

Modelagem Computacional: Simulação 04 - Modelo SIR

Alunos: Álvaro Cardoso Vicente de Souza 133536

Gabriel Angelo Cabral Neves 136124

Jhonatan Hiroo Eguchi 133691

Docente: Prof. Dr. Marcos Gonçalves Quiles

Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP Instituto de Ciência e Tecnologia - Campus

São José dos Campos

São José dos Campos - Brasil

Outubro de 2020

Descrição do modelo

O projeto propõe a simulação da propagação do COVID 19 seguindo o modelo SIR, um modelo matemático compartimental para o estudo epidemiológico de doenças infecciosas. Esse modelo é conta com três compartimentos que compõem a população total, a população suscetível a doença, a população infectada pela doença e a população que já se recuperou da doença. Para isso, foi usou-se uma implementação de um algoritmo, em Python 3, que leva em conta a variação de cada uma das populações que compõem a população total.

Utilizando-se o método de Euler podemos trabalhar, numericamente, com as equações diferenciais que o modelo SIR nos proporciona, que descrevem as oscilações nas três populações que compõem a população total de nossa simulação.

Modelo Matemático

Utilizou-se o modelo matemático de SIR para obtermos as equações diferenciais que descrevem a variação de cada uma das populações que compõem a população geral:

$$\frac{dS}{dt} = -rSI$$

$$\frac{dI}{dt} = rSI - aI$$

$$\frac{dR}{dt} = aI$$

- $S(t)$ - População Suscetível;
- $I(t)$ - População Infectada;
- $R(t)$ - População Recuperada;
- r - Taxa de infecção (inversamente proporcional ao isolamento social);
- a - Taxa de recuperação;
- $\frac{1}{a}$ - Tempo de infecção.

Resultados e Discussão

Para o plot dos gráficos, foram utilizados os seguintes parâmetros:

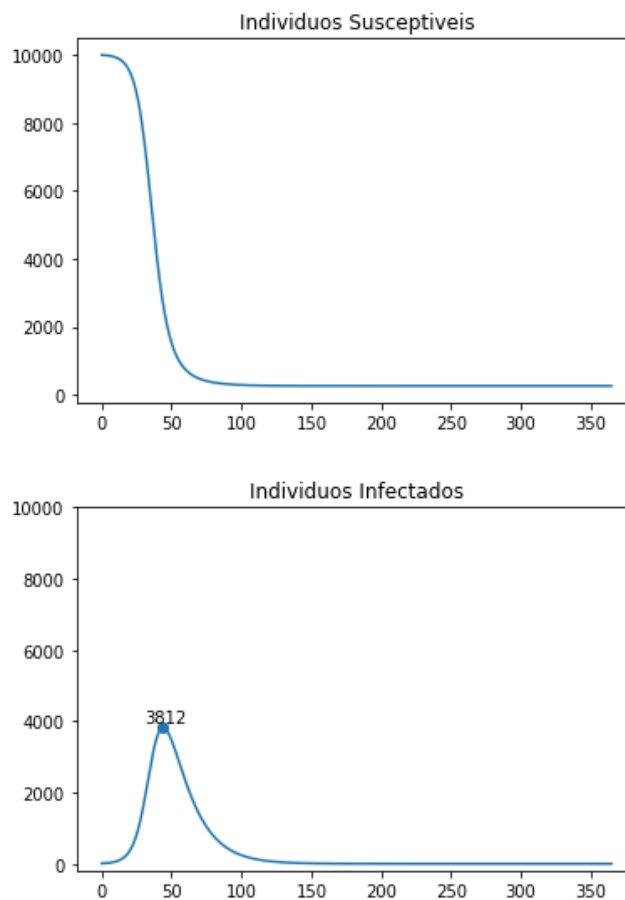
- $N = 10000$ indivíduos.
- $S_0 = N - 10 = 9990$ indivíduos suscetíveis.
- $I_0 = N - S = 10$ infectados.

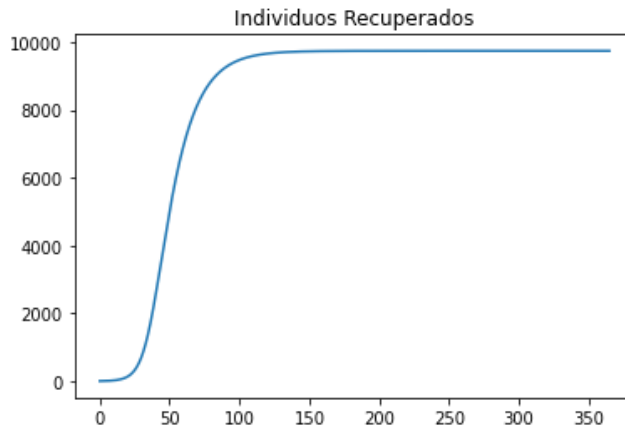
O passo de integração foi definido em 0.01, isto é, foram feitos 100 cálculos para representar 1 dia da circulação do vírus.

Caso Leve - 15 dias de recuperação

Curva de infectados sem achatamento:

- $r = 0.000025$
- $a = 1/15$



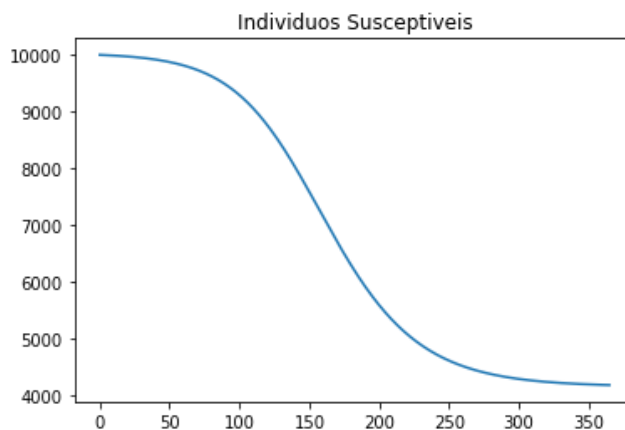


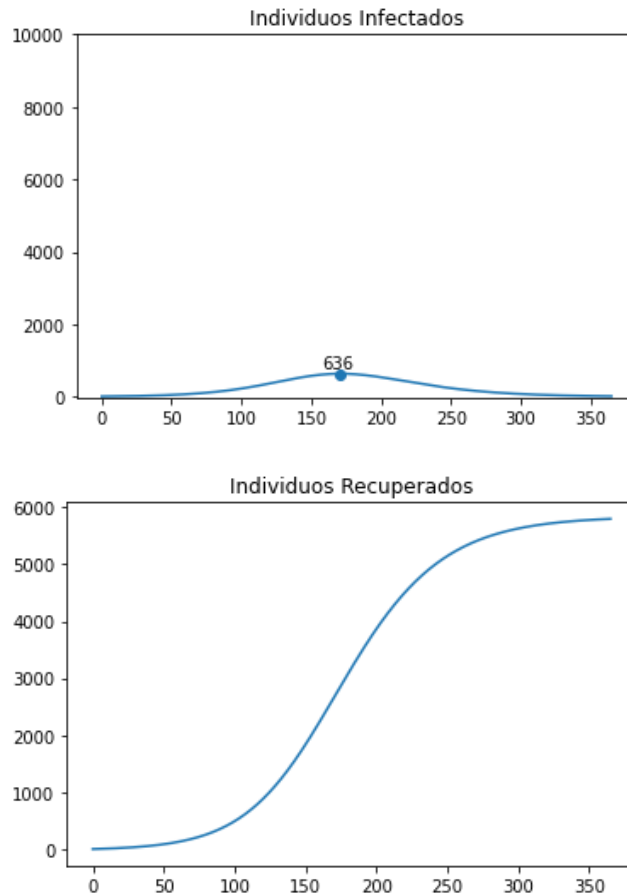
Percebe-se que com a taxa de contaminação 0.000025, obtém-se uma queda brusca na população de indivíduos suscetíveis, pois, eles são infectados de maneira rápida, consequentemente o pico na população de infectados se dá de maneira relativamente abrupta, por volta do dia 25, e atinge seu pico próximo ao dia 50 com 3812 pessoas infectadas simultaneamente. Esse número decai até a aproximadamente o dia 100 onde o número de pessoas infectadas se aproxima de zero.

A população de indivíduos recuperados tem uma transição abrupta também, de maneira contrária a curva da população suscetível, começa a crescer por volta do dia 25 e se estabiliza, aproximadamente, no dia 100 onde a maioria dos indivíduos que compõem a população total já contraíram o COVID 19 e se curaram.

Curva de infectados com achatamento:

- $r = 0.00001$
- $a = 1/15$





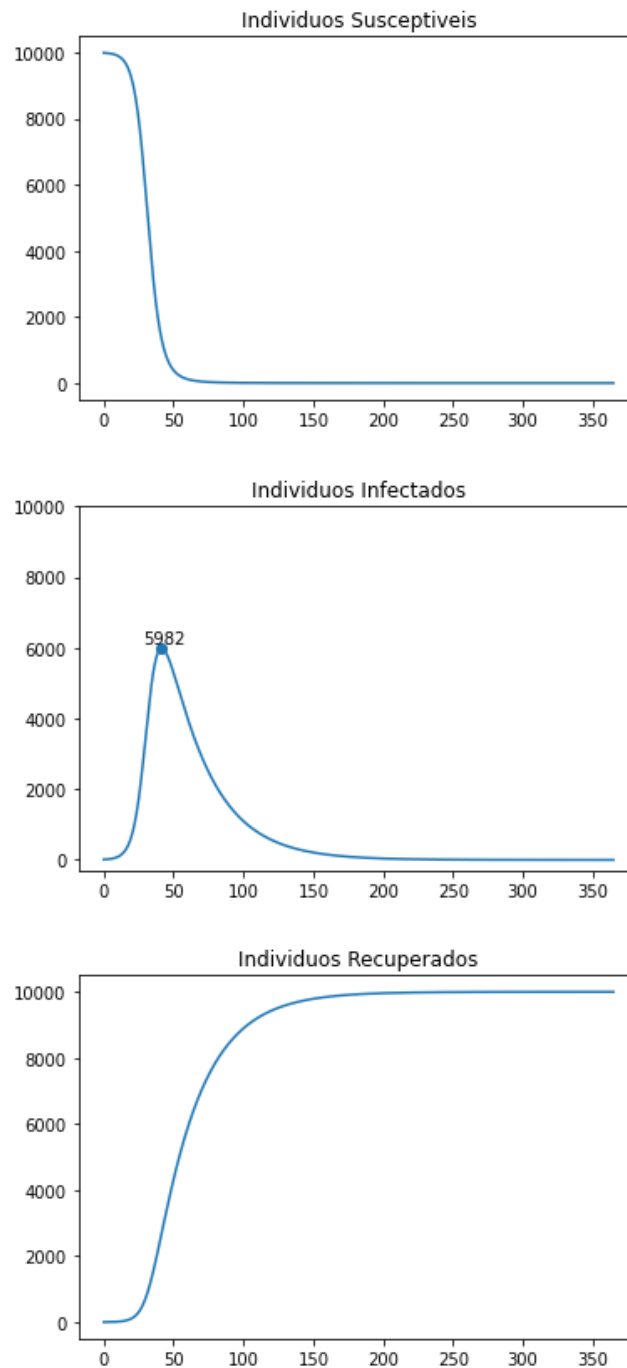
Percebe-se que com a taxa de contaminação 0.00001, obtém-se uma queda suavizada na população de indivíduos suscetíveis, pois, eles são infectados de maneira mais lenta, consequentemente o pico na população de infectados se dá de maneira extremamente mais devagar, por volta do dia 50, e atinge seu pico próximo ao dia 175 com 636 pessoas infectadas simultaneamente. Esse número decai até a aproximadamente o dia 300 onde o número de pessoas infectadas se aproxima de zero.

A população de indivíduos recuperados tem uma transição suavizada também, de maneira contrária a curva da população suscetível, começa a crescer por volta do dia 50 e se estabiliza, aproximadamente, no dia 300 onde a maioria dos indivíduos que compõem a população total já contraíram o COVID 19 e se curaram.

Caso Grave - 30 dias de recuperação

Curva de infectados com achatamento:

- $r = 0.000025$
- $a = 1/30$

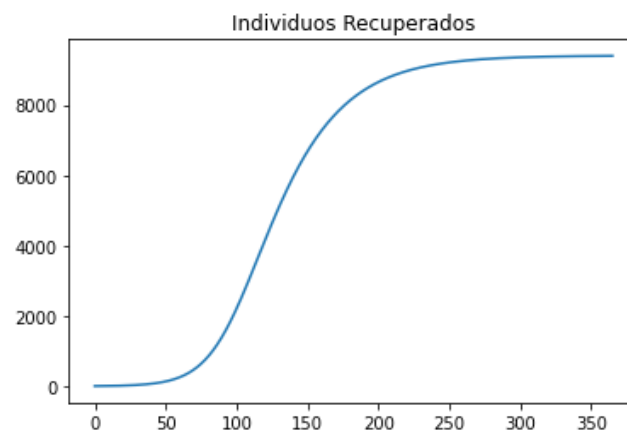
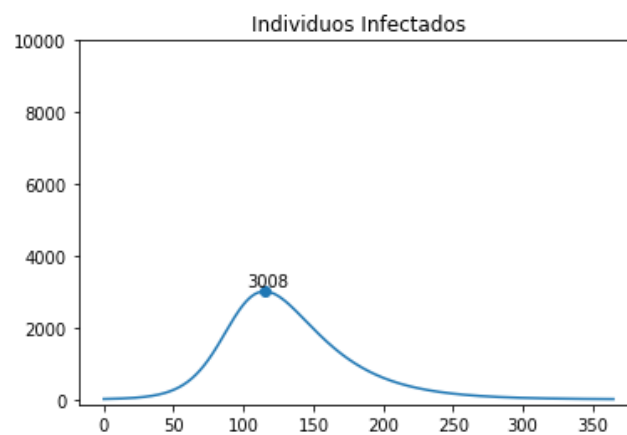
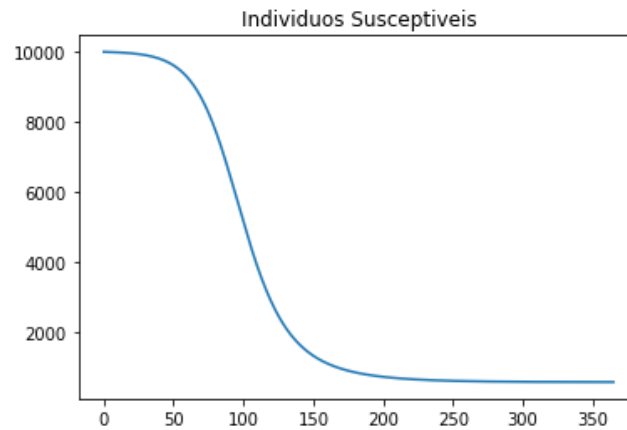


Com a mesma taxa de infecção usada no caso 1 (sem achatamento), nota-se que o pico da doença aumentou, de 3812 para 5982 indivíduos infectados simultaneamente, devido ao alto tempo de recuperação. Nota-se também, que os gráficos da população suscetível e

recuperada se comportam de maneira semelhante aos da simulação do caso 1 (sem achatamento).

Curva de infectados com achatamento:

- $r = 0.00001$
- $a = 1/30$



Com a mesma taxa de infecção usada no caso 1 (com achatamento), nota-se que o pico da doença aumentou, de 636 para 3008 indivíduos infectados simultaneamente, devido ao alto tempo de recuperação. Nota-se também, que os gráficos da população suscetível e recuperada se comportam de maneira semelhante aos da simulação do caso 1 (com achatamento).