



NÚMERO REPRODUTIVO DA COVID-19 E O RELAXAMENTO DO DISTANCIAMENTO SOCIAL NO BRASIL

ARTIGO ORIGINAL

AKHAVAN, André Amin Martin ¹

AKHAVAN, Dariush ²

AKHAVAN, André Amin Martin. AKHAVAN, Dariush. **Número reprodutivo da COVID-19 e o relaxamento do distanciamento social no Brasil.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 10, Vol. 07, pp. 129-137. Outubro de 2020. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/numero-reprodutivo>

RESUMO

A chegada da pandemia da COVID-19 no Brasil foi seguida pela adoção abrupta de medidas de distanciamento social, reduzindo radicalmente a circulação de indivíduos nas áreas urbanas brasileiras. O relaxamento progressivo de tais medidas, curiosamente, não gerou um aumento do número reprodutivo efetivo (R_e) da COVID-19. Nesse estudo, descrevemos a relação temporal entre o R_e da COVID-19 no Brasil e a mobilidade urbana brasileira entre fevereiro e agosto de 2020 a partir de dados do Relatório de Mobilidade da Comunidade da Google e do Situation Report for COVID-19: Brasil do Imperial College London, demonstrando uma queda inicial da média de mobilidade urbana brasileira de 50-60% em relação aos valores anteriores à pandemia, acompanhado também por uma queda do R_e . Formulamos, então, hipóteses que poderiam explicar a relativa estabilidade do R_e observada ao longo dos meses em um contexto de aumento progressivo da circulação em áreas urbanas brasileiras, utilizando o modelo epidemiológico tricompartimental SIR. Sugerimos que

¹ Graduação em Medicina pela Universidade de Brasília.

² Médico Intensivista.



a redução da transmissibilidade do vírus, possivelmente em decorrência de estratégias como o uso de máscaras e a higiene respiratória, junto com uma redução da proporção de suscetíveis para a doença, decorrente de uma possível imunidade natural, ainda mal caracterizada e controversa na literatura, são fatores que provavelmente justificam a estabilidade do R_e no contexto de relaxamento do distanciamento social no Brasil.

Palavras-chave: COVID-19, coronavirus, epidemiologia, distanciamento social.

INTRODUÇÃO

A pandemia do novo coronavírus tem causado mudanças abruptas nas dinâmicas populacionais ao redor do mundo. O vírus SARS-CoV-2, agente etiológico da COVID-19, transmitido por gotículas respiratórias, é um coronavírus identificado pela primeira vez em 2019 na região de Wuhan da China, causador de um surto de pneumonias de agente etiológico inicialmente desconhecido. (WIERSINGA *et. al.*, 2019) Múltiplas estratégias têm sido adotadas para a contenção da transmissão viral, incluindo medidas de higiene respiratória, baixo limiar para testagem e isolamento de casos suspeitos, busca ativa de contactantes e medidas de distanciamento social. O fechamento de escolas, lojas e academias, apelos para evitar aglomerações e a suspensão de procedimentos e consultas médicas de caráter eletivo foram responsáveis pela drástica redução na circulação de indivíduos dentro das cidades brasileiras observada a partir de março de 2020. (BRAZIL AUGUST, 2020) Com o progressivo relaxamento das medidas que promoveram o distanciamento social, seria intuitivo esperar um aumento do número reprodutivo efetivo (R_e). Entretanto, por motivos pouco esclarecidos, tal efeito não foi observado. (SITUATION REPORT, 2020) Nesse estudo, apresentamos a relação temporal entre o distanciamento social e o R_e no Brasil entre fevereiro e agosto de 2020, e formulamos hipóteses, com base no modelo epidemiológico SIR, do mecanismo por trás das tendências observadas.



METODOLOGIA

Dados sobre a circulação de indivíduos dentro das cidades brasileiras entre 15 de fevereiro e 28 de agosto de 2020 foram obtidos através do Relatório de Mobilidade da Comunidade da Google de 1 de setembro de 2020. (BRAZIL AUGUST, 2020) O relatório obtém dados anônimos e agregados a partir do uso de produtos e aplicativos da Google. Tal relatório quantifica diariamente as tendências de mobilidade em comparação ao valor basal prévio à pandemia, dividindo a mobilidade urbana em seis categorias: varejo e lazer, mercados e farmácias, parques, estações de transporte público, locais de trabalho e residencial. A partir da média aritmética entre os valores referentes às primeiras cinco categorias, obtivemos a média da mobilidade urbana (MMU).

O número reprodutivo da COVID-19 no Brasil ao longo do tempo foi obtido pelo Situation Report for COVID-19: Brasil de 1 de setembro de 2020 do Imperial College London (SITUATION REPORT, 2020). A formulação de hipóteses para justificar a variação do R_e em função da tendência de mobilidade urbana foi baseada no modelo epidemiológico SIR, um modelo tricompartmental (suscetíveis, infectados e recuperados) estabelecido na literatura que permite modelar a dinâmica de propagação de doenças infecciosas.

RESULTADOS

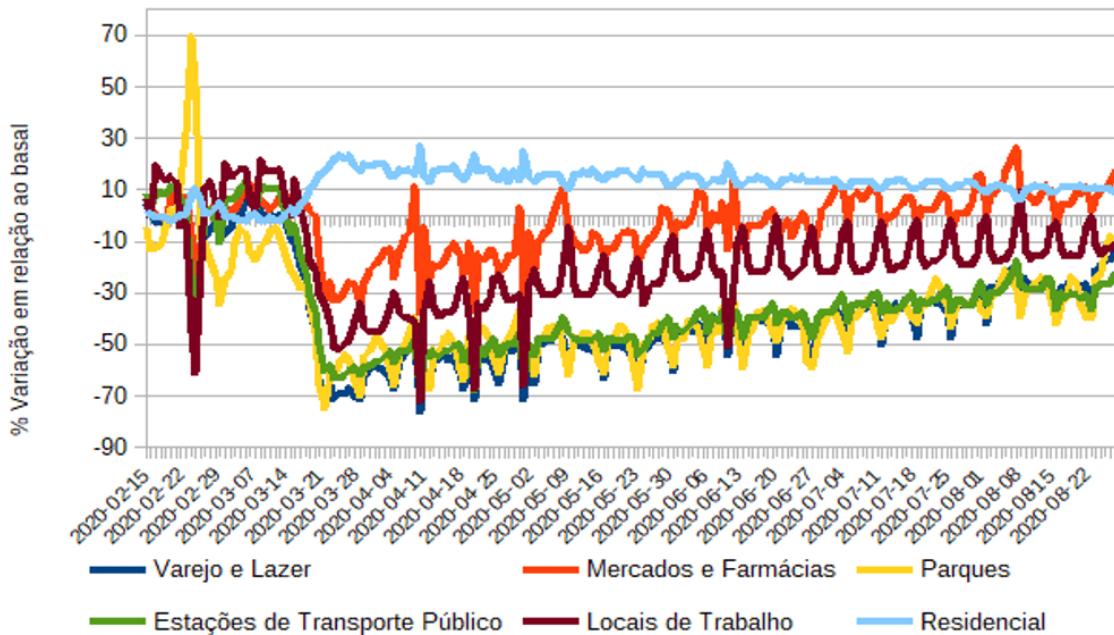
A média da mobilidade urbana (MMU) sofreu queda brusca em meados de março, alcançando a máxima redução em torno da última semana de março, entre -50% e -60%. Desde então, houve um progressivo aumento desse indicador de forma relativamente linear, alcançando -10% até o fim de agosto.

Entre as seis categorias da mobilidade urbana, conforme o gráfico 1, observou-se queda mais significativa em meados de março da atividade em parques, estações de transporte público e varejo e lazer, atingindo valores entre -60% e -80%. Quedas menos significativas foram observadas em locais de trabalho, de -40% a -60%, e em mercados e farmácias, de -20% a -40%. Ao longo dos meses até o fim de agosto



ocorreu aumento progressivo nesses cinco indicadores. Houve aumento apenas no componente residencial, de +20%, coincidindo com as quedas nos outros componentes em meados de março, com progressiva redução, atingindo +10% até o fim de agosto.

Gráfico 1: Variação da mobilidade urbana brasileira entre fevereiro e agosto de 2020

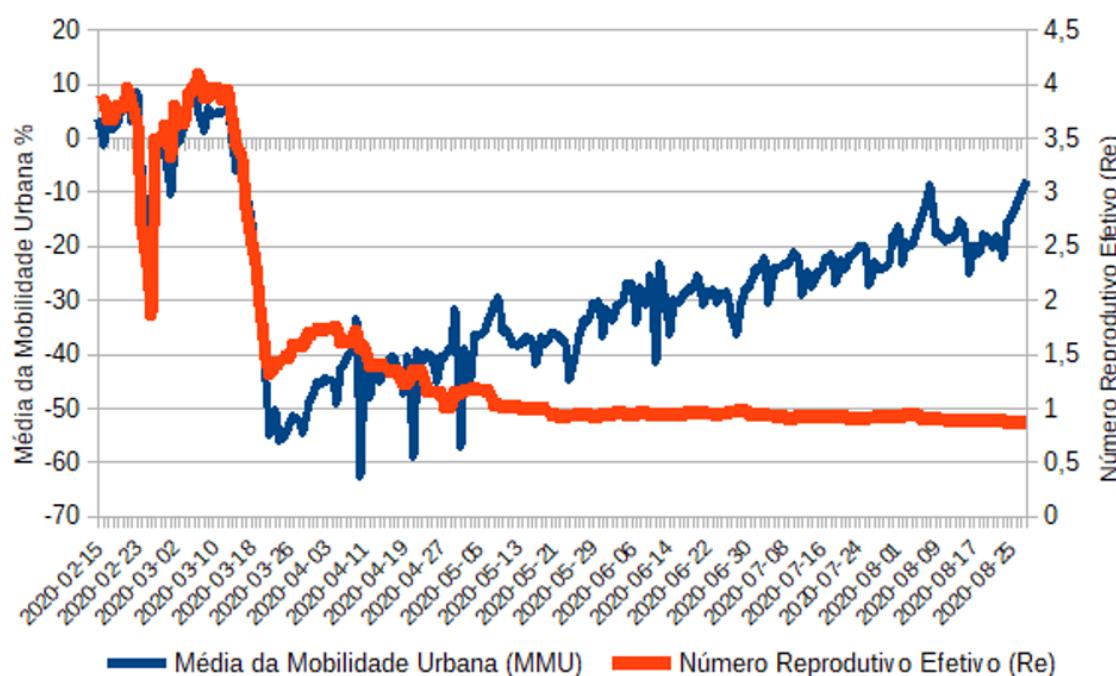


Fonte: BRAZIL AUGUST (2020)

O R_e da COVID-19 no Brasil observado no início do período estudado, conforme o gráfico 2, se mantinha entre 3,5 e 4, com queda súbita coincidindo com a diminuição da MMU observada em meados de março, se estabilizando em torno de 1 entre maio e agosto.



Gráfico 2: Relação temporal entre a média da mobilidade urbana brasileira e o número reprodutivo efetivo da COVID-19 no Brasil



FONTE: BRAZIL AUGUST (2020) e SITUATION REPORT (2020)

DISCUSSÃO

O modelo SIR é um modelo compartmental que permite modelar a dinâmica de propagação da COVID-19 (JONES, 2019; ISMAIL, 2020). Nesse modelo, o número reprodutivo efetivo (R_e) é uma variável que estima o número de indivíduos que uma pessoa doente irá infectar, em média, ao longo do período de transmissão. Isso é de particular importância pois permite determinar se uma epidemia está em aceleração, estável ou desaceleração. Um $R_e > 1$ significa que a epidemia está em franca aceleração, enquanto um $R_e < 1$ significa uma desaceleração, e um $R_e=1$ implica em uma epidemia estável. O número reprodutivo básico (R_0), define como o número de indivíduos que serão infectadas por uma pessoa doente, em uma população sem imunidade para a doença, ou seja, em uma situação em que todos são suscetíveis à doença. É possível calcular o R_e a partir do R_0 utilizando a seguinte fórmula:



$$R_e = R_0 \cdot S$$

Em que S é a proporção de suscetíveis dentro da população estudada para a determinada doença.

O R_0 , por sua vez, pode ser determinado da seguinte maneira:

$$R_0 = T \cdot C \cdot D$$

Em que T é a transmissibilidade (probabilidade de transmissão da doença no contato entre um indivíduo suscetível e um indivíduo doente), C é o número de contatos diários do indivíduo doente, e D é a duração do período transmissível da doença em dias.

Portanto, é possível reformular o número reprodutivo efetivo da seguinte maneira:

$$R_e = T \cdot C \cdot D \cdot S$$

A estabilidade observada no R_e no contexto de relaxamento das medidas de distanciamento social no Brasil é verdadeiramente curioso. É plausível inferir que o relaxamento de tais medidas tenha aumentado o contato entre indivíduos com COVID-19 e indivíduos suscetíveis (C), que geraria um aumento do R_e . Entretanto, tal indicador permaneceu relativamente constante nesse contexto. Assumindo uma duração constante do período de transmissibilidade da COVID-19 em indivíduos doentes (D), a observação de um R_e constante pode ser explicada pela redução da transmissibilidade (T) ou pela redução da proporção de suscetíveis (s) na população.



Uma combinação de ambos fatores provavelmente explica tal achado. A adoção em larga escala de medidas como o uso de máscaras, interações sociais adaptadas à pandemia e a higiene respiratória no Brasil (DATAFOLHA INSTITUTO DE PESQUISA, 2020) pode também ter gerado uma queda na transmissibilidade (T) da COVID-19 no Brasil. Não há evidência conclusiva na literatura sobre o grau de imunogenicidade do SARS-COV-2, e sobre qual seria a duração e a efetividade dessa imunidade protetora. Portanto, não é possível determinar com precisão qual seria o efeito da propagação da COVID-19 sobre a proporção de suscetíveis (s) na população geral. Em uma situação ideal de indução de imunidade totalmente protetora após a infecção, a Imperial College estima que, isoladamente, tal imunidade já seria responsável por uma diminuição do R_e de aproximadamente 30%. (SITUATION REPORT, 2020)

Existe um terceiro elemento que também poderia justificar a constância do R_e no contexto de relaxamento de medidas de distanciamento social. Países como a Coreia do Sul têm demonstrado a efetividade da testagem em massa e da busca ativa e testagem de contatos, permitindo o isolamento de indivíduos infecciosos (SUNA E VIBOUDA, 2020). Apesar do aumento da circulação da população geral nas áreas urbanas brasileiras, a manutenção de baixos níveis de circulação especificamente dos indivíduos com COVID-19 poderia também, em teoria, justificar um R_e constante. Entretanto, o baixo número de testes por milhão de habitantes no Brasil sugere que esse componente não exerce um papel tão importante no contexto brasileiro.

O modelo SIR, entretanto, é um modelo relativamente simples com suas limitações. Ao incluir todos os indivíduos infecciosos em um único compartimento, por exemplo, ele não é capaz de estudar separadamente as dinâmicas de portadores sintomáticos da COVID-19, que mais provavelmente serão submetidos a testagem e isolamento domiciliar, e portadores assintomáticos da COVID-19, que dificilmente serão testados e isolados e provavelmente terão suas atividades inalteradas. O número de contatos diários de cada grupo certamente difere do outro, o que não é levado em consideração nesse modelo epidemiológico.



A dinâmica de um surto epidêmico é altamente complexa e difícil de ser precisamente prevista. Apesar das epidemias frequentemente serem estudadas no contexto de um país ou qualquer outra área geográfica delimitada, na realidade existem múltiplas pequenas epidemias ocorrendo simultaneamente e em diferentes estágios dentro de um único país, uma única cidade, ou até dentro de um único bairro. Nosso estudo com base no modelo SIR considera o Brasil como um único compartimento homogêneo dentro do qual ocorre o processo epidêmico, que é uma limitação do estudo.

CONCLUSÃO

A relativa estabilidade do número reprodutivo efetivo da COVID-19 no Brasil entre maio e agosto de 2020 apesar do relaxamento das medidas de distanciamento social observado nesse período pode ser explicado por uma combinação de fatores, conforme o modelo epidemiológico SIR. A redução da transmissibilidade do vírus, dentro do contexto de aumento de uso de máscaras, higiene respiratória e interações sociais adaptadas para o contexto de pandemia; e a redução da proporção de suscetíveis para a doença, decorrente de uma possível imunidade natural, tema ainda controverso na literatura, são fatores que provavelmente justificam a estabilidade do R_e no contexto de aumento da circulação em áreas urbanas brasileiras.

REFERENCIAS

BRAZIL AUGUST. 28, 2020 Mobility changes. **COVID-19 Community Mobility Report**, 2020. Disponível em: <https://www.gstatic.com/covid19/mobility/2020-08-28_BR_Mobility_Report_en.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2020

ISMAIL, Anas Abou. Modelos Compartimentais da Pandemia COVID-19 para Médicos e Médicos-Cientistas. **SN Compr Clin Med.** 2020 Jun 4: 1-7.

ISOLAMENTO SOCIAL: MEDO DE SER CONTAMINADO 11 e 12/08/2020. **Datafolha Instituto de Pesquisa**, 2020. Disponível em:



MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC JOURNAL

NÚCLEO DO
CONHECIMENTO

REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR NÚCLEO DO

CONHECIMENTO ISSN: 2448-0959

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br>

<<http://media.folha.uol.com.br/datafolha/2020/08/19/34c9d0ae243b593db19bc9652df8d054reab.pdf>> Acesso em: 03 de setembro de 2020

JONES, James Holland. Notes on R. **Stanford University**, 2019. Disponível em: <http://web.stanford.edu/class/earthsys214/notes/Jones_R0_notes2019.pdf>. Acess o em: 02 de setembro de 2020

SUNA; VIBOUDA. Impacto do rastreamento de contato na transmissão SARS-CoV-2. **Lancet Infect Dis.** 2020 Ago; 20(8): 876-877.

SITUATION REPORT FOR COVID-19: Brazil, 2020-09-01. **MRC Centre for Global Infectious Disease Analysis, Imperial College London**, 2020. Disponível em: <<https://mrc-ide.github.io/global-lmic-reports/BRA/>>. Acesso em: 02 de setembro de 2020

W. Joost; WIERSINGA, MD, PhD; Andrew Rhodes, MD, PhD; Allen C. Cheng, MD, PhD;; et al. Fisiopatologia, Transmissão, Diagnóstico e Tratamento da Doença Coronavírus 2019 (COVID-19): Revisão. **O JAMA**. 2020;324(8):782-793.

Enviado: Setembro, 2020.

Aprovado: Outubro, 2020.

RC: 61420

Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/numero-reprodutivo>