

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Estudo da Dinâmica de Epidemias em Redes Complexas

Gustavo H. Tomanik¹

Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP

Andriana S. L. O. Campanharo²

Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP

1 Introdução

Simulações computacionais de epidemias em cenários hipotéticos são ferramentas valiosas para entender e prever seu comportamento. Neste sentido, pesquisadores têm estudado modelos matemáticos e técnicas de computação capazes de descrever a transmissão direta de doenças (tais como gripe, HIV, varíola, etc.) entre indivíduos em diversos cenários [1, 2].

Estudos recentes têm mostrado que as *redes complexas* constituem um suporte natural para o estudo da propagação de epidemias [2, 3]. Uma rede complexa é descrita por um conjunto de vértices (nós) e arestas (conexões, ligações ou *links*) e algum tipo de interação entre os mesmos. O estudo de redes complexas utiliza conceitos da *Teoria de Grafos* [4], da Mecânica Estatística, da Física Não-Linear e de Sistemas Complexos [1].

Na modelagem de uma doença infecciosa por meio de uma rede complexa, cada um de seus nós constitui um indivíduo e suas arestas representam os contatos entre os mesmos. O processo epidêmico desenvolve-se conforme as características biológicas da enfermidade, as quais determinam as regras de transmissão usadas na modelagem.

2 Modelos Baseados em Indivíduos

Os Modelos Baseados em Indivíduos (MBI) em conjunto com a teoria de redes complexas têm sido crescentemente empregados na modelagem de processos infecciosos [1]. Um modelo MBI consiste de uma estrutura na qual ocorrem os relacionamentos entre um certo número de indivíduos (suscetíveis, infectados e recuperados), cujo comportamento é determinado por um conjunto de características [2]. A ideia principal de um modelo MBI é tratar o indivíduo como uma unidade básica, sendo a população de tamanho N o nome dado ao conjunto de entidades discretas (indivíduos) da qual é composta. Sua

¹gustavohenriquetomanik@gmail.com

²andriana@ibb.unesp.br

ênfase é na interação entre os indivíduos, cujas características evoluem estocasticamente no tempo. Matematicamente, a dinâmica associada ao comportamento médio do modelo MBI é descrita pelas seguintes equações [2]:

$$\begin{aligned} S(k+1) &= S(k) + \mu\Delta_t N - \mu\Delta_t S(k) - \frac{\beta\Delta_t I(k)S(k)}{N}, \\ I(k+1) &= I(k) - \mu\Delta_t I(k) - \gamma\Delta_t I(k) + \frac{\beta\Delta_t I(k)S(k)}{N}, \\ R(k+1) &= R(k) + \gamma\Delta_t I(k) - \mu\Delta_t R(k). \end{aligned}$$

onde os parâmetros β , γ e μ representam as taxas de contato, recuperação e renovação dos indivíduos, respectivamente.

3 Conclusões

O presente trabalho apresenta a modelagem computacional da propagação de uma doença infecciosa utilizando a teoria de redes complexas e o modelo MBI. Para isso, foram utilizadas redes complexas geradas a partir do modelo clássico de Wattz & Strogatz [5]. De modo geral, a evolução de uma dada doença foi investigada variando-se: (i) a topologia da rede de contatos; (ii) o número de indivíduos da população; (iii) a taxa de contato entre os indivíduos; (iv) a taxa de recuperação de um indivíduo e (v) as regras de mudança de estado do mesmo.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo: 15/22293-5.

Referências

- [1] M. E. J. Newman. *The spread of epidemic disease on networks*. Physical Review Letters, 2002. DOI: 10.1103/PhysRevE.66.016128.
- [2] A. C. L. Almeida, Modelos Matemáticos de Propagação de Epidemias Baseados em Redes Sociais e Detecção de Clusters de Doenças, Tese de Doutorado em Engenharia Elétrica, UFMG, (2011).
- [3] A. L. Barabási. *Linked - A Nova Ciência das Redes*. Leopardo Editora, São Paulo, 2009.
- [4] M. Goldbarg and E. Goldbarg. *Grafos - Conceitos, Algoritmos e Aplicações*. Elsevier, Rio de Janeiro, 2012.
- [5] D. J. Watts and S. H. Strogatz. Collective Dynamics of “Small World” Networks, *Letters to Nature*, 1998. DOI: 10.1038/30918.