

Modelo Epidemiológico SIR Aplicado à Dinâmica do COVID-19 na Bahia

Davi V Ramos de Oliveira¹
IMECC, Campinas, SP

A pandemia de COVID-19 foi declarada pela Organização Mundial da Saúde em março de 2020 [1]. No estado da Bahia, o primeiro caso de COVID-19 foi confirmado em 06 de março de 2020. As respostas à pandemia do coronavírus são desafios gigantescos, e a especificidade do conhecimento e das intervenções deve estar articulada à construção de um pensamento epidemiológico abrangente [2]. Uma das formas de contribuir para a compreensão de doenças infecciosas é usar a Epidemiologia Matemática. Essa área desenvolve formas para modelar as dinâmicas de doenças e tem sido de extrema significância nos últimos anos.

O objetivo deste trabalho foi usar o modelo epidemiológico SIR (Suscetíveis - Infectados - Recuperados) para analisar o comportamento da pandemia e a dinâmica de transmissão da doença causada pelo coronavírus no estado da Bahia.

Para desenvolver o trabalho, utilizamos equações diferenciais ordinárias que compõem o modelo SIR proposto por Kermack e Mckendrick em 1927. O modelo SIR descreve a propagação de doenças infecciosas cuja transmissão acontece de forma direta, pessoa a pessoa. Ele divide a população em três compartimentos, e cada indivíduo pode pertencer a apenas um compartimento por unidade de tempo. O primeiro compartimento, suscetíveis (S), é formado pelos indivíduos que ainda não tiveram contato com o vírus; o segundo, infectados (I), é constituído por pessoas que já tiveram contato com o vírus e agora são agentes transmissores da doença; já o terceiro, recuperados (R), refere-se aos indivíduos que já estiveram doentes e agora apresentam imunidade [3].

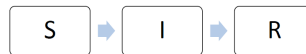


Figura 1: Esquema representativo da dinâmica do Modelo SIR Clássico. Fonte: Autor.

O modelo SIR tem como características: 1. Pessoas infectadas são introduzidas em uma comunidade de indivíduos suscetíveis; 2. A doença espalha-se por meio de contato entre infectados e suscetíveis; 3. Se um indivíduo foi infectado e está recuperado, este não se torna novamente suscetível; 4. Como o número de pessoas recuperadas aumenta, a quantidade de pessoas infectadas diminui à medida que esse número de recuperados cresce. A dinâmica do modelo SIR é descrita pelo conjunto de equações diferenciais:

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial t} = \mu N - \lambda SI - \mu S \\ \frac{\partial I}{\partial t} = \lambda SI - \gamma I - \mu I \\ \frac{\partial R}{\partial t} = \gamma I - \mu R, \end{cases} \quad (1)$$

¹d264876@dac.unicamp.br

com condições iniciais $R(0) = 0$, $I(0) = I_0$, $S(0) = S_0 = N - I_0$, e $\lambda, \gamma > 0$. O termo λSI representa a parcela de suscetíveis que se torna infectada e γI é a parcela de infectados que se recupera da doença. Para avaliar a dinâmica da epidemia no contexto biológico do modelo SIR, realizamos simulações que representam o comportamento das soluções obtidas numericamente. Esse sistema foi implementado no software GNU Octave. A evolução do número de indivíduos de cada um dos compartimentos é apresentada na Figura 2.

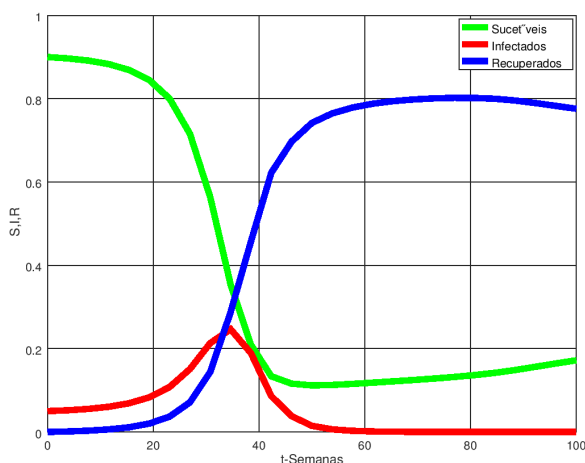


Figura 2: Evolução do número de suscetíveis, infectados e recuperados do modelo SIR. Fonte: Autor.

Considerando $\lambda = 0.85$, percebe-se, na Figura 2, que a curva dos suscetíveis decresce, ou seja, muitos indivíduos tornam-se infectados e, com o tempo, o número de infectados tende a 0 e, em contrapartida, o número de recuperados cresce até atingir o equilíbrio. Em outras simulações, foi observado que quanto maior o λ , mais rápido os suscetíveis tornaram-se infectados. Considerando a situação hipotética, na qual $\lambda > 3$, a curva dos recuperados tende à população total, indicando que toda a população foi infectada. Ao diminuir a taxa de contágio, o que indica os efeitos do distanciamento social, o número de infectados entra em equilíbrio e tende a 0 muito mais rápido.

Conforme os resultados expostos, nosso modelo foi bem ajustado para os dados da Bahia. Além disso, salientamos a importância da vacinação, que vem contribuindo para a diminuição das taxas de contágios e de mortes por COVID-19 na população Baiana.

Referências

- [1] World Health Organization. **Methods for estimating the excess mortality associated with the COVID-19 pandemic**. Online. Acessado em 08/04/2023, https://cdn.who.int/media/docs/default-source/world-health-data-platform/covid-19-excessmortality/who_methods_for_estimating_the_excess_mortality_associated_with_the_covid-19_pandemic.pdf?sfvrsn=5a05fa76_2&download=true.
- [2] M. Z. ROUQUAYROL e M. G. C. Da Silva. **Epidemiologia e saúde**. 8a. ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2018. ISBN: 978-85-8369-029-0.
- [3] I. COOPER, A. MONDAL e C. G. ANTONOPOULOS. “A sir model assumption for the spread of covid-19 in different communities”. Em: **National library of Medicine** 34 (2020), pp. 20–30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110057>.