

Artigo

Modelo: Epidemiológico

Título: Modelo epidemiológico para compreensão de dinâmicas epidêmicas

Alunos: André Augusto Fernandes e Poliane Brito de Oliveira

Palavras-chaves: epidemiológico, infecção, vírus, dinâmica

Resumo

O presente projeto tem como objetivo a implementação de um modelo epidemiológico computacional (MEC) para compreensão de dinâmicas epidêmicas virais. Para isso, foi utilizado o modelo Suscetível-Infectado-Removido (SIR) aplicado a um caso hipotético, a partir do qual foram traçados diferentes cenários de contágio e recuperação a fim de analisar a evolução da epidemia e a eficácia de diferentes estratégias de contenção.

O modelo foi implementado em linguagem Python e os resultados apresentados em gráficos.

1. Simulação

1.1. Parâmetros

Uma escola planeja organizar uma viagem de férias para seus alunos em um acampamento isolado. Com medo de uma epidemia viral, o diretor gostaria de traçar alguns cenários e contratou você para simulá-los. Utilizando o modelo SIR, fizemos um código que atendesse às seguintes especificações:

Implementar o modelo SIR, isto é, encontrar os valores de $S(t)$, $I(t)$ e $R(t)$ ao longo de um determinado período de simulação. Para isso:

- a. Instanciamos 3 objetos Cenário (cenário0, cenário1 e cenário2) com os seguintes parâmetros: $S(0)$, $I(0)$, $R(0)$, h , N_b , T_b , S_{b0} , I_{b0} , m_k , n_k , T_k e o tempo de simulação em dias.
- b. Criamos 3 data frames contendo quatro colunas, cada coluna com os valores de $S(t)$, $I(t)$, $R(t)$ e tempo(t), respectivamente.
- c. Construímos os gráficos da evolução de cada um dos três cenários simuladas.
- d. Considerando que 2% dos indivíduos da população R não se recuperam e falecem em uma epidemia desse tipo, plotamos também a curva da estimativa de mortes relacionada à doença.

1.2. Cenários:

Cenário 0 (Nenhuma medida de contenção):

- O número de alunos participantes do acampamento é 70. Destes, dois alunos estão infectados com o vírus e nenhum deles ainda se recuperou ou tornou-se imune.

- A partir do início da simulação ($\text{tempo}(0)=0$), a discretização do tempo é de 6 minutos. Ou seja, a cada 6 minutos novos valores de $S(t)$, $I(t)$ e $R(t)$ são calculados. Isso equivale a dizer que $h=0,1$ (ou seja, $1/10$ de 1h).
- Em uma excursão no passado, observou-se que em um grupo de 60 alunos, dentre os quais havia 10 infectados, apenas 38 alunos não estavam infectados após 24 horas de contato. Após o surto, os alunos infectados foram imediatamente isolados dentre eles, 6 se recuperaram nas 24h seguintes.

A partir do cenário definido pelos parâmetros de entrada do simulador (Cenário 0), rodamos também dois outros cenários com diferentes estratégias de contenção:

Cenário 1 (Distanciamento/uso de máscaras):

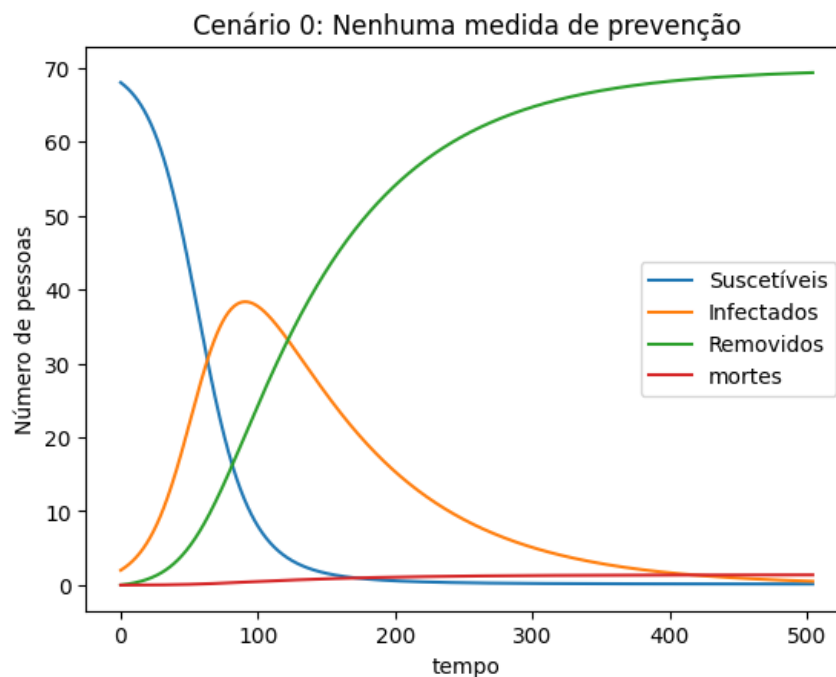
Esta estratégia refere-se à facilidade/dificuldade de contágio na população, influenciando assim a variável b da equação. Para este cenário, suponha que o tempo de contaminação agora passa a ser maior (maior valor de T_b , embora os demais continuem constantes).

Cenário 2 (Melhoria nos protocolos de atendimento):

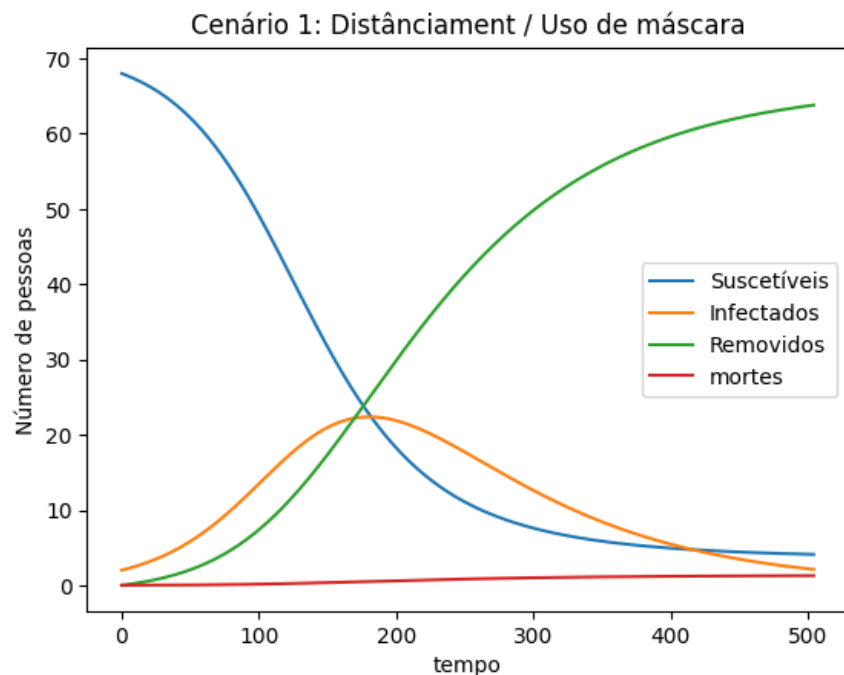
Esta estratégia refere-se à capacidade de recuperação de pessoas já infectadas, influenciando assim a variável k da equação. Podemos simular esta modificação simplesmente reduzindo o tempo que leva para o paciente melhorar (menor valor de T_k).

2. Resultados

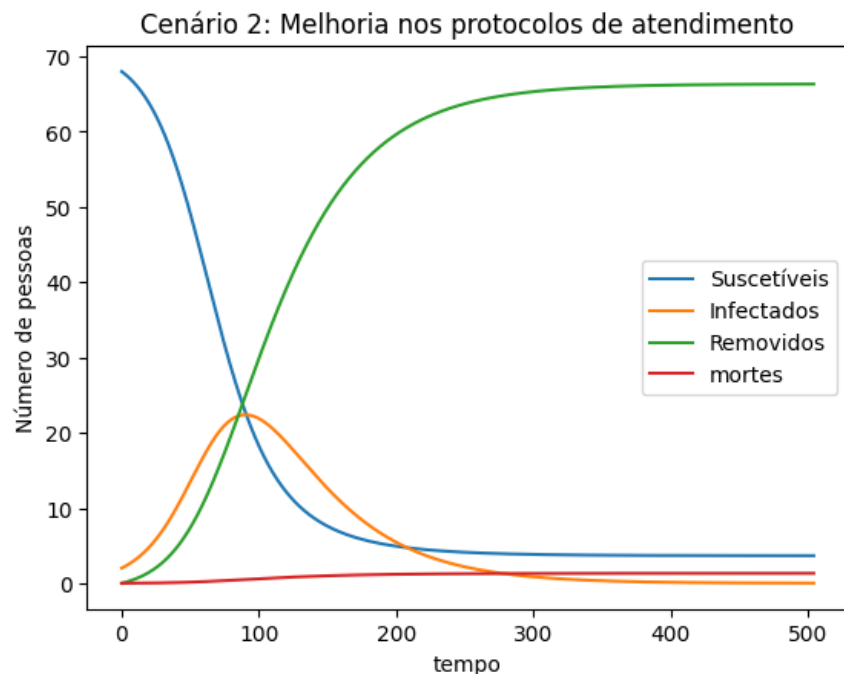
A partir de data frames gerados pelos cenários acima simulados, foram plotados os seguintes gráficos:



No cenário 0 (nenhuma medida de proteção) é possível observar um rápido crescimento no número de infectados até alcançar aproximadamente 40 alunos, a partir do qual se inicia uma gradual queda das infecções.



No cenário 1 (com distanciamento social / uso de máscara) o número de infectados cai para praticamente a metade do cenário 0, e com o pico de infecção ocorrendo em quase o dobro do tempo do ocorrido anteriormente.



No cenário 2 (melhoria nos protocolos de atendimento) vemos que, apesar de o tempo para atingir o pico de infecção ser o mesmo do cenário 0, o número de infectados foi de quase metade do mesmo.

Código da modelagem:

https://github.com/andrefernandeslp1/modelagem-computacional/blob/main/modelagem_final.ipynb

3. Conclusão

Diante dos resultados obtidos e da observação empírica da evolução de uma epidemia viral sob diferentes estratégias de contenção, podemos concluir que o modelo SIR é uma ferramenta útil para a compreensão de dinâmicas epidêmicas e para a avaliação de diferentes estratégias de contenção. No entanto, é importante ressaltar que o modelo SIR é um modelo simplificado e que, portanto, não deve ser utilizado como única ferramenta para a tomada de decisões em situações reais. Além disso, é importante ressaltar que o modelo SIR não leva em consideração a possibilidade de reinfeção, o que pode ser um fator importante em epidemias virais.

4. Referências

WIKIPÉDIA. Modelo epidêmico. 11/07/2023. [S. l.], 2014. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Modelo_epid%C3%AAmico. Acesso em: 3 out. 2023.

Material e Cenários do projeto da disciplina de Introdução às Técnicas de Programação, ministrada no ano de 2020.6 por Wellington Silva de Souza.

5. Apêndice

Vídeo da apresentação: <https://youtu.be/pr9FO20A1uI>