

## **Incerteza na estabilidade e na bifurcação em modelo SIR para epidemias**

**Juliana Yukari Kodaira**

Mestranda em Biometria - Departamento de Bioestatística/IB, Universidade Estadual Paulista,  
Campus de Botucatu-Rubião Jr. ,Botucatu, São Paulo 18618-000, Brasil.

[jykodaira@ibb.unesp.br](mailto:jykodaira@ibb.unesp.br)

**José Raimundo de Souza Passos**

Departamento de Bioestatística/IB, Universidade Estadual Paulista,  
Campus de Botucatu-Rubião Jr. ,Botucatu, São Paulo 18618-000, Brasil.

[jrpastos@ibb.unesp.br](mailto:jrpastos@ibb.unesp.br)

### **RESUMO**

O modelo do tipo SIR (Susceptível Infectado Recuperado) é uma formulação compartimental clássica que descreve a dinâmica de uma dada doença, seja em seres humanos, animais ou em plantas.

A epidemiologia teórica exerce um papel fundamental no estudo dessa dinâmica, pois permite a análise do fenômeno tanto sob o ponto de vista determinístico (análise de sensibilidade) como também probabilístico (simulação de Monte Carlo), possibilitando assim configurar cenários relacionados à evolução da doença.

Este trabalho tem por objetivo, inicialmente, verificar os efeitos das flutuações aleatórias uniformes nos parâmetros do modelo SIR com taxa de incidência não linear assintótica (Xue-Zhi et al., 2009): na estabilidade dos pontos de equilíbrio, na bifurcação e no parâmetro  $R_0$  – que define a capacidade intrínseca que um organismo patogênico tem de infectar e se estabelecer num hospedeiro.

O parâmetro  $R_0$  assume papel fundamental na dinâmica do processo infeccioso, pois define sua extinção ( $R_0 < 1$ ), ou sua proliferação, epidemia ( $R_0 > 1$ ). Numa etapa posterior, com base nos resultados das simulações obtidas, é apresentada uma distribuição de probabilidade empírica para  $R_0$  e a sua função de risco. Deste modo, podem ser estimadas as probabilidades de extinção,  $P(R_0 < 1)$ , e de epidemia,  $P(R_0 > 1)$ , do processo infeccioso.

Finalmente, é feita uma análise de sensibilidade relativa nas funções dos pontos de equilíbrio do modelo SIR proposto, com o objetivo de verificar a influência relativa de cada um dos parâmetros do modelo.

**Palavras-chave:** *Epidemiologia, incidência não-linear, simulação de Monte Carlo, análise de sensibilidade.*

## Referências

- [1] Xue-Zhi Li, Wen-Sheng Li, M. Ghosh. Stability and bifurcation of an SIR epidemic model with nonlinear incidence and treatment. *Applied Mathematics and Computation* 210 141–150, (2009).
- [2] L. Edelstein-Keshet, *Mathematical Models in Biology*. SIAM, Random House, New York N.Y. (2005).
- [3] W. Wang, S. Ruan, Bifurcation in an epidemic model with constant removal rate of the infectives, *J. Math. Anal. Appl.* 291 75–793, (2004).
- [4] S.H. Strogatz, *Nonlinear Dynamics and Chaos*. Westview Press, Cambridge Mass. (1994).
- [5] S.S. Shapiro, A.J. Gross, *Statistical modeling techniques - Statistical, textbooks and monographs – vol. 38*. New York: Marcel Dekker, Inc. (1981).