

# Investigação dos Efeitos da Temperatura e da Mobilidade Humana na Dinâmica de Transmissão da Dengue

Matheus Moreira Costa<sup>1</sup>

Unesp, Botucatu, SP

Fernando Luiz Pio dos Santos<sup>2</sup>

Unesp, Botucatu, SP

A Dengue é uma doença viral causada por um flavivírus transmitido por artrópodes do gênero *Aedes*. A picada do mosquito fêmea da espécie *Aedes aegypti*, contaminada por este vírus, é que transmite a doença para os humanos. Essa enfermidade constitui um grande problema de saúde pública em muitas regiões tropicais e subtropicais do mundo, em que essa espécie de mosquito está presente [10].

O controle da doença se dá basicamente diminuindo a quantidade de mosquitos, através de dedetização e, principalmente, da eliminação de possíveis criadouros. Os fatores sazonais, como temperatura e pluviosidade, influenciam diretamente na quantidade de criadouros potenciais disponíveis, influenciando assim na dispersão da doença. Além disso, os fatores climáticos também alteram o ciclo de vida e o comportamento dos mosquitos [6, 8].

As variáveis climáticas não são as únicas que podem alterar a propagação da dengue. A mobilidade humana, por meio de viagens e transportes urbanos, contribuem para a disseminação de doenças infecciosas como a dengue, uma vez que nessas viagens o vírus pode ser transportado de uma região para outra [1, 2, 4, 6].

Este trabalho teve como objetivo investigar os efeitos da temperatura e da mobilidade humana na transmissão da dengue. Para isso, foi utilizado um modelo matemático compartimental de equações diferenciais ordinárias não-lineares. Para se estudar a influência da mobilidade humana, o ambiente, inicialmente considerado contínuo, foi discretizado, ou seja, dividido em fragmentos, sítios ou *patches*.

A população humana de cada *patch*  $i$  foi dividida em humanos suscetíveis ( $H_{Si}$ ), infectados ( $H_{Ii}$ ) e recuperados ( $H_{Ri}$ ). A população de mosquitos foi dividida em adultos e não adultos (ovo, larva e pupa). A população de mosquitos adultos foi subdividida, para cada *patch*, em suscetíveis ( $M_{Si}$ ) e infectados ( $M_{Ii}$ ) e os não adultos foram representados por  $A_i$ .

Foi realizada a análise de estabilidade do modelo para dois *patches*, determinando-se os números reprodutivo básico ( $\mathcal{R}_0$ ) e o básico de descendência ( $Q_0$ ). Simulações numéricas foram realizadas para os casos:  $Q_0 < 1$ ,  $Q_0 > 1$  e  $\mathcal{R}_0 < 1$ ,  $Q_0 > 1$  e  $\mathcal{R}_0 > 1$ , com o intuito de ilustrar a convergência dos pontos de equilíbrio obtidos na análise. Para a mobilidade foram simulados os casos unidirecional, bidirecional simétrica e assimétrica. A influência da temperatura foi ilustrada por meio de parâmetros, como indicado por [3].

Espera-se que este tipo de análise possa contribuir para um melhor entendimento da dispersão de doenças causadas por vetores, na tentativa de buscar as melhores estratégias de controle. Pretende-se estender essa análise considerando outros fatores climáticos, como a pluviosidade, para tornar o modelo ainda mais realístico.

---

<sup>1</sup>matheus.m.costa@unesp.br

<sup>2</sup>fernando.pio@unesp.br

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

- [1] Almeida, G. C. Modelo Matemático Espaço Discreto para Análisis de de Propagação da Dengue, Dissertação de Mestrado, Unesp, 2017.
- [2] Colizza V., Barrat A., Barthelemy M., Vespignani A. The role of the airline transportation network in the prediction and predictability of global epidemics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(7): 2015-2020, 2006. DOI:10.1073/pnas.0510525103.
- [3] Esteva, L., Yang, H. M. Assessing the effects of temperature and dengue virus load on dengue transmission. *Journal of Biological Systems*, 23(4): 527-554, 2015. DOI:10.1142/S0218339015500278.
- [4] Kouokam E., Auger P., Hbid H., Tchunte M. Effect of the Number of Patches in a Multi-patch SIRS Model with Fast Migration on the Basic Reproduction Rate. *Acta Biotheoretica*, 56: 75-86, 2008. DOI:10.1007/s10441-008-9036-y.
- [5] Maidana, A. M., Yang, H. M. Describing the geographic spread of dengue disease by traveling waves. *Mathematical Biosciences*, 215: 64-77, 2008. DOI:10.1016/j.mbs.2008.05.008.
- [6] Phaijoo G. R., Gurung D.B. Modeling Impact of Temperature and Human Movement on the Persistence of Dengue Disease, *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2017:1-9, 2017. DOI:10.1155/2017/1747134.
- [7] Santos, F. L. P. Patches Approach to Investigate the Populational Dynamics in Dengue, *Tema*, 18: 3-14, 2017. DOI:10.5540/tema.2017.018.01.0003
- [8] Silva, L. S. B., Cardoso, R. T. N., Fernandes, J. L. A., Silva, C. A., Eiras, A. E. Modelo entomológico determinístico sob efeito da pluviosidade para o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*. *Tema*, 19:289-303, 2018. DOI: 10.5540/tema.2018.019.02.289.
- [9] Takahashi, L. T.; Maidana, N. A.; Ferreira Jr, W. C.; Pulino, P.; Yang, H.M. Mathematical models of *Aedes aegypti* dispersal dynamics: travelling waves by wing and wind. *Bulletin of Mathematical Biology*, 67: 509-528, 2005. DOI:10.1016/j.bulm.2004.08.005.
- [10] World Health Organization. *Dengue: Guidelines for Diagnosis, Treatment, prevention and control, 2a. edição*. WHO, Geneva, 2009. ISBN:9789241547871.
- [11] Yang, H. M., Macoris, M. L. G., Galvani, K. C.; Andrighetti, M. T. M. Follow up estimation of *Aedes aegypti* entomological parameters and mathematical modellings. *BioSystems*, 103: 360-371, 2011. DOI:10.1016/j.biosystems.2010.11.002
- [12] Yang, H. M. The transovarial transmission in the dynamics of dengue infection: epidemiological implications and thresholds. *Mathematical Biosciences*, 286: 1-15, 2017. DOI:10.1016/j.mbs.2017.01.006.