Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 7, n. 1, 2020.

Trabalho apresentado no XXXIX CNMAC, Uberlândia - MG, 2019.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Dengue em Ayacucho no Peru

Nelson Q. Cuba[1]
Departamento de Matemática, UFJF, Minas Gerais, Brasil
Lucy T. Takahashi [2]
Departamento de Matemática, UFJF, Minas Gerais, Brasil

1 Introdução

A dengue encontra-se em mais de 100 países, pelo mundo. Neste trabalho, realizamos um levantamento histórico de como foi a propagação da dengue no Peru, no período de 2000 a 2018, e em especial no estado de Ayacucho cujo o primeiro caso ocorreu em 2013. Descrevemos a propagação da dengue na região norte de Ayacucho, utilizando a malha rodoviária que liga as cidades dessa região, por onde ocorre o transporte de mosquitos e humanos (Takahashi *et. al*, 2004). Além disso, propomos medidas de controle desta propagação e visualização de possíveis comportamentos para os próximos anos.

2 O Modelo

O modelo, em [2], descreve a propagação da dengue considerando compartimentos do tipo SIR para os humanos, (H_S^i, H_I^i, H_R^i), e do tipo SI para os mosquitos, (M_S^i, M_I^i), em cada cidade, i, $i = 1, \ldots, n$, onde n é o número de cidades da rede, e é dado por:

$$\begin{cases} \dfrac{dM_S^i}{dt} = \nu^i M^i \left(1 - \dfrac{M^i}{k^i}\right) - \mu_M^i M_S^i - \beta^i M_S^i H_I^i - \displaystyle\sum_{j \neq i} f_{ji} \beta^i M_S^i H_I^j \\ \dfrac{dM_I^i}{dt} = -\mu_M^i M_I^i + \beta^i M_S^i H_I^i + \displaystyle\sum_{j \neq i} f_{ji} \beta^i M_S^i H_I^j + \sum_{j=1}^{n} \tau_{ji} M_I^j - \sum_{j=1}^{n} \tau_{ij} M_I^i \\ \dfrac{dH_S^i}{dt} = \mu_H (H^i - H_S^i) - \lambda^i H_S^i M_I^i - \displaystyle\sum_{j \neq i} f_{ij} \lambda^j H_S^i M_I^j \\ \dfrac{dH_I^i}{dt} = -(\mu_H + \alpha) H_I^i + \lambda^i H_S^i M_I^i + \displaystyle\sum_{j \neq i} f_{ij} \lambda^j H_S^i M_I^j \end{cases} \tag{1}$$

onde k é a capacidade de suporte e ν, β, μ_M são as taxas de oviposição, de contágio e de mortalidade dos mosquitos, respectivamente; e λ, α, μ_H são as taxas de contágio, de

[1]nelcuba.mat@gmail.com
[2]ltiemi@gmail.com

recuperação e de mortalidade dos humanos, respetivamente. τ_{ij} e f_{ij} representam as taxas de transporte dos mosquitos e dos humanos da cidade i para a cidade j, respetivamente.

Para a análise qualitativa do modelo consideramos as todas as n cidades como uma só. E adimensionalizamos o sistema usando as seguintes unidades: ν^{-1} para o tempo, H para a população de humanos e k para a população de mosquitos, os quais nos dão um sistema com cinco novos parâmetros adimensionais: $\mu_H^* = \frac{\mu_H}{\nu}, \mu_M^* = \frac{\mu_M}{\nu}, \beta^* = \frac{\beta H}{\nu}, \lambda^* = \frac{\lambda k}{\nu}$ e $\alpha^* = \frac{\alpha}{\nu}$. Daí, obtemos três pontos de equilíbrio: $P_0 = (0,0,1,0), P_1 = (1-\mu_M^*, 0, 1, 0)$ e $P_2 = (M_S^\circ, M_I^\circ, H_S^\circ, H_I^\circ)$, onde $H_S^\circ = \frac{1}{\mu_H^*}\{\mu_H^* - (\mu_H^* + \alpha)H_I^\circ\}$, $M_I^\circ = \left\{\frac{1-\mu_M^*}{\mu_M^* + \beta H_I^\circ}\right\}\beta H_I^\circ$ e $M_S^\circ = 1 - \mu_M^* - M_I^\circ$. E, por meio da matriz da próxima geração [1], obtemos o número básico de reprodutibilidade basal, $\mathcal{R}_0 = \frac{\lambda^*}{\mu_M^*}\left(\frac{1-\mu_M^*}{\mu_H^* + \alpha^*}\right)\beta^*$.

2.1 Simulações

Nas simulações (Runge-Kutta de 4^a ordem) os parâmetros são de [2]. Na Figura 1 apresentamos o comportamento das subpopulações M_I, H_I e H_R, durante 120 dias, em cada uma das 7 cidades escolhidas. Nas simulações posteriores utilizamos dados climáticos da região de Ayacucho, para definir alguns dos parâmetros.

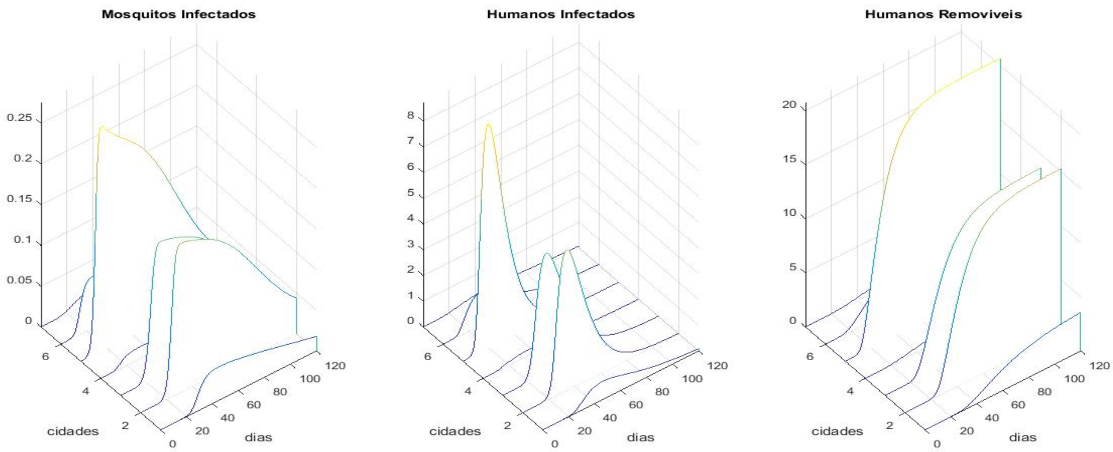

Figura 1: Dinâmica de M_I, H_I e H_R em cada uma das 7 cidades durante 120 dias após a introdução de 2 pessoas infectadas na cidade 5. A dengue espalha-se pela rede causando epidemias.

Agradecimentos

À Capes pelo apoio financeiro.

Referências

[1] F. Brauer and C. C. Chavez. *Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology*, 2^a edição. Springer, New York, 2012.

[2] L.T. Takahashi, W. C. Ferreira Jr. e L. A. D'Afonseca. Propagação da Dengue entre Cidades, *Biomatemática*, 14: 1-18, 2004.

