

# Modelo SEIR para Análise da Propagação da COVID-19

Estom Paulino da Silva Junior  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

## Resumo

O SARS-CoV-2, causador da COVID-19, é um patógeno respiratório com elevada capacidade de transmissão e impacto global significativo. Este estudo implementa um modelo compartimental SEIR (Susceptible-Exposed-Infectious-Recovered) para simular a dinâmica de surtos da COVID-19 em uma população hipotética. Utilizando parâmetros epidemiológicos aproximados dos primeiros meses da pandemia, exploramos a evolução temporal dos casos e a importância do período de incubação na propagação da doença. Os resultados destacam como a dinâmica de infecção é fortemente influenciada pela taxa de transmissão e reforçam o papel de intervenções não farmacológicas na redução do pico epidêmico.

## 1. Introdução

A COVID-19 é uma doença infecciosa causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, transmitida principalmente por gotículas respiratórias e contato próximo. Desde o seu surgimento em 2019, espalhou-se rapidamente pelo mundo, causando uma crise sanitária global. No início da pandemia, antes da ampla disponibilidade de vacinas, as medidas de controle concentraram-se no distanciamento social, uso de máscaras e isolamento de casos.

A modelagem matemática de doenças infecciosas é uma ferramenta essencial para compreender a propagação do vírus e avaliar estratégias de controle. O modelo SEIR é particularmente adequado, pois incorpora o período de incubação, no qual uma pessoa já está infectada (exposta), mas ainda não se tornou infecciosa, uma característica marcante da COVID-19.

## 2. Metodologia

O modelo divide a população total ( $N$ ) em quatro compartimentos: Suscetíveis ( $S$ ), Expostos ( $E$ ), Infecciosos ( $I$ ) e Recuperados ( $R$ ). A transição entre esses compartimentos é descrita pelo seguinte sistema de equações diferenciais:

- $dS/dt = -\beta SI/N$
- $dE/dt = \beta SI/N - \sigma E$
- $dI/dt = \sigma E - \gamma I$
- $dR/dt = \gamma I$

Onde  $\beta$  é a taxa de transmissão,  $\sigma$  é a taxa de progressão do estado exposto para o infeccioso (inverso do período de incubação), e  $\gamma$  é a taxa de recuperação (inverso do período infeccioso).

A simulação foi implementada utilizando os seguintes parâmetros, baseados em estimativas para as fases iniciais da pandemia:

Parâmetro	Valor	Descrição
População (N)	1.000.000	População total hipotética
$R_0$	3.0	Número Básico de Reprodução
Período de Incubação	5 dias	Tempo entre infecção e infecciosidade
Duração da Infecção	7 dias	Período em que transmite o vírus

### 3. Resultados

A Figura 1 apresenta a evolução temporal dos quatro compartimentos do modelo SEIR para a COVID-19 ao longo de 150 dias. Observa-se que o número de suscetíveis (curva azul) permanece estável até por volta do dia 80, quando começa a diminuir acentuadamente com a disseminação da infecção. A curva de expostos (amarela tracejada) sobe inicialmente e antecede o pico de infetados, refletindo o período de incubação de 5 dias. O pico de infetados (curva vermelha) ocorre mais tardiamente, por volta do dia 120, atingindo aproximadamente 17% da população (170.000 indivíduos). Consequentemente, a curva de recuperados (verde) aumenta de forma contínua até estabilizar num patamar elevado, indicando a proporção da população que contraiu a doença e adquiriu imunidade.

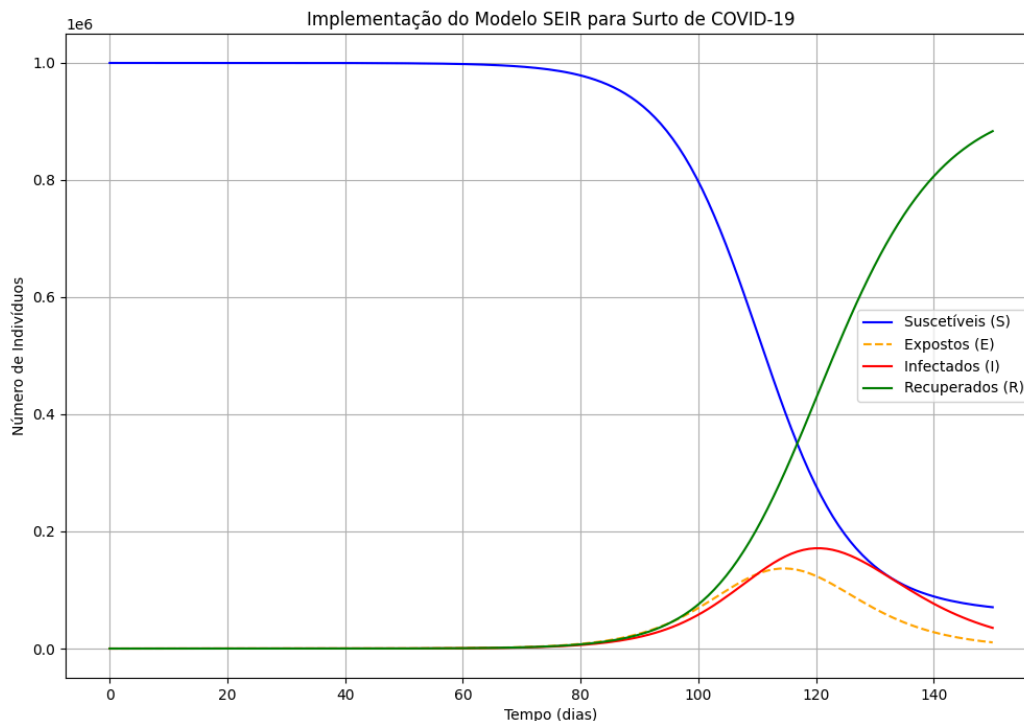


Figura 1: Dinâmica do surto de COVID-19 simulada pelo modelo SEIR.

#### 4. Discussão

Os resultados demonstram que, com um  $R_0$  inicial de 3.0, a COVID-19 se espalha rapidamente numa população totalmente suscetível. O período de incubação, modelado pelo compartimento "Exposto", cria um atraso visível entre o momento da infecção e o início da capacidade de transmissão, um fator crucial na dinâmica da pandemia que dificulta o rastreamento de contatos.

Apesar de útil, o modelo apresenta simplificações importantes:

- Assume que a população se mistura de forma homogênea.
- Não considera nascimentos, mortes naturais ou a possibilidade de reinfecção.
- Não inclui o impacto da vacinação ou de medidas de controle variáveis no tempo (como lockdowns ou uso de máscaras).

Extensões futuras podem incorporar imunização, sazonalidade, diferentes faixas etárias e heterogeneidade de contactos para uma análise mais detalhada.

## 5. Conclusão

O modelo SEIR é uma ferramenta eficaz para analisar a dinâmica inicial da COVID-19, permitindo prever o comportamento geral da epidemia e avaliar cenários de intervenção. Os resultados reforçam a importância de medidas que reduzam a taxa de transmissão (beta) para "achatar a curva" e evitar a sobrecarga dos sistemas de saúde, especialmente em fases iniciais de uma pandemia.

## 6. Referências

Anderson, R. M., & May, R. M. (1991). *Infectious diseases of humans: Dynamics and control*. Oxford University Press.

Keeling, M. J., & Rohani, P. (2008). *Modeling infectious diseases in humans and animals*. Princeton University Press.

Li, Q., Guan, X., Wu, P., Wang, X., Zhou, L., Tong, Y., ... & Feng, Z. (2020). Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus–Infected Pneumonia. *New England Journal of Medicine*.

World Health Organization. (n.d.). *Coronavirus disease (COVID-19)*. Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>