

ANÁLISE ESPACIAL DA DISTRIBUIÇÃO DOS CASOS DE DENGUE E SUA RELAÇÃO COM FATORES CLIMÁTICOS NO ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL

Karwhory W. L. Silva^{1*}, Isadora B. Rodrigues², Daniela C. S. Gomes², Anderson G. Ramos³, Janaina A. Silva⁴, Vanessa G. A. Almeida⁵, Márcia A. P. O. Esteves⁵, Viviane M. L. Galvão⁶, Amanda L. Cunha⁷, Saskya A. Fonseca⁸, Rafael C. Catão⁹, Thiago J. Matos-Rocha⁸

1. Bacharel em Biomedicina e em Farmácia pelo Centro Universitário Cesmac
2. Mestranda em Análise de Sistemas Ambientais pelo Cesmac
3. Mestre em Análise de Sistemas Ambientais pelo Cesmac
4. Graduanda em Farmácia pelo Cesmac
5. Bacharela em Farmácia pelo Cesmac
6. Mestra em Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco
7. Doutoranda em Biotecnologia pela Universidade Federal de Alagoas
8. Professor(a) Dr.(a) do Cesmac
9. Professor Dr. da Universidade Federal do Espírito Santo

Resumo

A dengue é influenciada diretamente por condições ambientais. Em virtude do clima tropical e um desenvolvimento urbano desacompanhado de investimentos públicos na infraestrutura, o Brasil criou condições adequadas para a rápida dispersão do vetor e endemização da dengue. Buscou-se analisar a distribuição espacial dos casos de dengue e a sua relação com os fatores climáticos no estado de Alagoas. Foram realizados estudos estatísticos de correlação entre a dengue e as variáveis climáticas e, através de técnicas de modelagem bayesiana com a criação do Índice de Carência Socioambiental. Foi observado um comportamento sazonal da dengue em Alagoas, com maiores casos nos meses de março, junho, abril, maio e julho. Na análise de correlação com o clima, observou-se uma correlação Pearson positiva de 0,81 com o índice pluviométrico e, de 0,58 com a umidade relativa do ar. Dessa forma, o estudo pôde elucidar a correlação entre os fatores climáticos e a incidência da dengue no estado de Alagoas.

Palavras-chave: Condições ambientais; Endemização da dengue; Padrão socioespacial.

Introdução

A dengue, por ser transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, é influenciada diretamente por essas condições ambientais. Em virtude do clima tropical e um desenvolvimento urbano desacompanhado de investimentos públicos na infraestrutura, o Brasil criou condições adequadas para a rápida infestação do vetor e endemização da dengue (ROQUE; ALMEIDA; MOREIRA, 2017).

O clima é um dos fatores de importância na distribuição temporal e espacial das arboviroses. Condições favoráveis de temperatura e pluviosidade proporcionam a longevidade e fecundidade dos mosquitos. A região Nordeste por apresentar uma vulnerabilidade climática e, baixos indicadores socioeconômicos, tende a apresentar o maior número de casos prováveis do país (NASCIMENTO, 2018).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2015), Alagoas é o estado do Nordeste com maior vulnerabilidade social, apresentando baixos avanços na infraestrutura urbana, capital humano e trabalho. Se registra casos de dengue em Alagoas desde a implementação do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), sendo incidente números de infectados acima da média nacional. No entanto, não há estudos relacionando fatores socioambientais à endemia no estado (LIRA, 2016; SOUZA; TAVARES, 2019).

Essa problemática é bastante discutida pela Organização Mundial da Saúde. Em um fórum realizado por representantes da saúde, foi indagado que a ineficiência dos planos de contingência da dengue se deve ao uso inadequado dos dados gerados para a criação de um sistema de alerta precoce. A combinação de um estudo espacial junto aos indicadores de risco aumenta substancialmente a eficiência de regiões com recursos limitados (BOWMAN *et al.*, 2016; OLLIARO *et al.*, 2018; SILVA; LIBÓRIO; HADDAD, 2018).

O objetivo do trabalho foi analisar a distribuição espacial dos casos de dengue e a sua relação com os fatores climáticos no estado de Alagoas, Brasil.

Metodologia

Foi realizado um estudo transversal retrospectivo de caráter descritivo no estado de Alagoas. Seguindo a linha proposta por MONTEIRO (1976) e MENDONÇA (2001), o presente estudo utilizou uma perspectiva metodológica de abordagem multidisciplinar, envolvendo aspectos geográficos e biológicos, a fim de identificar o padrão socioespacial e climático das ocorrências de dengue no município: Sistema Clima Urbano (SCU) e Sistema Ambiental Urbano (SAU).

Os dados sobre as prevalências da dengue e sua espacialização, através do endereço de residência dos casos confirmados, foram referentes aos anos entre 2007 e 2017, obtidos pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), fornecidos pela Coordenadoria de Vigilância e Saúde Ambiental da Secretaria Estadual de Alagoas.

Para as avaliações climáticas foram utilizados dados meteorológicos de pluviosidade, temperatura do ar

(máxima, mínima e média) e umidade relativa do ar, gerados a partir do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.

Esses parâmetros meteorológicos (precipitação, temperatura do ar e umidade relativa) de Alagoas, foram tratados utilizando o programa Microsoft Excel® 2018 e tabulados para as posteriores operações estatísticas, tais como, soma, média, máximo, mínimo, desvio padrão e a correlação.

Após a revisão e correção dos dados notificados, os endereços dos casos foram georreferenciados com o software ArcMap 9.2 (ENSRI), segundo os parâmetros: Elipsóide Internacionald Hayford, Projeção Universal de Mercator, Datum Horizontal. Com a obtenção das coordenadas de latitude e longitude, foi realizada geocodificação dos casos em base cartográfica digitalizada de Alagoas, contendo a malha dos municípios, utilizando o pacote Maptools do software R 2.15.0 (R Development Core Team, 2012).

Para analisar a correlação entre as variáveis climáticas e a incidência da dengue, foi realizada técnicas de estatística com o coeficiente de Correlação de Pearson, conforme equação descrita abaixo:

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}} \quad (1)$$

em que:

x = variáveis meteorológicas;

\bar{x} = média de x ;

y = endemia;

\bar{y} = média de y ;

r = coeficiente de correlação entre a endemia e as variáveis meteorológicas.

Após o cálculo das diversas correlações em um único recorte temporal, definiu-se uma tabela denominada Matriz de Correção. O Teste de Correlação para testar o coeficiente de correlação é utilizado para testar o coeficiente de correlação entre duas variáveis. As hipóteses testadas são:

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Onde o resultado de cada comparação possui uma estatística chamada de p-valor. Esta estatística é que nos ajuda a concluir sobre o teste realizado. Caso esse valor seja maior que o nível de significância adotado (*erro ou α*), concluímos, portanto que a H_0 (a hipótese nula) é a hipótese verdadeira, caso contrário ficamos com H_1 , a hipótese alternativa.

Resultados e Discussão

A distribuição mensal do somatório da ocorrência dos casos de dengue no período de 2007 a 2017 (**Gráfico 1**) mostra que os meses de maiores ocorrências de dengue foram os de março, abril, maio junho e julho, respectivamente, totalizando 66% das ocorrências.

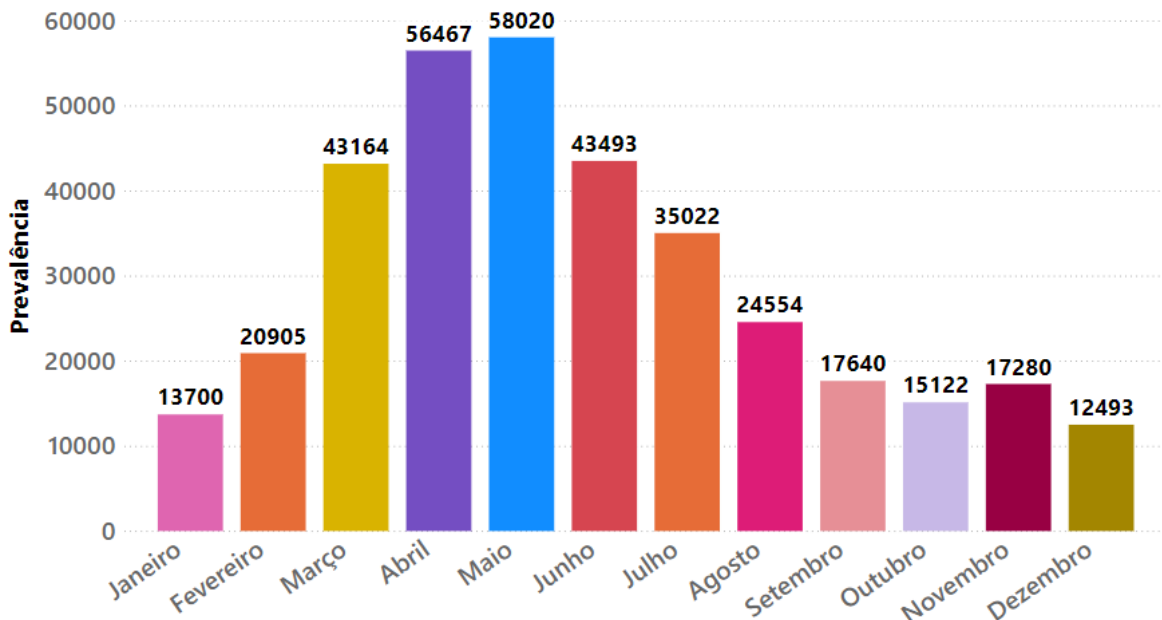


Gráfico 1 - Somatório das ocorrências de casos de dengue por mês no período de 2010 a 2017.

Não atingindo nem 10% de casos de dengue por mês, as menores ocorrências de dengue em Alagoas na ordem decrescente ocorreram em agosto, fevereiro, setembro, novembro, outubro, janeiro e dezembro (**Gráfico 2**). A disparidade de casos confirmados de dengue entre os meses de maio e dezembro tem uma diferença de 45.527 pessoas doentes, ou seja, os casos divergem em uma proporção de 78,46%.

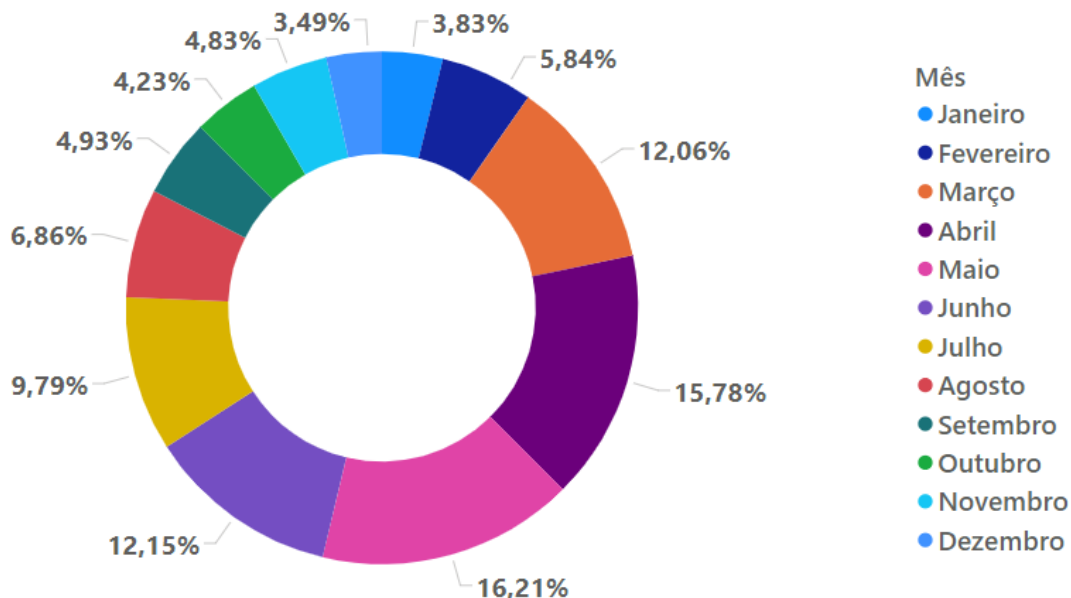


Gráfico 2 - Porcentagens das ocorrências de dengue em Alagoas por mês no período de 2007 a 2017.

Correlacionando os números de casos de dengue no período de 2007 a 2017 acumulados por mês, pôde-se observar uma tendência sazonal que se evidencia no início dos períodos chuvosos, onde o acúmulo pluviométrico pode chegar a 500 mm. O **Gráfico 3** mostra que o mês de maio corresponde as maiores ocorrências de dengue, assim, como também acontecem os maiores volumes de precipitação pluviométrica. Além disso, o menor mês de precipitação pluviométrica também coincidiu com o menor mês de ocorrência de dengue em Alagoas.

Com isso, foi possível identificar uma proporção direta ao analisar a sazonalidade da ocorrência dos casos com o volume da água da chuva. O desenvolvimento e longevidade do mosquito *Aedes aegypti* depende da temperatura. Segundo Ferreira, Neto e Mondini (2018), os períodos de desenvolvimento de ovo, larva, pupa e de ovo a adulto diminuem nos extremos de temperaturas (18 e 34°C), apresentando maior viabilidade com temperaturas entorno de 25°C, onde as fêmeas sobrevivem duas vezes mais e, produzem 40% mais ovos viáveis (NASCIMENTO, 2018).

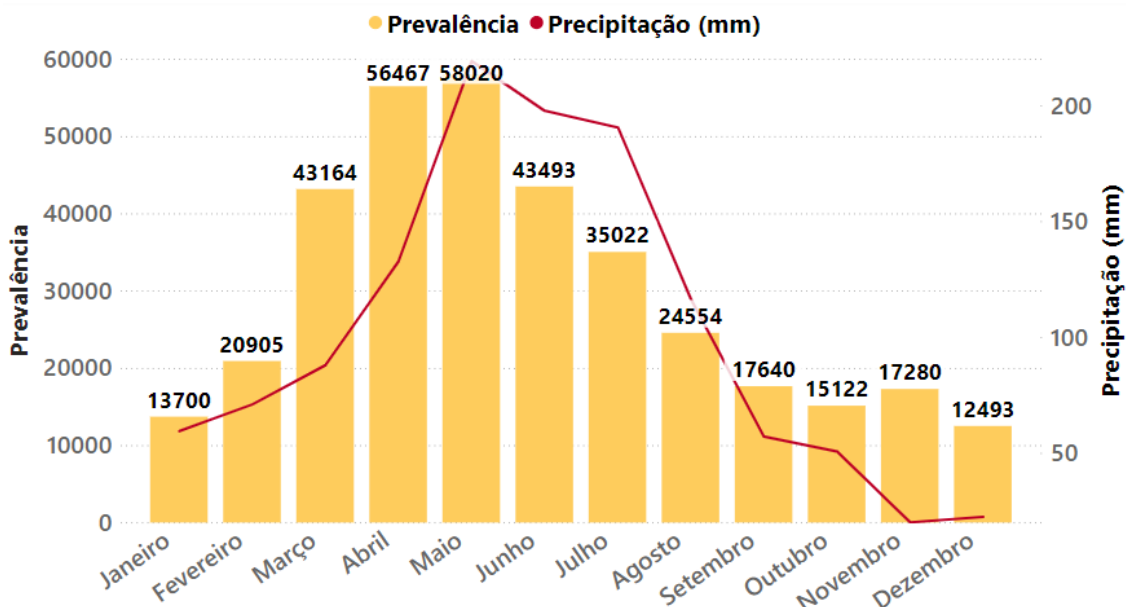


Gráfico 3 - Relação entre somatório mensal das ocorrências dos casos de dengue em Alagoas e o Índice Pluviométrico acumulado do período de 2007 a 2017.

A partir da correlação de Pearson, comprovou-se na análise, a ligação diretamente proporcional da prevalência de dengue nos municípios do estado de Alagoas com a precipitação pluviométrica (**Gráfico 4**). Com um resultado de 0,81 positivo, isso demonstra uma forte influência de chuvas no número de casos de dengue, já que quanto mais próximo do 1 maior a correlação.

Outra correlação com a prevalência de dengue considerada foi com a umidade relativa do ar. De acordo com Yang *et al.* (2021) um coeficiente de Pearson de 0,58 positivo representa uma correlação moderada entre

as variáveis. Isso comprova estatisticamente as observações realizadas anteriormente sobre a dinâmica entre a umidade relativa do ar e o número de casos de dengue.

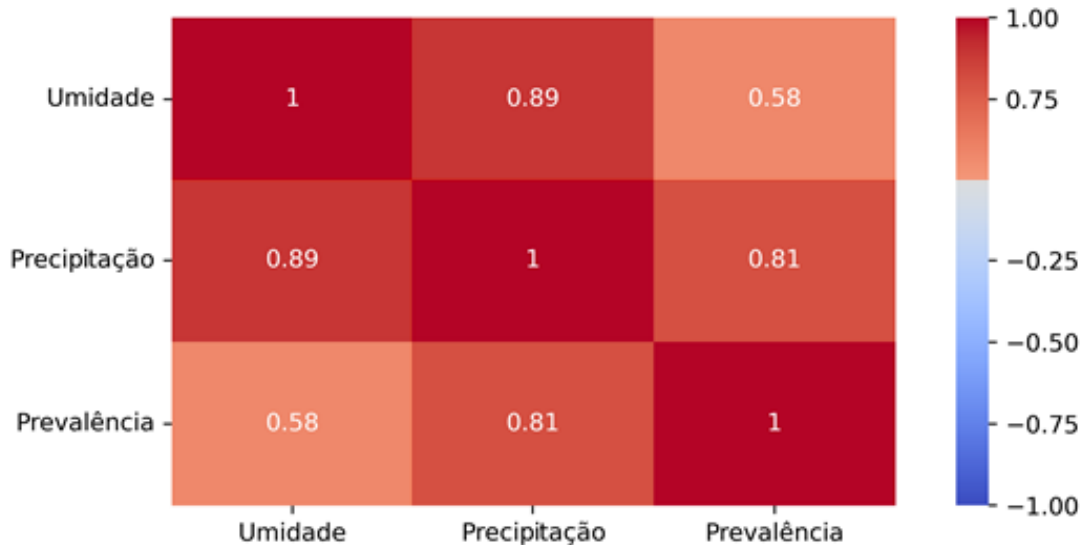


Gráfico 4 - Correlações de Pearson entre as variáveis climáticas e o número de casos de dengue em Alagoas.

Conclusões

De acordo com o coeficiente de Pearson, a quantidade de chuva e a umidade demonstram estar fortemente relacionada com o número de casos de dengue em Alagoas. Já a temperatura não apresentou índice de correlação relevante, demonstrando não ter tanta influência na prevalência da arbovirose estudada no estado de Alagoas.

Adicionalmente, efeitos aleatórios espacialmente estruturados e não estruturados foram modelados a partir de prioris definidas por um campo aleatório de Markov e prioris gaussianas com média zero, respectivamente. Os resultados obtidos demonstraram a presença de variação na distribuição geográfica na incidência de dengue no estado de Alagoas e, esta variação se mostrou associada às características socioambientais das áreas analisadas.

Referências bibliográficas

BOWMAN, L. R. *et al.* Alarm variables for dengue outbreaks: a multi-centre study in Asia and Latin America. **PLoS ONE**, v. 11, n. 6, p. e0157971, 2016.

FERREIRA, A. C.; NETO, F. C.; MONDINI, A. Dengue em Araraquara, SP: epidemiologia, clima e infestação por *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, n. 18, p. 1-10, 2018.

LIRA, E. L. **Aspectos epidemiológicos das infecções por arbovírus em pacientes do Hospital Escolar Dr. Hélio Auto (HEHA) - Maceió/AL**. 2016. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

MENDONÇA, F. **Clima e Criminalidade: ensaio analítico da correlação entre a temperatura do ar e a incidência de criminalidade urbana**. Curitiba: Editora UFPR, 2001.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976.

NASCIMENTO, C. R. **Ocorrência de arboviroses e sua correlação com aspectos socioambientais na comunidade de Santa Bárbara, João Pessoa/PB - Brasil**. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

OLLIARO, P. *et al.* Improved tools and strategies for the prevention and control of arboviral diseases: A research-to-policy forum. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 2, p. e0005967, 2018.

ROQUE, D. M.; ALMEIDA, F. M.; MOREIRA, V. S. **Política pública de combate à dengue por condicionantes socioeconômicos**. Encontro Brasileiro de Administração Pública, IV, João Pessoa, 2017. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Administração Pública, 2017.

SILVA, F. S.; LIBÓRIO, M. P.; HADDAD, P. B. Relação geográfica entre índice de vulnerabilidade social e a transmissão da dengue: estudo de caso de Praia. **Revista Espinhaço**, v. 7, n. 2, p. 39-48, 2018.

SOUZA, R. S.; TAVARES, M. G. Território alagoano (Brasil): contribuições à história e geografia de suas cidades. **Confins: Revista Franco-Brasileira de Geografia**, v. 40, n. 40, p. 1-16, 2019.

YANG, Q. *et al.* Linear correlation analysis of ammunition storage environment based on Pearson correlation analysis. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1948, n. 1, 1 jun. 2021.