

PROPAGAÇÃO EPIDÊMICA EM REDES: UM PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA O ENSINO SIGNIFICATIVO DE MATEMÁTICA

HATANAKA, Felipe Yuji¹; MENIN, Olavo Henrique².

¹Estudante do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - campus Sertãozinho; email: yuji.hatanaka@aluno.ifsp.edu.br

²Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - campus Sertãozinho; email: olavohmenin@ifsp.edu.br

PALAVRAS CHAVE: Redes randômicas; Modelos epidêmicos; Simulação Computacional.

1. Introdução e Justificativa

Com o primeiro caso em dezembro/2019, na China, a atual pandemia de COVID-19 já atingiu todos os continentes (com exceção da Antártida), afetando mais de 12 milhões de pessoa (WHO, 2020). Essa rápida propagação do vírus ilustra a interconectividade do mundo moderno e pode ser uma oportunidade para o ensino significativo de matemática, especificamente, da ciência das redes relacionando-as a um contexto real (DUNN; MARSHMAN, 2020). Especificamente em epidemiologia, os modelos em redes se diferenciam dos compartimentais por levarem em conta a estrutura espacial da população (BARABÁSI; PÓSFAL, 2016) e, em geral, são estudados a partir de simulações computacionais (CHAPRA, 2013).

Apresentamos, aqui, os resultados preliminares de um projeto de Iniciação Científica (IC) envolvendo o estudo de modelos epidêmicos em rede. Além de resultados científicos, o projeto pretende fortalecer a integração entre ensino e pesquisa, tão fundamental para uma formação acadêmica sólida do estudante (PINHO, 2017).

2. Objetivos

O objetivo é apresentar os resultados preliminares de um projeto de IC sobre modelos epidêmicos em rede que envolveu avaliar a influência da conectividade na evolução da epidemia.

3. Metodologia

O projeto teve início em março de 2020 e está sendo executado de forma remota. Foram realizadas revisões bibliográficas sobre equações diferenciais e modelos epidêmicos, reuniões semanais e apresentação de seminários. Também

foram desenvolvidos e implementados algoritmos e realizadas simulações computacionais.

4. Resultados e discussões

Uma rede não direcionada pode ser representada por um grafo $G = (V, E)$ de N nós, V_1, \dots, V_N , que podem estar conectados entre si por L links, E_1, \dots, E_L e é matematicamente descrita pela matriz de adjacência \mathbf{A} , cujos elementos assumem os valores $a_{ij} = 1$, se há um link entre os nós i e j , e $a_{ij} = 0$, caso contrário, como mostra a Fig. (1).

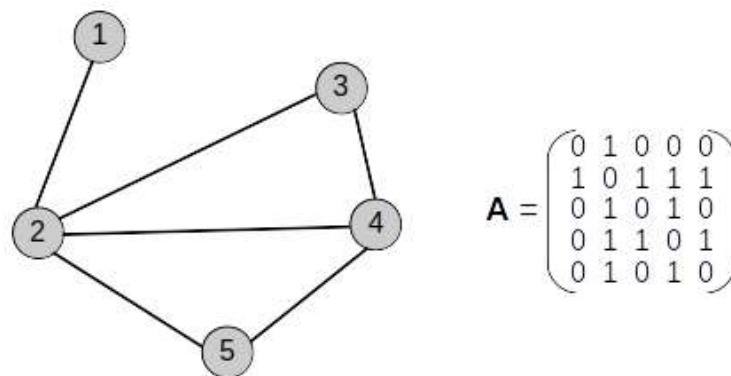


Figura 1. Rede com $N = 5$ nós e $L = 6$ links e sua matriz de adjacência \mathbf{A} .

Especificamente no modelo de rede randômica mais usual, cada par de link é conectado com probabilidade p e o número médio de links por nó (grau médio) é dado por

$$\langle k \rangle = p(N - 1). \quad (1)$$

O modelo epidêmico considera que a cada tempo discreto $t = 0, 1, 2, \dots$, cada nó i da rede possa assumir um dos três estados, $w_i = 0$, $w_i = 1$ e $w_i = 2$, caso seja suscetível, infectado ou recuperado, respectivamente. A probabilidade de um nó suscetível ser infectado é

$$p^{(i)}(S \rightarrow I) = 1 - (1 - \beta)^{n_i}, \quad (2)$$

onde β é a probabilidade de um nó suscetível ser infectado por um vizinho infeccioso e n_i é o número de vizinhos infecciosos do nó i . Já um nó infectado recupera-se com probabilidade γ .

Simulações foram realizadas com $N = 10^4$, sendo um inicialmente infectado e o restante suscetível, e diferentes valores de p (ou $\langle k \rangle$). Os resultados estão na Fig. (2).

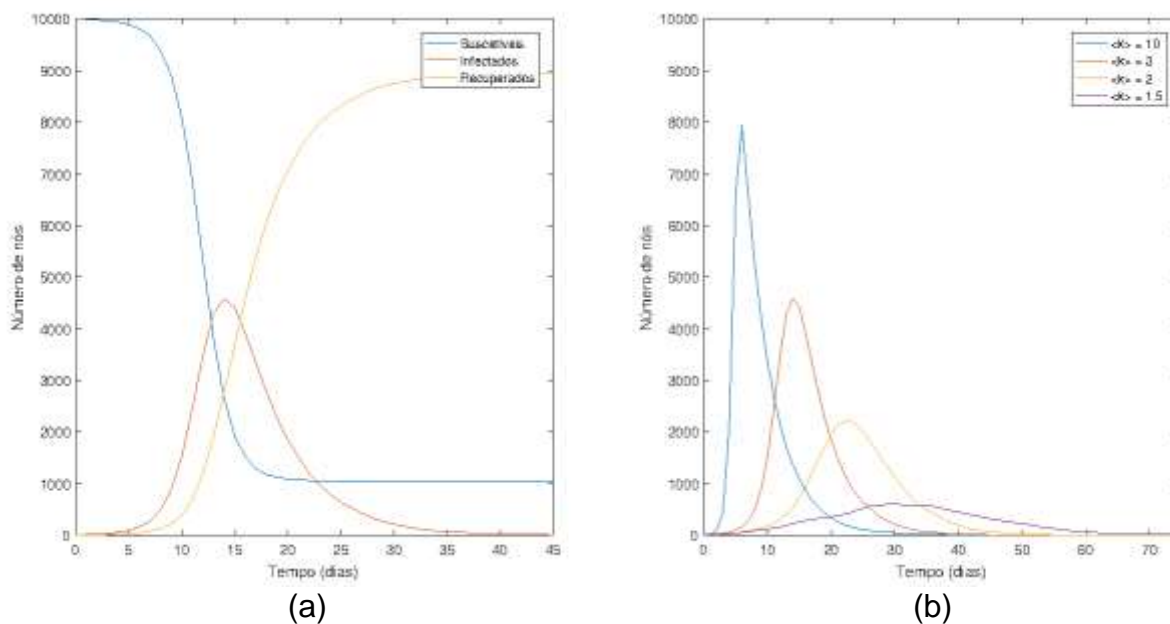


Figura 2. Evolução no número de (a) suscetíveis, infecciosos e recuperados com $\langle k \rangle = 3$ e (b) infecciosos para diferentes valores de $\langle k \rangle$.

5. Considerações finais

Primeiramente, apesar do pouco tempo de execução do projeto e de ter sido realizado de forma remota, o aluno mostrou-se motivado e obteve progressos significantes e sua aprendizagem acadêmica. Mais especificamente, os resultados obtidos mostram que um bom isolamento social (menos conexões entre os elementos da rede) diminui e atrasa o pico da epidemia.

6. Referências

BARABÁSI, A. L.; PÓSFAL, M. **Network Science**. Cambridge University Press, Cambridge, 2016.

CHAPRA, S. C. **Métodos Numéricos Aplicados com MATLAB® para Engenheiros e Cientistas**. 3ª Edição. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2013.

DUNN, P. K.; MARSHMAN, M. F. Teaching mathematical modelling: a framework to support teachers' choice of resources. *Teaching Mathematics and its Applications*, 39, 127–144, 2020.

PINHO, M. J. Ciência e ensino: contribuições da iniciação científica na educação superior. *Revista da Avaliação da Educação Superior*, 22, 658-675, 2017.

WHO (World Health Organization). Situation Report – 174, 12 July, 2020.