virus Zika”, Sociedade Brasileira de Infectologia, 25pp, 2016.
- [2] Villegas, L.E.M.; Campolina, T.B.; Barnabe, N.R.; Orfano, A.S.; Chaves, B.A.; Norris, D.E.; Pimenta, P.F.P.; Secundino, N.F.C. “Zika virus infection modulates the bacterial diversity associated with *Aedes aegypti* as revealed by metagenomic analysis”, *PLOS ONE*, 13(1), e0190352. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190352>.
- [3] Oliveira, M.M.F. “A dengue em Curitiba/PR: uma abordagem climatológica do episódio de março/abril - 2002”, *RAE GA: O Espaço Geográfico em Análise*,(8):45-54, 2004.
- [4] Nardi, S.M.T.; Paschoal, J.A.A.; Pedro, H.S.P.; Paschoal, V.D.; Sichiari, E.P. “Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações”, *Rev Inst Adolfo Lutz*, 72(3),185-191, 2013.
- [5] Marcondes, C.B. “Zika virus in Brazil and the danger of infestation by *Aedes* (Stegomyia) mosquitoes”, *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 49 (1), 4-10, 2016.
- [6] EBC - Empresa Brasil de Comunicação. “Epidemia do vírus Zika no Brasil completa um ano com desafio na área de pesquisa”. 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-11/epidemia-do-virus-zika-no-brasil-completa-um-ano-com-desafio-na-area-de>>. Acesso em setembro de 2018.
- [7] Portal Brasil. “Ministério da Saúde declara fim da emergência nacional para zika”, 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2017/05/ministerio-da-saude-declara-fim-da-emergencia-nacional-para-zika>>. Acesso em setembro de 2018.
- [8] Barcelos, C.; Bastos, F.L. “Geoprocessamento, ambiente e saúde, uma união possível?”, *Cadernos de saúde pública*, 12(3), 389-397, 1996.
- [9] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. “Conheça as cidades e estados do Brasil”, 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em setembro de 2018.
- [10] PNUD/IPEA/FJP, “Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil”, 2013. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/>>. Acesso em setembro de 2018.
- [11] Oliveira, C.S.; Matos, H.J.D.; Ramos, F.L.D.P.; Pinto, A.Y.D.N.; Almeida, M.D.P.S.; Guimarães, V.D.P.R.; Graim, P.N.D.; Gomes, S.L.T.S.; Santos, A.D.C.M.; Anjos, M.V.; Lima, J.A.; Pereira, A.P. “Acompanhamento de gestantes com confirmação laboratorial de infecção pelo vírus Zika na região metropolitana de Belém, Estado do Pará. Brasil: dados preliminares”, *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 7(esp), 209-211, 2016.
- [12] Moraes, B.C.; Costa, J.M.N.; Costa, A.C.L.; Costa, M.H. “Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará”, *Acta Amazônica*, 35(2), 207-214, 2005.
- [13] Bastos, T.X.; Pacheco, N.A.; Nechet, D.; Abreu Sá, T.D. “Aspectos Climáticos de Belém nos Últimos Cem Anos”, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 31pp., 2002.