

Um Modelo SIS com Concientização da População

Camila T. Schuh,¹ Luiz A. D. Rodrigues²
PPGMat/UFSM, Santa Maria, RS

O comportamento humano desempenha um papel muito importante na propagação de doenças infecciosas. Na fase inicial de uma epidemia as pessoas, em geral, não estão informadas sobre a doença, mas à medida que as informações se espalham, elas tomam medidas para reduzir suas chances de se tornarem infectadas. Isto torna-se particularmente necessário frente a uma doença desconhecida tal como ocorreu na pandemia causada pelo Coronavírus no início de 2020.

O principal objetivo deste trabalho é estudar os efeitos da mudança de comportamento das pessoas na propagação de uma doença infecciosa. Propomos um modelo epidemiológico do tipo SIS que considera mudanças no comportamento dos indivíduos de acordo com a percepção que eles têm da doença [1, 2]. O modelo inclui duas classes de suscetíveis: inconscientes (S_1) e conscientes (S_2) em relação à doença. As mudanças de comportamento são representadas por uma transição entre essas duas classes.

As equações do modelo formam o seguinte sistema:

$$\begin{cases} S_1' = \mu(1 - \kappa) - c_1 S_1 + c_2 S_2 - \beta_1 S_1 I + (1 - p)\gamma I - \mu S_1 \\ S_2' = \mu\kappa + c_1 S_1 - c_2 S_2 - \beta_2 S_2 I + p\gamma I - \mu S_2 \\ I' = (\beta_1 S_1 + \beta_2 S_2)I - \gamma I - \mu I \end{cases} \quad (1)$$

onde c_1 e c_2 representam as taxas de transição entre as duas classes de suscetíveis. β_1 e β_2 são as taxas de contato das populações de suscetíveis S_1 e S_2 , respectivamente; γ é a taxa de recuperação de um indivíduo infectado e p representa a fração de indivíduos infectados que retornam à classe dos suscetíveis conscientes após a recuperação. Para finalizar a descrição do modelo, observamos que a população é considerada constante, portanto $S_1 + S_2 + I = 1$. O parâmetro $\mu > 0$ é a taxa de natalidade e mortalidade, com uma fração κ de nascimentos na classe S_2 .

Em modelos epidemiológicos clássicos, o número reprodutivo básico R_0 de uma doença funciona como um parâmetro limiar. Uma bifurcação transcítica ocorre em $R_0 = 1$. Se $R_0 < 1$, a doença desaparece, o único equilíbrio estável é o livre da doença. Caso contrário, a fração de infectados na população aumenta, o equilíbrio endêmico torna-se estável.

Um resultado notável do modelo (1) é que, para determinados valores dos parâmetros, pode ocorrer uma bifurcação subcrítica. Neste caso, há biestabilidade para $R_0 < 1$; o equilíbrio livre da doença e o equilíbrio endêmico são estáveis.

Isto significa que para controlar uma epidemia é por vezes necessário reduzir o número reprodutivo básico muito abaixo de um. Este resultado tem relevância prática e altera consideravelmente algumas das estratégias de controle de epidemias.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES pela ajuda financeira no desenvolvimento deste trabalho.

¹camila.schuh@acad.ufsm.br

²luiz.diaz@ufsm.br

Referências

- [1] D. A. B. González. “Effects of preventive behavioral changes on the dynamics of infectious diseases”. Tese de doutorado. CIMAT - México, 2022.
- [2] K. P. Hadeler e P. Driessche. “Backward bifurcation in epidemic control”. Em: **Mathematical Biosciences** 146 (1997), pp. 15–35. DOI: 10.1016/S0025-5564(97)00027-8.