

Modelagem matemática como guia estratégico para evitar o colapso do sistema de saúde causado pela COVID-19

Juliane F Olivera

Centro de Integração de Dados de Conhecimento para a Saúde (Fiocruz-BA), Brasil
Centro de Matemática da Universidade do Porto, Portugal

Abstract

Após a descoberta, em dezembro de 2019, de que um novo coronavírus (identificado como SARS-CoV-2) estava circulando e causando doenças respiratórias, cientistas de todo o mundo juntaram esforços para compreender as múltiplas facetas deste patógeno [1, 2, 3]. No Brasil, sua dimensão gigantesca, condições políticas e as fortes desigualdades sociais tornam a luta contra a COVID-19 um desafio ainda mais assustador. Para começar, embora o Sistema Único de Saúde esteja em vigor desde 1988, o acesso aos serviços de saúde ainda é limitado, principalmente quando é necessário atendimento especializado. Pacientes com sintomas graves de COVID-19 geralmente requerem esse tipo de cuidado, além de ventilação mecânica e outros equipamentos disponíveis apenas em Unidades de Terapia Intensiva (UTI). Motivados por isso, em nosso trabalho [4] buscamos responder à seguinte questão central: Pode-se utilizar um modelo matemático para prever com precisão a necessidade de hospitalização durante o desdobramento desta epidemia? [4].

Este modelo pode ser uma ferramenta valiosa para os gestores em saúde, com um elevado potencial para ajudar a informar escolhas estratégicas sobre a necessidade de abrir novos leitos de enfermaria e de UTI para apoiar as necessidades de cuidados de saúde à medida que aumenta o número de casos de COVID-19. Nosso modelo é denominado SEIIHURD, um acrônimo para os 8 estágios ("compartimentos", no jargão matemático), pelos quais os indivíduos podem passar: **S**uscetíveis (pessoas que podem se infectar pela Covid-19), **E**xpostos (pessoas infectadas e que não transmitem a doença no período de incubação), **I**nfeccioso (sintomático ou assintomático), **H**ospitalizado em enfermaria clínica, hospitalizado em **UTI**, **R**ecuperado ou **M**orto devido à doença grave, inserindo efetivamente na dinâmica do modelo a gama de resultados clínicos relacionados a requisitos de hospitalização e mortalidade ao COVID-19.

A fim de medir as forças para atingir as metas de proteção do sistema de saúde local, o modelo incorpora uma taxa de transmissão variável no tempo que leva em conta o comportamento humano influenciado pelas intervenções e políticas locais de saúde implementadas. Isso significa que reconhecemos que a propagação da doença é profundamente influenciada por nossas atitudes e comportamentos coletivos (ou seja, um resultado composto de redução da mobilidade individual; uso de máscaras; distanciamento social; entre outros), que por sua vez é ditado pelo conjunto de ações governamentais em vigor - como a ordem de permanência em casa - ou a falta dela [5, 6]. O aumento da adesão da população ao distanciamento social e medidas mais

rígidas podem reduzir a taxa de transmissão mais rapidamente, enquanto o oposto deve ocorrer quando nenhuma restrição for decretada.

Neste contexto, apresentarei neste seminário pontos teóricos relacionados à construção do modelo SEIHRD, seu ajuste aos dados em tempo real, como determinar as suas incertezas e por fim ilustrar o impacto de sua aplicabilidade.

Mostramos que um modelo matemático simples pode antecipar as necessidades de hospitalizações relacionadas à COVID-19 e pode ser usado como uma ferramenta para informar as ações públicas de mitigação da transmissão da doença. Nosso modelo é um dos muitos que foram produzidos e aplicados ao estudo desta crise sem precedentes [7, 8, 9], e esperamos que a utilidade e as aplicações de tais métodos para salvar vidas sejam consideradas um dos legados positivos desta pandemia.

References

- [1] ANFINRUD ET AL., *Visualizing Speech-Generated Oral Fluid Droplets with Laser Light Scattering.*, N Engl J Med 2020; 382:2061-2063
- [2] WHO SOLIDARITY TRIAL CONSORTIUM. *Repurposed Antiviral Drugs for Covid-19 — Interim WHO Solidarity Trial Results.* DOI: 10.1056/NEJMoa2023184. 2020.
- [3] POLAND ET AL. *SARS-CoV-2 immunity: review and applications to phase 3 vaccine candidates.* Lancet. 2020; 396(10262):1595-1606.
- [4] OLIVEIRA, J.F. ET AL. *Mathematical modeling of COVID-19 in 14.8 million individuals in Bahia, Brazil.* Nat Commun 12, 333 (2021).
- [5] JORGE, D.C.P., RODRIGUES, M.S., SILVA, M.S., ET AL. *Assessing the nationwide impact of COVID-19 mitigation policies on the transmission rate of SARS-CoV-2 in Brazil.* bioRxiv (2020). Pre-print.
- [6] HAUG, N., GEYRHOFFER, L., LONDEI, A. ET AL. *Ranking the effectiveness of worldwide COVID-19 government interventions.* Nat Hum Behav 2020; 4:1303-1312.
- [7] LI, R., PEI, S., CHEN B. ET AL. *Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV-2).* Science 2020; 368(6490):489-493.
- [8] NATURE HUMAN BEHAVIOR "COVID-19 AND HUMAN BEHAVIOR COLLECTION" available at <https://www.nature.com/collections/gjdibibfg>
- [9] BRITTON ET AL. *A MATHEMATICAL MODEL REVEALS THE INFLUENCE OF POPULATION HETEROGENEITY ON HERD IMMUNITY TO SARS-CoV-2.* Science 2020; 369(6505):846-849.