



Título original: Association between mobility patterns and COVID-19 transmission in the USA: a mathematical modelling study

Título traduzido: Associação entre padrões de mobilidade e transmissão de COVID-19 nos EUA: Um estudo de modelagem matemática

Autores: Hamada S. Badr¹, Hongru Du², Maximilian Marshall², Ensheng Dong², Marietta M. Squire², Lauren M. Gardner²

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

Diante da ausência de uma droga antiviral ou vacina aprovada, o distanciamento social segue como uma das formas mais apropriadas para combater a propagação da Covid-19. Com a flexibilização das políticas de controle em diversos países ao redor do globo, cabe avaliar em que medida o distanciamento tem surtido efeito na disseminação do vírus para melhor conduzir o afrouxamento.

Foi com esse objetivo que pesquisadores dos departamentos de Ciências da Terra e Planetárias e Engenharia Civil e de Sistemas, ambos da Universidade Johns Hopkins, nos Estados Unidos, desenvolveram um estudo para investigar os impactos do distanciamento nos EUA, país que relatou o maior número de casos e mortes confirmadas pelo novo coronavírus.

Vale destacar que, desde quando reportou o primeiro caso da doença, em janeiro de 2020, a política de combate dos EUA foi altamente descentralizada, sem uma política ou padrão propriamente definidos a nível governamental.

¹ Departamento de Ciências da Terra e Planetárias, Universidade Johns Hopkins, Baltimore, Maryland, EUA

² Departamento de Engenharia Civil e de Sistemas, Universidade Johns Hopkins, Baltimore, Maryland, EUA

Destrinchando

Para medir a eficácia do distanciamento social em cada condado dos EUA, o estudo definiu uma taxa de mobilidade (MR) para cada dia e condado. A MR quantifica a mudança em padrões de mobilidade como uma representação para o distanciamento social. O MR reflete a mudança no número de viagens individuais feitas em cada condado por dia e é relativo aos padrões de comportamento comuns (isto é, antes da Covid-19).

Para computar essa medida, foram utilizadas matrizes origem-destino de viagens diárias (de um de janeiro de 2020 a vinte de abril do mesmo ano), obtidas de dados de telefones celulares, agregados e anônimos, obtidas da Teralytics (Zürich, Suíça), em nível de condado dos EUA. Esse método está alinhado com o trabalho [14] que apoia o uso de dados de mobilidade agregados para monitorar a eficácia das intervenções de distanciamento social.

Ou seja: MR = 0 sugere que nenhuma viagem foi realizada;

MR = 0.5 indica metade do número de viagens;

MR = 1 significa que nenhuma mudança ocorreu.

Observação: Qualquer valor acima de 1 significa que a mobilidade é maior que o valor de referência.

A pesquisa também levou em consideração a taxa de crescimento (GR), quando a média de número de casos reportados de Covid-19 em um dia é maior que em um dado período. Sendo assim:

GR = 0 - um caso por dia reportado nos últimos três dias e pelo menos sete novos casos confirmados na última semana;

GR = 1 - taxa de crescimento em relação à semana anterior não muda;

GR < 1 - taxa de crescimento nos últimos três dias foi menor que a da semana anterior;

GR > 1 - taxa de crescimento foi maior nos últimos três dias que na última semana.

Notas explicativas + gráficos

As diferenças no MR a nível de condados dos EUA, de 24 de Janeiro a 17 de Abril de 2020, são ilustradas na Figura 1. O MR para os 25 condados estadunidenses com maior número de casos reportados variam de 0.35, na cidade de Nova York, até 0.63 no Condado Harris, Texas, o que destaca a variabilidade e as mudanças de comportamento associadas ao MR no país.

Condados com maior distanciamento social na primeira semana de Abril foram predominantes nos estados de Nova York, Nova Jersey e Massachusetts - locais que mais reportaram casos de Covid-19 no período analisado.

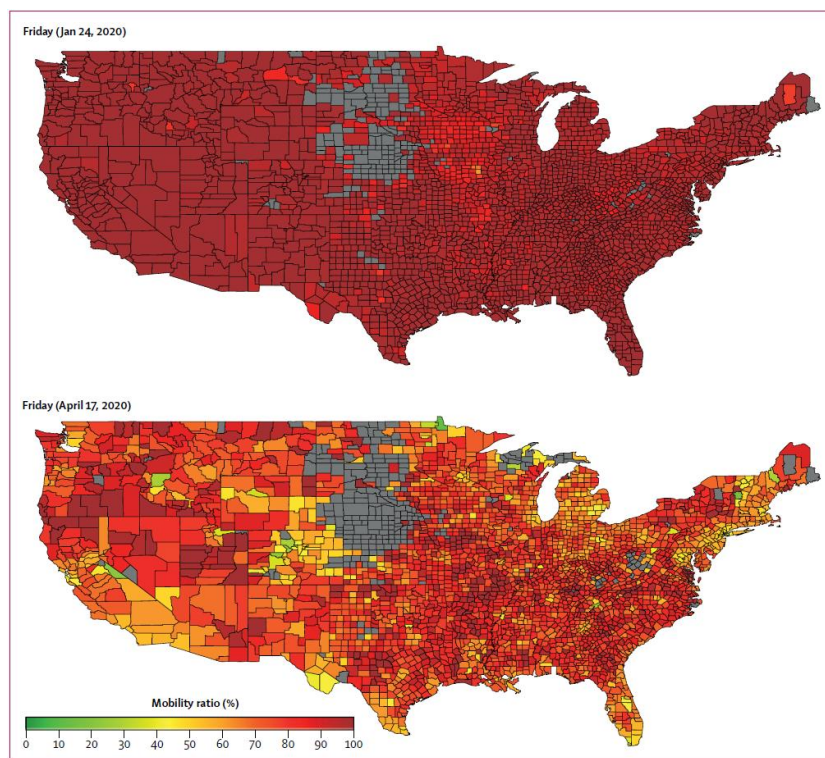


Figura 1: Taxa de mobilidade em cada condado dos USA na sexta, 24 de Janeiro de 2020 (topo), e sexta 17 de Abril de 2020 (abaixo).

As áreas cinzas no centro oeste estão assim por conta da baixa cobertura no conjunto de dados da Teralytics.

A relação entre as tendências do MR ao longo do tempo e o momento das medidas de distanciamento social em nível estadual são ilustrados na Figura 2. Além do cronograma das ações, a pesquisa também coletou informações sobre os níveis de distanciamento social a partir das políticas restritivas implementadas em cada um dos 25 condados.

A Figura 2 mostra que o distanciamento social começou no início de março, bem antes da primeira medida de “ficar em casa” a nível estadual nos EUA (implementada na Califórnia em 19 de Março). Enquanto medidas no nível de condado explicam parcialmente porque a queda no MR ocorreu antes, tendo iniciado antes das medidas estaduais serem implementadas, todos os estados mostraram algum grau de distanciamento social antes das medidas nos condados serem implementadas.

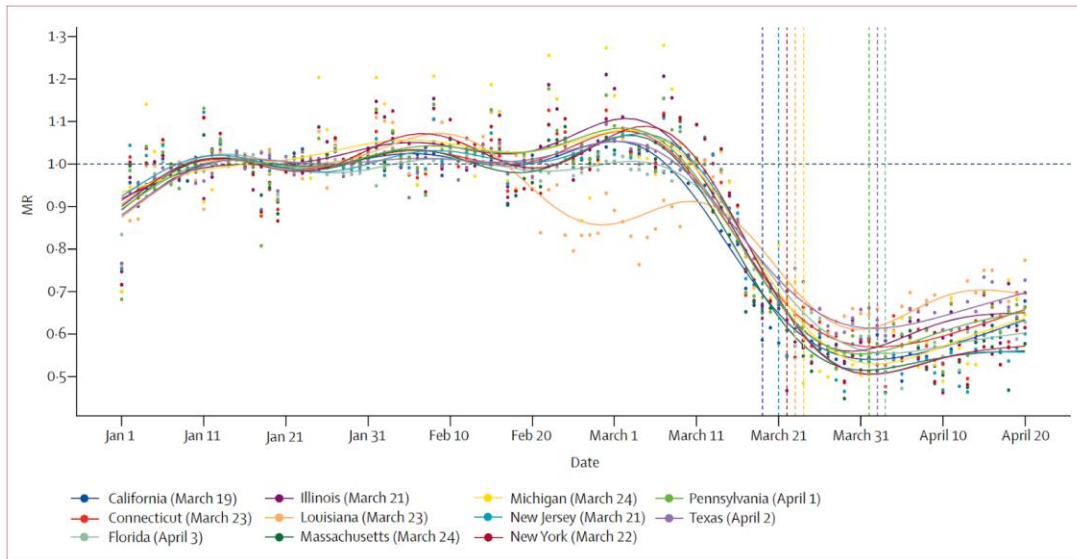


Figura 2. Séries temporais do MR nos estados dos EUA e as correspondentes datas das medidas de isolamento.

Os pontos representam o dado cru dos MR enquanto as linhas plotadas foram suavizadas utilizando um modelo generalizado aditivo. As linhas pontilhadas verticais são as datas das medidas de isolamento social. Algumas medidas ocorreram no mesmo dia, por isso apenas 11 são visíveis. MR = taxa de mobilidade.

Usando MR e GR, avaliou-se como o distanciamento social influenciou a taxa de novas infecções nos 25 condados com o maior número de casos em 16 de Abril de 2020. Uma defasagem de 11 dias, com uma janela de 9-12 dias foi identificada. Esse intervalo datou o início do distanciamento e a redução da taxa de crescimento. A Figura 3 mostra este cenário.

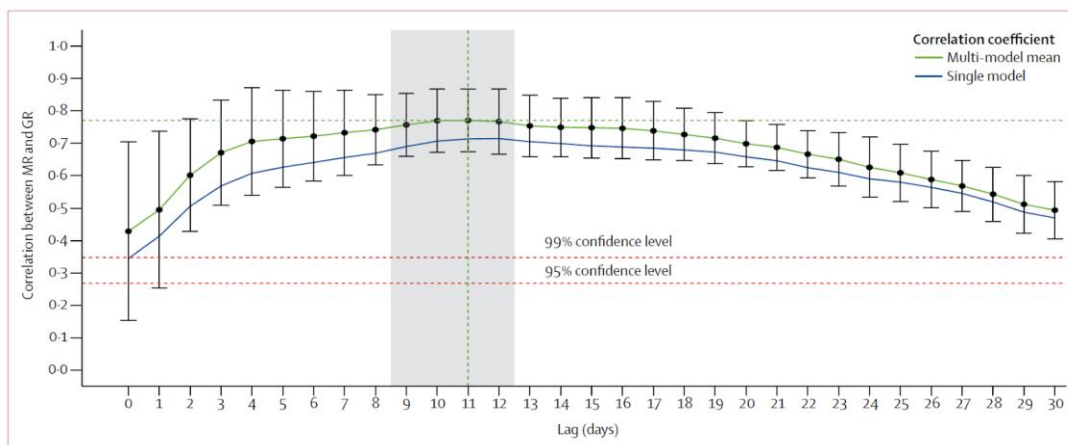


Figura 3. Correlação entre MR e GR em diferentes intervalos (em dias) para um único modelo com todos os condados e a média e o desvio padrão do modelo específico para condados.

Todas as correlações são significativas em um IC de 95%. Um atraso ideal de 11 dias é observado pela linha pontilhada verde vertical, com a janela de 9–12 dias destacada em cinza. MR = razão de mobilidade. GR = razão da taxa de crescimento.

Conforme a Figura 4, o número de casos diários para todos os 25 condados aumentou durante março, desacelerou em abril em diversos condados e começou a cair em alguns deles. Durante esse período, o MR diminuiu de forma constante, especificamente durante a segunda metade de março, antes de se estabilizar para a maioria dos locais no início de Abril, seguido por um ligeiro aumento ao longo do mesmo mês. Em quase todos os condados, a queda inicial no MR começou antes de qualquer medida formal ser implementada.

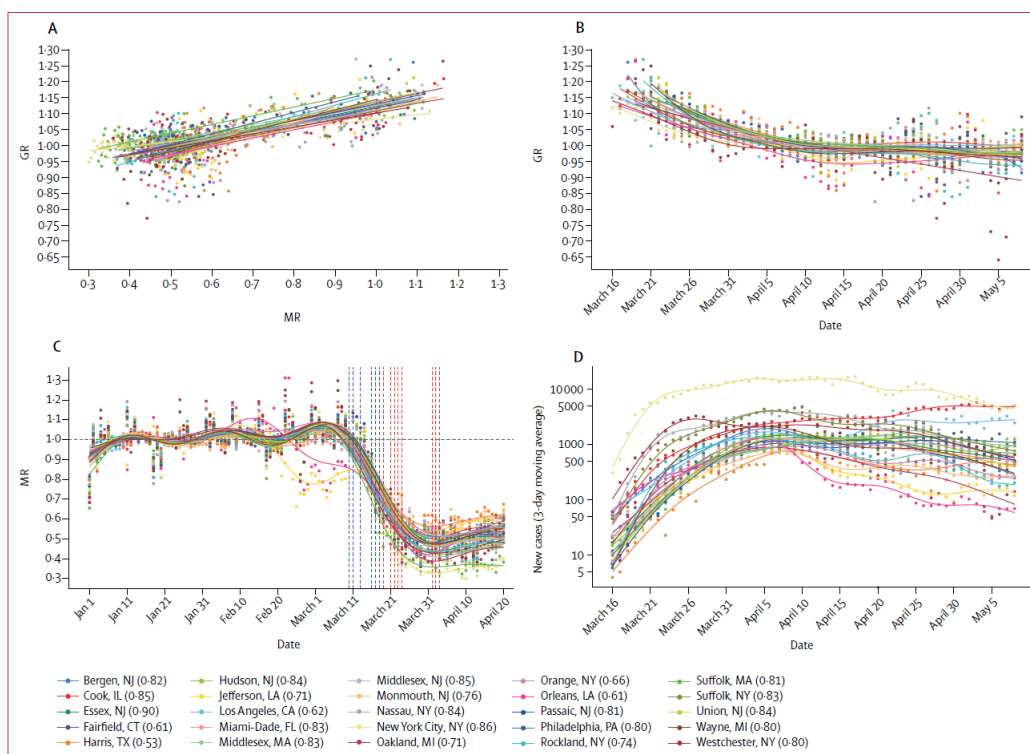


Figura 4. Relação entre MR e GR dado um intervalo de 11 dias (A), com GR (B), progressão de MR (C), e novos casos confirmados (D).

Datas das medidas de isolamento em nível estadual são mostradas nas linhas pontilhadas verticais vermelhas, e medidas de distanciamento social a nível local são mostradas nas linhas pontilhadas verticais azuis. Os pontos representam o dado cru, e a curva mostrada foi suavizada usando um modelo generalizado aditivo. GR=taxa de crescimento. MR = Taxa de mobilidade.

Referências

1. WHO. Pneumonia of unknown cause—China. Jan 5, 2020. Geneva: World Health Organization, 2020. <https://www.who.int/csr/don/05-january-2020-pneumonia-of-unkown-cause-china> (accessed April 16, 2020).

2. WHO. Novel coronavirus—China; emergencies preparedness, response. Jan 12, 2020. Geneva: World Health Organization, 2020. <https://www.who.int/csr/don/12-january-2020-novel-coronaviruschina> (accessed April 16, 2020).
3. WHO. Coronavirus disease 2019 (COVID-2019). Situation report 106. May 5, 2020. Geneva: World Health Organization, 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novelcoronavirus-2019/situation-reports> (accessed April 16, 2020)
4. Holshue ML, DeBolt C, Lingquist S, et al. Washington State 2019-nCov case investigation team, first case of 2019 novel coronavirus in the United States. *N Engl J Med* 2020; 382: 929–36.
5. Dong E, Du H, Gardner L. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *Lancet Infect Dis* 2020; 20: 533–54.
6. Bi Q, Wu Y, Mei S, et al. Epidemiology and transmission of COVID-19 in 391 cases and 1286 of their close contacts in Shenzhen, China: a retrospective cohort study. *Lancet Infect Dis* 2020; published online April 27. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30287-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30287-5).
7. Kraemer MUG, Yang C, Gutierrez B, et al. The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China. *Science* 2020; 368: 493–97.
8. Zhao S, Zhuang Z, Cao P, et al. Quantifying the association between domestic travel and the exportation of novel coronavirus (2019-nCov) cases from Wuhan, China in 2020: a correlational analysis. *J Travel Med* 2020; 27: 1–3.
9. Tian H, Liu Y, Li Y, et al. An investigation of transmission control measures during the first 50 days of the COVID-19 epidemic in China. *Science* 2020; 368: 638–42.
10. Chinazzi M, Davis JT, Ajelli M, et al. The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak. *Science* 2020; 368: 395–400.
11. Sjodin H, Wilder-Smith A, Osman S, Farooq Z, Rocklov J. Only strict quarantine measures can curb the coronavirus disease (COVID-19) outbreak in Italy, 2020. *Euro Surveill* 2020; 25: 1–5.
12. Kissler SM, Tedijanto C, Goldstein E, Grad YH, Lipsitch M. Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period. *Science* 2020; 368: 860–68.
13. Kucharski AJ, Russell TW, Diamond C, et al. Early dynamics and control of COVID-19: a mathematical modelling study. *Lancet Inf Dis* 2020; 20: 553–58.
14. Buckee CO, Balsari S, Chan J, et al. Aggregated mobility data could help fight COVID-19. *Science* 2020; 368: 145–46.

15. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *N Engl J Med* 2020; 382: 1708–20.
16. Li Q, Guan X, Wu P, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus–infected pneumonia. *N Engl J Med* 2020; 382: 1199–207.
17. Lauer SA, Grantz KH, Bi Q, et al. The incubation period of coronavirus disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed cases: estimation and application. *Ann Internal Med*. 2020; 172: 577–82.
18. COVID Tracking Project. US COVID-19 testing data. 2020. <https://covidtracking.com> (accessed May 27, 2020)
19. US CDC. Social distancing. April 4, 2020. US Centers for Disease Control and Prevention, 2020. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/social-distancing.html> (accessed April 16, 2020).
20. WHO. Advice for public. March 18, 2020. Geneva: World Health Organization, 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public> (accessed April 16, 2020).