Uma análise matemática sobre o surto de Zika vírus no Rio de Janeiro

Michel Tosin, Eber Dantas, Americo Cunha Jr

▶ **To cite this version:**

Michel Tosin, Eber Dantas, Americo Cunha Jr. Uma análise matemática sobre o surto de Zika vírus no Rio de Janeiro. Semana do IME 2016, Oct 2016, Rio de Janeiro, Brazil. . hal-01633211

HAL Id: hal-01633211
https://hal.science/hal-01633211

Submitted on 11 Nov 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

Uma análise matemática sobre o surto de Zika vírus no Rio de Janeiro

Michel Antonio Tosin Caldas
Eber Dandas de Sá Paiva
Americo Barbosa da Cunha Junior

michel.tosin@uerj.br eber.paiva@uerj.br americo@ime.uerj.br

NUMERICO – **Nú**cleo de **M**odelagem e **E**xper**i**mentação **Co**mputacional

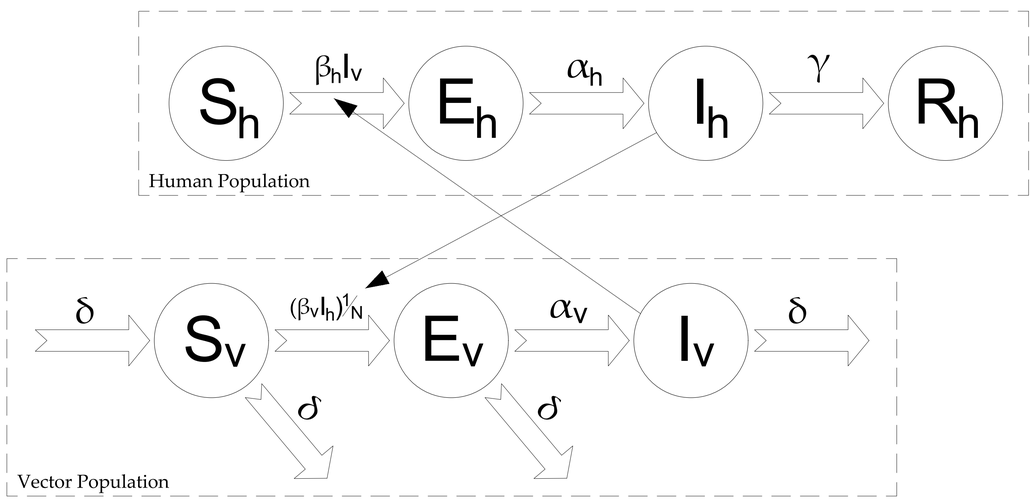
Introdução

O assunto Zika vírus tem sido alvo de grande atenção recentemente devido ao alto grau de surtos que têm ocorrido pelo mundo nos últimos anos e principalmente por causa de sua relação com o desenvolvimento de outras doenças, como a microcefalia. No que diz respeito à matemática, modelos capazes de prever a evolução de um surto de Zika tem sido buscados, permitindo-se estipular o número de novos infectados por semana, para que os órgãos de saúde possam tomar as medidas cabíveis.

Este trabalho se propõe a analisar e calibrar um modelo de epidemia SEIR (suscetível, exposto, infectado e recuperado) para o surto de Zika vírus no Rio de Janeiro ocorrido em 2016, baseado em uma análise numérica semelhante à aplicada para a evolução da doença em ilhas da Polinésia Francesa [1].

Modelo matemático

Para fins de modelagem, neste trabalho apenas a transmissão da Zika por meio da picada dos mosquitos do gênero Aedes será considerada. Para descrever o surto de vírus Zika no Rio de Janeiro, será utilizado um modelo de epidemia de tipo SEIR, adaptado de um utilizado na Polinésia Francesa [1]:



O fluxo (evolução) de indivíduos através dos grupos segue as regras definidas pelo seguinte conjunto de equações diferenciais:

$$\frac{\mathrm{d}S_h}{\mathrm{d}t} = -\beta_h\, S_h\, I_v$$

$$\frac{\mathrm{d}E_h}{\mathrm{d}t} = \beta_h\, S_h\, I_v - \alpha_h\, E_h$$

$$\frac{\mathrm{d}I_h}{\mathrm{d}t} = \alpha_h\, E_h - \gamma\, I_h$$

$$\frac{\mathrm{d}R_h}{\mathrm{d}t} = \gamma\, I_h$$

$$\frac{\mathrm{d}C}{\mathrm{d}t} = \alpha_h\, E_h$$

$$\frac{\mathrm{d}S_v}{\mathrm{d}t} = \delta - \beta_v\, S_v\, \frac{I_h}{N} - \delta\, S_v$$

$$\frac{\mathrm{d}E_v}{\mathrm{d}t} = \beta_v\, S_v\, \frac{I_h}{N} - (\delta + \alpha_v)\, E_v$$

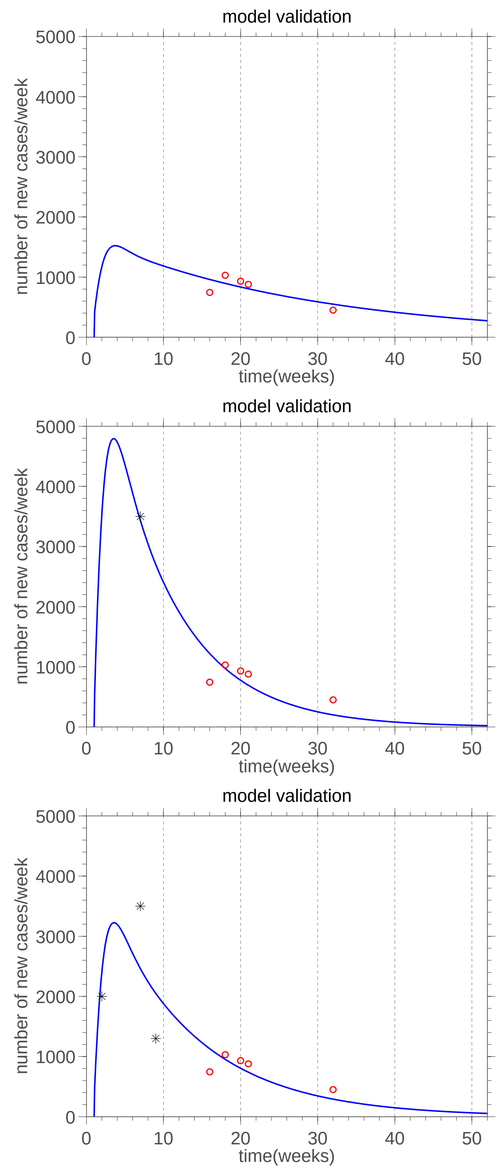
$$\frac{\mathrm{d}I_v}{\mathrm{d}t} = \alpha_v\, E_v - \delta\, I_v$$

S - populações de suscetíveis
E - populações de incubados
I - populações de infectados
R - populações de recuperados
h - relativo a humanos
v - relativo ao vetor

β - taxas de transmissão
γ - taxa de recuperação
α - proporção de incubação
$1/\delta$ - tempo de vida do vetor
N - população de humanos
t - tempo

Calibração do modelo

A calibração foi feita segundo o método *Trust Region Reflective* [2] para adequação dos parâmetros. Os dados utilizados da epidemia (pontos vermelhos) pertecem ao Ministério da Saúde [3]. O asterisco no 2^o gráfico é um valor não oficial da infecção que circulou na mídia brasileira, utilizado no método para a calibração. Os outros dois asteriscos no 3^o gráfico resultaram de estimativas consistentes na procura pela melhor curva que se encaixasse aos dados oficiais.



Considerações finais

O modelo SEIR considerado foi calibrado para descrever a situação epidêmica carioca provocada pelo vírus Zika. O resultado se demonstrou qualitativamente satisfatório, porém os parâmetros que conferiram as curvas não condizem com a realidade: o terceiro gráfico é decorrente de $\beta_h = 0.0039\,\text{dias}^{-1}$, uma interação mosquito-homem a cada 256 dias. Em trabalhos futuros, os autores visam estabelecer um modelo estocástico para uma melhor análise quantitativa da confiabilidade do sistema SEIR aplicado a essa epidemia.

Agradecimentos

FAPERJ Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CAPES

Referências:

[1] Kucharski, A. J., Funk, S., Eggo, R. M., Mallet, H., Edmunds, W. J., Nilles, E. J. Transmission Dynamics of Zika Virus in Island Populations: A Modelling Analysis of the 2013–14 French Polynesia Outbreak. PLOS Neglected Tropical Diseases, 2016. http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0004726

[2] Coleman, T.F., and Li, Y., An Interior, Trust Region Approach for Nonlinear Minimization Subject to Bounds. SIAM Journal on Optimization, 6:418–445, 1996. http://dx.doi.org/10.1137/0806023

[3] Brazil's Ministry of Health Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika. Boletim Epidemiológico, Vol.47, Number 18-33. 2016. https://goo.gl/cim1TX