



**PROExC**  
PRÓ-REITORIA  
DE EXTENSÃO E CULTURA

**Título original:** Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period

**Título Traduzido:** Projetando a dinâmica de transmissão da SARS-CoV-2 durante o período pós-pandemia

**Autores:** Stephen M. Kissler, Christine Tedijanto, Edward Goldstein<sup>2</sup>, Yonatan H. Grad<sup>1</sup>, Marc Lipsitch<sup>2</sup>

### **Projeto Covid-19 e a Matemática das Epidemias - Fazendo a Ponte entre Ciência e Sociedade**

Tradução: Danillo Barros de Souza e Jonatas Teodomiro

Síntese: Camila Sousa e Júlia Lyra

Coordenação: Felipe Wergete Cruz

### **Introdução**

Em todo o mundo, os epidemiologistas estão construindo projeções de curto e longo prazo como uma forma de se preparar e potencialmente mitigar a propagação da Covid-19. Embora as suas previsões e prazos variem, há uma concordância em pelo menos duas coisas: o vírus veio para ficar, e o futuro ainda depende de muitas incógnitas. Tais como: o desenvolvimento de imunidade duradoura contra o vírus, o impacto da sazonalidade sobre sua propagação e as escolhas que devem ser feitas a nível individual e coletivo a fim de diminuir a propagação da Sars-Cov-2.

Um artigo publicado por cinco cientistas na Revista Science, da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, aponta que medidas de distanciamento social para conter a pandemia do novo coronavírus podem ser necessárias de maneira intermitente até 2022. E mesmo no caso de eliminação aparente, a vigilância sobre a doença deverá ser

mantida pelas autoridades até 2024, devido à possibilidade do contágio ressurgir.

### **Destrinchando**

A pesquisa utilizou dados dos Estados Unidos para modelar a transmissão dos betacoronavirus em regiões temperadas para projetar a possível dinâmica da infecção da Covid-19 até o ano de 2025. Primeiro foi avaliado o papel da variação sazonal, duração da imunidade e imunidade cruzada na transmissão da HCoV-OC43 e HCoV-HKU1 (outros tipos de coronavírus que causam apenas resfriados comuns) nos EUA.

Em seguida, foi incorporado um terceiro betacoronavírus no modelo de dinâmica de transmissão para representar a SARS-CoV-2. O estudo assume um período latente de 4.6 dias e um período de infecção de 5 dias, informado pelos valores do melhor ajuste dos outros vírus anteriormente analisados. Considerando também que os seguintes valores pudessem variar.

Para um conjunto representativo de parâmetros, os cientistas determinaram o número de infecções anuais e o pico anual de prevalência da SARS-CoV-2 até 2025. A dinâmica pós-pandemia do novo coronavírus foi disposta nas categorias de surtos anuais, surtos bienais, surtos esporádicos ou eliminação virtual (termo que descreve a redução da quantidade de uma substância num ambiente até um “nível sem qualificação”).

### **Notas explicativas + gráficos**

Em geral, durações pequenas de imunidade e graus pequenos de imunidade cruzada entre os outros betacoronavirus foram associados com maior incidência de infecção por SARS-CoV-2, e surtos no outono e menores variações sazonais na transmissibilidade foram associados a maiores picos epidêmicos. As simulações demonstraram que:

- 1) A SARS-CoV-2 pode se proliferar em qualquer momento do ano.
- 2) Se a imunidade de SARS-CoV-2 não for permanente, ela provavelmente vai entrar num padrão de circulação (Fig. 3A e 3B)
- 3) Alta variação sazonal na transmissão leva a pequenos picos durante o ano, mas leva a um grande surto, recorrente, durante o inverno (Fig. 3C)
- 4) Se a imunidade contra a SARS-CoV-2 for permanente, o vírus pode desaparecer por 5 anos ou mais para depois causar um grande surto (Fig. 3D)
- 5) Pequenos níveis de imunidade cruzada dos outros betacoronavirus contra a SARS-CoV-2 podem fazer com que a SARS-CoV-2 pareça sumir, mas ela voltaria alguns anos depois

Mesmo se a imunidade contra a Covid-19 durar por dois anos, a pouca imunidade cruzada dos outros dois betacoronavírus teria capacidade de eliminar a transmissão do novo coronavírus em até três anos antes de uma nova onda da doença em 2024. Desde que, no entanto, a SARS-CoV-2 não desapareça (Fig. 3E).

Para ilustrar esses cenários (Fig. 3), foi usado, no inverno, um  $R_0$  máximo de 2.2, informado pela estimativa do  $R_0$  da HCoV-OC43 e da HCoV-HKU1. Avaliando os possíveis cenários de intervenção durante a onda pandêmica inicial, investigou-se o impacto de um único período de distanciamento social, variando a efetividade, a duração durante o pico, e o tempo da pandemia com ou sem variações sazonais. Quando a transmissão não possui variações sazonais, um único período de distanciamento social reduz o pico (Fig 4).

Sobre todos os cenários, houve um ressurgimento da infecção quando as medidas de distanciamento social foram retiradas. Entretanto, períodos de distanciamento social maiores e mais restritivos nem sempre garantem maiores reduções no tamanho da pandemia. No caso de um período de 20 semanas de distanciamento com 60% na redução do  $R_0$ , por exemplo (Fig. 4D), o pico de ressurgimento foi quase do mesmo tamanho que o pico sem intervenções.

Para simulações com variação sazonal, o pico de ressurgimento poderia exceder o tamanho da epidemia sem intervenções (Fig. 5), tanto em termos de prevalência, quanto em relação ao total de infectados. Forte distanciamento social consegue manter um alto número de indivíduos suscetíveis na população, levando a um ressurgimento intenso quando o  $R_0$  sobe no fim do outono e no inverno.

O distanciamento social intermitente poderia prevenir que a capacidade do sistema de saúde fosse excedida (Fig. 6). Por conta do histórico da infecção, existe uma demora de três semanas entre o começo do distanciamento social e o pico na ocupação do sistema de saúde.

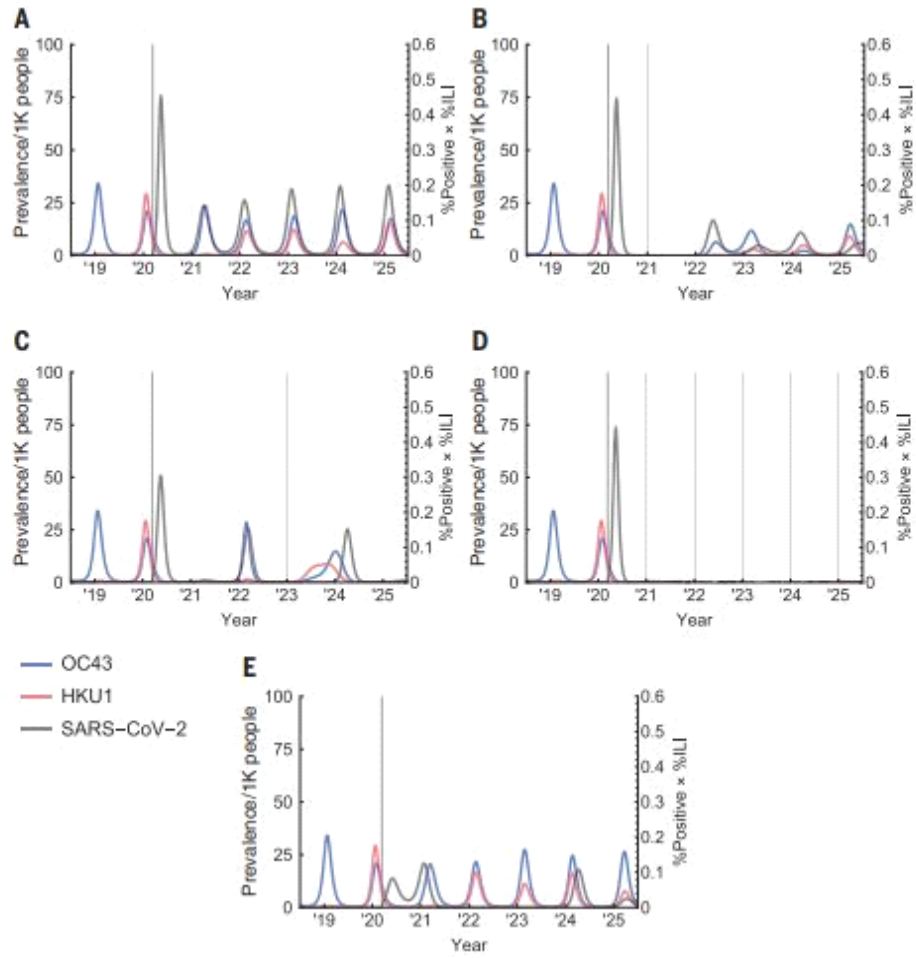


Figura 3

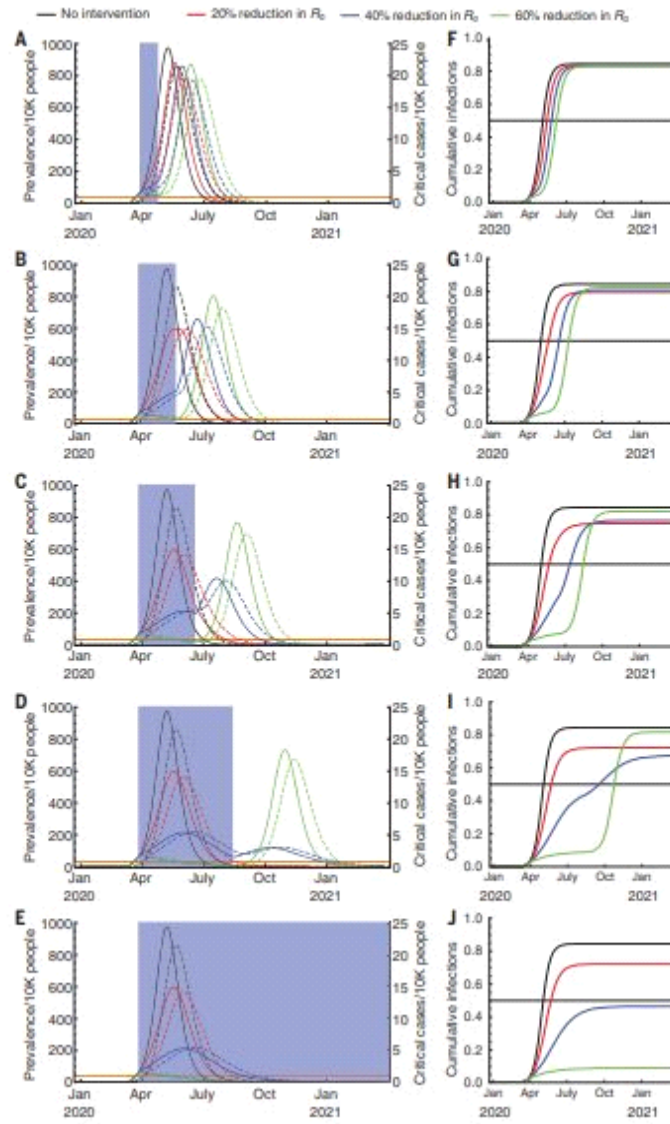


Figura 4

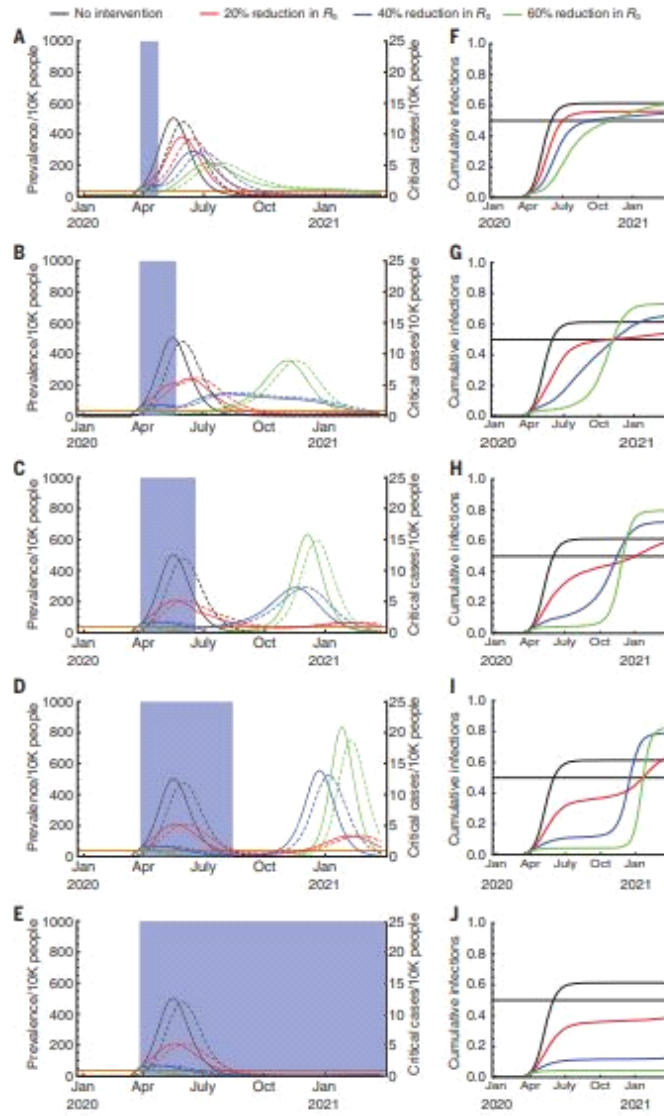


Figura 5

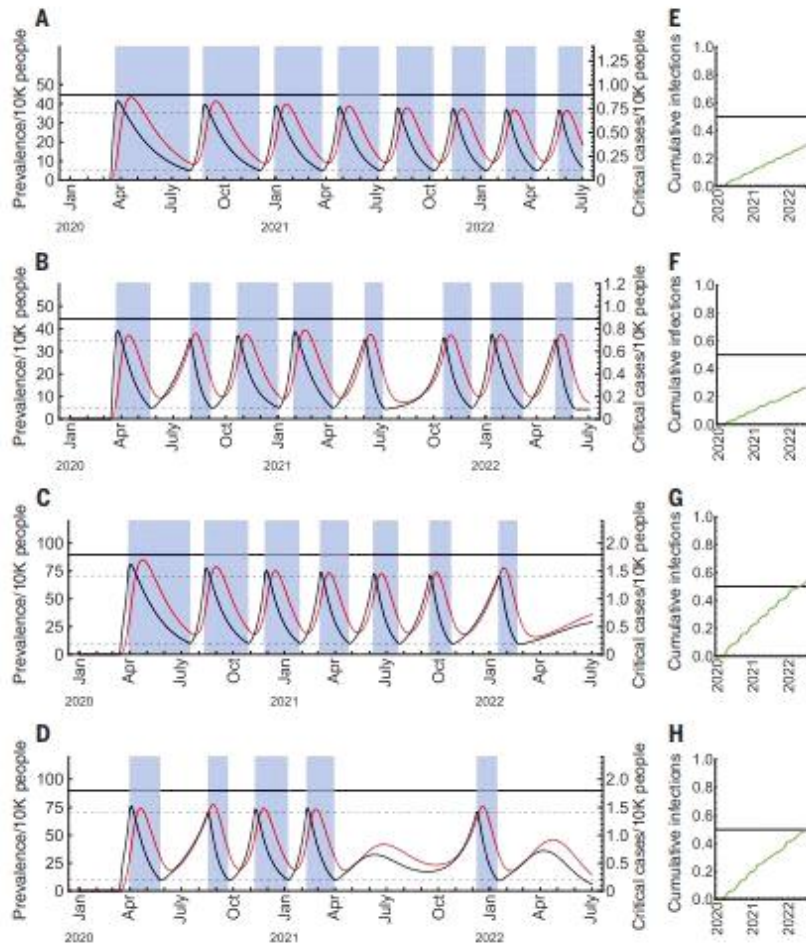


Figura 6

## Algumas Referências

2. R. Li, C. Rivers, Q. Tan, M. B. Murray, E. Toner, M. Lipsitch, The demand for inpatient and ICU beds for COVID-19 in the US: lessons from Chinese cities. medRxiv 2020.03.09.20033241 [Preprint]. 16 March 2020; <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033241>.
9. S. Su et al., Trends Microbiol. 24, 490–502 (2016)
15. K. A. Callow, H. F. Parry, M. Sergeant, D. A. Tyrrell, Epidemiol. Infect. 105, 435–446 (1990).
19. A. Hauser, M. J. Counotte, C. C. Margossian, G. Konstantinoudis, N. Low, C. L. Althaus, J. Riou, Estimation of SARS-CoV-2 mortality during the early stages of an epidemic: a modelling study in Hubei, China and northern Italy. medRxiv 2020.03.04.20031104 [Preprint]. 6 March 2020; <https://doi.org/10.1101/2020.03.04.20031104>.

- 20.** R. Verity, L. C. Okell, I. Dorigatti, P. Winskill, C. Whittaker, N. Imai, G. Cuomo-Dannenburg, H. Thompson, P. Walker, H. Fu, A. Dighe, J. Griffin, A. Cori, M. Baguelin, S. Bhatia, A. Boonyasiri, Z. M. Cucunuba, R. Fitzjohn, K. A. M. Gaythorpe, W. Green, A. Hamlet, W. Hinsley, D. Laydon, G. Nedjati-Gilani, S. Riley, S. van-Elsand, E. Volz, H. Wang, Y. Wang, X. Xi, C. Donnelly, A. Ghani, N. Ferguson, Estimates of the severity of COVID-19 disease. medRxiv 2020.03.09.20033357 [Preprint]. 13 March 2020; <https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033357>
- 21.** L. Ferretti et al., Science eabb6936 (2020)
- 22.** R. M. Anderson, H. Heesterbeek, D. Klinkenberg, T. D. Hollingsworth, Lancet 395, 931–934 (2020).
- 26.** N. M. Ferguson, D. Laydon, G. Nedjati-Gilani, N. Imai, K. Ainslie, M. Baguelin, S. Bhatia, A. Boonyasiri, Z. Cucunubá, G. Cuomo-Dannenburg, A. Dighe, H. Fu, K. Gaythorpe, H. Thompson, R. Verity, E. Volz, H. Wang, Y. Wang, P. G. Walker, C. Walters, P. Winskill, C. Whittaker, C. A. Donnelly, S. Riley, A. C. Ghani, Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand (Imperial College COVID-19 Response Team, 2020); <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/sph/ide/gida-fellowships/Imperial-College-COVID19-NPI-modelling-16-03-2020.pdf>.
- 31.** Centers for Disease Control and Prevention, The National Respiratory and Enteric Virus Surveillance System (NREVSS) (CDC, 2020); <https://www.cdc.gov/surveillance/nrevss/index.html>.
- 32.** E. Goldstein, S. Cobey, S. Takahashi, J. C. Miller, M. Lipsitch, PLOS Med. 8, e1001051 (2011).
- 33.** Centers for Disease Control and Prevention, FluView Interactive (CDC, 2018); <https://www.cdc.gov/flu/weekly/fluviewinteractive.htm>.
- 34.** J. Wallinga, P. Teunis, Am. J. Epidemiol. 160, 509–516 (2004).
- 35.** J. Wallinga, M. Lipsitch, Proc. Biol. Sci. 274, 599–604 (2007).
- 36.** D. E. te Beest, M. van Boven, M. Hooiveld, C. van den Dool, J. Wallinga, Am. J. Epidemiol. 178, 1469–1477 (2013).
- 37.** J. M. Read, J. R. Bridgen, D. A. Cummings, A. Ho, C. P. Jewell, Novel coronavirus 2019-nCoV: early estimation of epidemiological parameters and epidemic predictions. medRxiv 10.1101/2020.01.23.20018549 [Preprint]. 28 January 2020; <https://doi.org/10.1101/2020.01.23.20018549>.
- 38.** S. A. Lauer et al., Ann. Intern. Med. (2020).
- 39.** N. M. Linton et al., J. Clin. Med. 9, 538 (2020)
- 40.** World Health Organization, Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 51 (WHO, 2020); [www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200311-sitrep-51-covid-19.pdf?sfvrsn=1ba62e57\\_10](http://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200311-sitrep-51-covid-19.pdf?sfvrsn=1ba62e57_10)
- 41.** Q. Li et al., N. Engl. J. Med. 382, 1199–1207 (2020)