

UMA ANÁLISE DA EFETIVIDADE DA POLÍTICA DE RESTRIÇÃO SOCIAL PARA O MUNICÍPIO DE FORTALEZA–CE

Luiz Alexandre Moreira Barros¹ and Raphael Douglas de Freitas Lucena²

¹*Mestrando em Economia, CAEN/UFC, **

²*Doutorando em Economia, CAEN/UFC †*

Resumo

Este artigo tem como objetivo analisar a efetividade das políticas de isolamento social no município de Fortaleza-CE, durante a pandemia do COVID-19. Para tanto, foi utilizada, como suporte empírico, a estratégia proposta por Kermack e McKendrick (1927), para doenças de infecção primária, e o estudo de BAO et al. (2020) sobre o COVID-19. Os resultados simulados indicam que, com as implementações de políticas restritivas, houve uma redução da taxa de transmissão e do número de casos da doença.

Palavras-Chave: Covid-19, Avaliação de políticas públicas, Modelo SIR.

Abstract

This article aims to analyze the effectiveness of social restriction policies in the city of Fortaleza-CE, during the COVID-19 pandemic. Therefore, it was used, as empirical support, the strategy proposed by Kermack and McKendrick (1927), for diseases of primary infection, and also the study by BAO et al. (2020) about COVID-19. The simulated results indicate that, with the implementation of restrictive policies, there was a reduction in the transmission rate and in the number of cases of the disease.

Key-words: COVID-19, Public Policies Evaluation, SIR model.

1 Introdução

O surto do vírus COVID-19 levou a óbito mais de 300.000 pessoas em todo o mundo e pelo menos 18.859 mortes no Brasil até o momento. No conjunto de municípios brasileiros, Fortaleza – CE é destaque tanto pelo número de mortos, que já ultrapassam 1.500, como pelo número de casos confirmados, que somam mais de 18.000. A partir do surgimento de casos por COVID-19, os agentes governamentais e privados iniciaram uma corrida para conter a propagação do vírus, utilizando-se de estratégias que reestruturam os espaços sociais e as diversas atividades econômicas.

*E-mail: Luizalexandremoreira21@outlook.com

†E-mail: raphaelucena@outlook.com

A política de restrição e o lockdown são algumas das respostas que os policy maker estão adotando em diversos países, sendo que a sua implementação se mostrou unânime em grande parte deles. Em um estudo para a China, Chinazzi et al (2020) concluem que as restrições de viagens são menos eficazes quando comparado a detecção prévia do vírus e ao isolamento doméstico. Além de identificar a eficácia do bloqueio social, é preciso discutir a respeito do período de isolamento, sendo que esse pode ser curto ou longo. Singh e Adhikari (2020) verificam o efeito do distanciamento social na Índia através das diferentes faixas etárias. Seus resultados mostram que bloqueio de curtos períodos é considerado insuficiente para evitar a volta do vírus e, em vez disso, é recomendado ações com bloqueio prolongado e relaxamento regular.

De fato, os efeitos desta reestruturação social são responsáveis por afetar o lado real da economia, levando a uma redução da atividade econômica. Com isso, percebe-se a importância em equilibrar os danos econômicos causados pelo COVID-19 e a necessidade de reduzir a transmissão viral. Esse trade-off entre o fator econômico e a saúde das pessoas deve ser discutido para que haja a possibilidade de uma política de isolamento mais adequada para a realidade de cada município brasileiro e, em específico para Fortaleza – CE.

Alvarez, Argente e Lippi (2020) abordam a respeito de um isolamento ideal que busca minimizar os custos de retomada das atividades econômicas. Seus resultados indicam que a ausência de testes aumenta os custos econômicos do isolamento social e, consequentemente, força uma retomada inesperada, reduzindo o bloqueio ideal. O bem-estar sob a política ótima com testes é maior, equivalente a um pagamento único de 2% do PIB. Barro, Ursua e Weng (2020), Dewatripont et al. (2020) e Jones e Klenow (2020) são outros estudos que discutem a respeito de políticas mais efetivas ao choque do COVID-19.

Neste sentido, o presente estudo analisa a efetividade das políticas de isolamento social (restrição do comércio e lockdown) no município de Fortaleza – CE, durante a pandemia do COVID-19. Para tanto, essa abordagem seguirá a estratégia empírica proposta por Kermack e McKendrick (1927), para doenças com só infecção primária, como evidenciado para o COVID-19, nos estudos de Bao et al. (2020).

Além desta introdução, o presente trabalho apresenta mais 3 seções. Na seguinte, discute-se a estratégia empírica. A terceira os resultados encontrados. Finalmente, na quarta, tem-se as considerações finais.

2 Metodologia

Com o objetivo de analisar a efetividade das políticas de isolamento social (restrição do comércio e lockdown) no município de Fortaleza – CE, optou-se por dividir as ações em dois momentos. No primeiro, é calculado as taxas de velocidade transmissão do COVID-19 (β) desde o começo da série, no dia 15 de março 2020, até a data presente do estudo. Com isso, obtendo taxas de transmissão diária. No segundo, será utilizado o modelo SIR (Susceptible, Infectious, or Recovered), largamente utilizado na simulação epidêmicas em uma determinada população. Através da utilização desse modelo, será possível obter os cenários de transmissão da doença, após a aplicação das medidas de contenção social.

2.1 Modelo SIR

O modelo SIR (Susceptible, Infectious, or Recovered) proposto por Kermack and McKendrick (1927), descreve um cenário no qual um indivíduo pode passar por três estágios durante o período de contágio: o indivíduo inicialmente é suscetível a doença, depois se infecta com a doença, e por fim pode se recuperar ou falecer. Definindo o sistema de equações diferenciais do modelo SIR:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \frac{SI}{N} \quad (1)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I \quad (3)$$

Sendo S a população suscetível ao COVID-19, I a parte da população infectada, R a população recuperada, N o tamanho da população, β a taxa de transmissão do COVID-19, e γ a taxa de recuperação.

A equação (1) mostra a quantidade de pessoas suscetíveis a se infectar com COVID-19 ao longo do tempo. Sendo equação (1) uma equação simétrica a equação do número de casos acumulados de infecções. Já a equação (2), apresenta a quantidade de pessoas que se recuperam da doença ao longo do tempo, sendo calculada através da taxa de media de recuperação (γ) vezes o número de indivíduos infectados. A taxa de recuperação pode ser calculada através da seguinte forma:

$$\gamma = \frac{1}{T_r} \quad (4)$$

Sendo T_r a taxa de recuperação da doença. Segundo a Organização mundial da Saúde (OMS), a taxa média de recuperação dos pacientes infectados para o COVID-19, é em media 14 dias, logo será definida por hipótese que a taxa de recuperação é $\gamma = 1/14$.

Logo a equação (3) mostra a dinâmica do números de casos do COVID-19 ao longo do tempo em uma população. A equação (3) é composta pelo módulo da equação (1), que é o número total de casos de pessoas infectadas por COVID-19, subtraída da equação (2), que apresenta o número de pessoas infectadas. Então podemos definir que a taxa de casos totais da doença como:

$$\frac{dI_t}{dt} = \beta \frac{SI}{N} \quad (5)$$

Na equação (5), a variável β indica a velocidade de crescimento e a magnitude nos número de novos casos totais da doença na população, assim um valor alto (baixo) para β , indica uma alta (baixa) velocidade no número de casos e um grande (baixo) número de casos registrados de COVID-19 . Como apresenta Kirkeby et al(2017),o β pode ser calculado da seguinte forma:

$$\beta = \frac{-\ln(1 - I_N/I)}{TS/N} \quad (6)$$

Sendo I_N o número de casos diários.

2.2 Dados

Com o objetivo de encontrar as taxas de transmissão e simular modelos SIR, será necessário o número de casos diários na cidade de Fortaleza e o tamanho da população da cidade de Fortaleza.

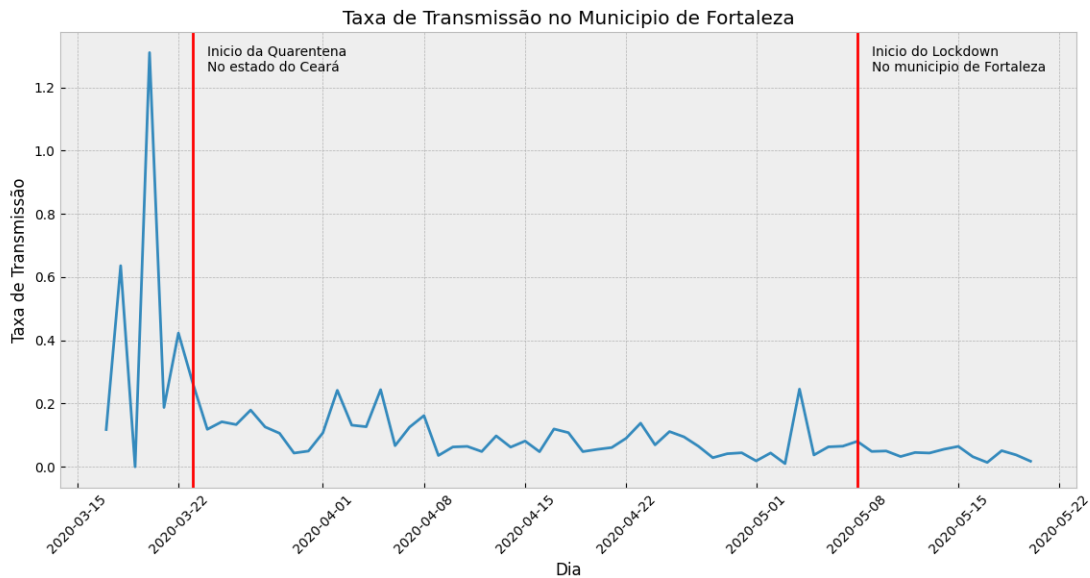
Para o número de casos diários, os dados são obtidos através dos boletins diários das secretarias estaduais e dos dados disponíveis na plataforma oficial do ministério da saúde, como utilizado e disponibilizado por Cota (2020).

O número da população é uma previsão fornecida através do Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia (IBGE) para 2019.

3 Resultados

Nesta seção, apresenta-se um conjunto de informações a respeito do impacto da política de restrição social no número de casos de COVID-19 no município de Fortaleza – CE. Além de fornecer um panorama a respeito das taxas de transmissão diárias para do vírus (β), busca-se também verificar aspectos relacionados à dinâmica dos diferentes cenários sem os efeitos das políticas de restrições ao longo do tempo.

Figura 1: Taxa de Transmissão do COVID-19 para Fortaleza



Fonte: Estimativa dos autores, a partir dos dados da pesquisa.

A análise da dinâmica das taxas de transmissão, antes e após a quarentena, pode ser visto na figura 1. É possível notar que, em média, a taxa de transmissão antes da quarentena é de 0.3875, com um desvio padrão 0.4390. Com o início da quarentena, a taxa média passou para 0.0945, uma redução de aproximadamente -75.59% nas taxas de transmissão, com um desvio padrão de 0.0611. Assim, caracterizando-se em uma transição para uma menor volatilidade quando comparada ao período pré quarentena.

Ao decretar uma política de lockdown no início do dia 08/05/2020, é possível identificar uma maior suavização da volatilidade na taxa de transmissão do COVID-19e-19, juntamente

a uma queda mais acentuada, com uma taxa média de 0.0438 e um desvio padrão de 0.0173. Se comparado ao período pré lockdown, constatou-se uma redução de -88,69% na taxa de transmissão do vírus

Desse modo, em uma situação que o policy maker opta por uma estratégia de um curto período de quarentena, Singh e Adhikari (2020) chamam atenção para a ineficácia da natureza dessas políticas, em que a taxa de infectados muda de sinal, mas não é o suficiente para evitar a retomada do aumento no número de casos no futuro. Enquanto que uma política de longos períodos restritivos pode ser bem-sucedida para diminuir o número de infectados, além de prevenir uma possível volta do aumento da taxa de transmissão.

Podemos ver na tabela 1, alguns valores descritivos da taxa de transmissão, para as diferentes políticas:

Estadística Descritiva para as Taxas de Crescimento

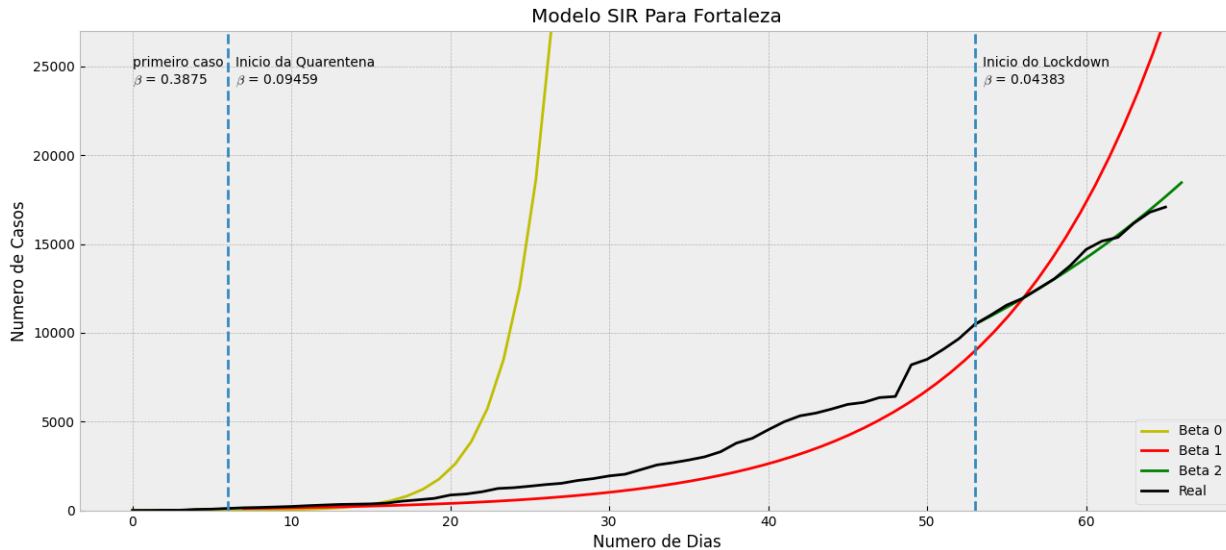
Período	Estatística	Valor
Pré Quarentena	Média (β_0)	0.3875
	Desvio Padrão (σ_0)	0.4390
	Máximo	1.3099
	Mínimo	0.1177
Quarentena	Média (β_1)	0.0945
	Desvio Padrão (σ_1)	0.0611
	Máximo	0.2637
	Mínimo	0.0100
Lockdown	Média (β_2)	0.0438
	Desvio Padrão (σ_2)	0.0173
	Máximo	0.0804
	Mínimo	0.0137

Na tabela 1, podemos verificar uma redução da velocidade e uma maior estabilidade das taxas de transmissão diária, após a adoção de políticas de restrição social. Vemos durante o período pré quarentena, a taxa de transmissão chegou a 1.3099, ou seja, a quantidade de casos em fortaleza mais do que dobrou durante os dias 19/03 e 20/03. Já após a adoção das políticas de restrição, os valores máximos das taxas de transmissão da doença chegaram a 0.263 durante a quarentena, e 0.0804 após o lockdown. Neste ponto, Alvarez, Argente e Lippi (2020) chamam atenção para a eficácia do bloqueio, indicando que a elasticidade da taxa de mortalidade em relação ao número de infectados é um determinante essencial da política ideal. A ideia é a de que na medida em que a curva da taxa de mortalidade vai ficando mais plana, menor seria o tamanho do bloqueio.

Após calcular as taxas de transmissão do COVID-19, um resultado interessante é verificar como as curvas de contágio se comportam, sem os efeitos das políticas de restrições. Então utilizando as taxas médias de transmissão $\beta_0, \beta_1, \beta_2$, calculadas na tabela 1, podemos utilizar o modelo SIR para prever os diferentes cenários, como é apresentado na figura 2.

Ao analisar a figura 2, pode se verificar que, durante o período de pré intervenção existe uma ótima sobreposição entre as curvas simuladas com a curva de dados reais. Inicialmente, é possível notar que, após 20 dias da primeira notificação, a curva simulada com a média das taxas de transmissão pré quarentena (β_0), ela tem uma tendência exponencial, prevendo uma total de 266.928 números de casos totais para o dia 20/05, para taxa de transmissão enquanto que na curva real se observa uma tendência de crescimento, porém, com uma menor inclinação.

Figura 2: Simulações da Pandemia Para Fortaleza



Fonte: Simulação dos autores, a partir dos dados da pesquisa.

A impossibilidade de controlar a taxa na qual os indivíduos se recuperam do COVID-19 sugere que uma das maneiras para conter a pandemia é reduzindo a taxa de transmissão β , por meio de restrições nas divisas ou o distanciamento social (AKIRA TODA, 2020).

Com o início do lockdown após 55 dias da primeira notificação da doença, a curva simulada com a média das taxas de transmissão durante a quarentena (β_1), também uma tendência exponencial, que é diferente da curva real, gerando um total de 30435 casos de COVID-19, diferente dos 17079 casos oficiais registrados para o dia 20/05.

Durante o período lockdown, tem-se a menor variabilidade da taxa de transmissão do vírus em torno da sua média. A curva simulada com as taxas pós lockdown, é possível verificar uma ótima sobreposição da curva real com a curva simulada.

Diante desse resultado, Akira Toda (2020) chamam atenção para a importância de controlar o tempo e a intensidade do distanciamento social. O fato de que na ausência de medidas restritivas, como o distanciamento social, a taxa de transmissão do vírus é potencializada, podendo atingir cerca de 30% da população no pico epidêmico. Caso exista uma política de mitigação o pico é reduzido para 6,2% de infectados.

Na crise causada pelo COVID-19, os policy maker precisam agir de maneira rápida para implementar estratégias que sejam as mais efetivas para a realidade de sua cidade, sendo que a tomada de decisão a respeito do distanciamento social se mostrou relevante para a redução da taxa de transmissão e a ação de estender essa política para uma situação de lockdown deixou Fortaleza, ceteris paribus, em um estado da natureza menos desfavorável.

4 Conclusão

O presente estudo analisou a efetividade das políticas de isolamento social no município de Fortaleza – CE, durante a pandemia do COVID-19. Com isso, buscou-se compreender a dinâmica da taxa de transmissão em situações que não existem restrições, nas de qua-

rentena e lockdown, identificando a efetividade em cada uma delas. A estratégia empírica seguiu o modelo SIR (Susceptible, Infectious, or Recovered) proposto por Kermack and McKendrick (1927).

Em relação aos resultados nos diferentes cenários, observou-se que na medida que houve uma redução da flexibilidade, convergindo para uma situação de lockdown, as taxas de transmissão reduziram em um montante de -88,69%, corroborando com estudos encontrados na literatura, ver (Akira Toda (2020); Alvarez, Argente e Lippi (2020); Singh e Adhikari (2020); Barro, Ursua e Weng (2020)). Além disso, constatou-se que, o número de casos previstos é menor quando comparado aos diferentes cenários pré-lockdown, evidenciando uma maior efetividade para as políticas de isolamento social.

Portanto, as evidências encontradas até o momento desse trabalho, sugerem que políticas restritivas como quarentena e lockdown foram positivas na redução da taxa de transmissão do COVID-19 no município de Fortaleza.

Contribuição dos Autores

RDFL contribuiu com a revisão de literatura, análise, interpretação dos resultados e com a revisão final a ser submetida. LAMB contribuiu com os aspectos metodológicos, análise, interpretação dos resultados e com a versão final a ser submetida.

Referências

ALVAREZ, Fernando E.; ARGENTE, David; LIPPI, Francesco. A simple planning problem for COVID-19 lockdown. National Bureau of Economic Research, 2020.

BAO, Linlin et al. Reinfection could not occur in SARS-CoV-2 infected rhesus macaques. *BioRxiv*, 2020.

COTA, Wesley. Monitoring the number of COVID-19 cases and deaths in Brazil at municipal and federative units level. *SCIELO preprints*. 2020

CHINAZZI, Matteo et al. The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak. *Science*, 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE CIDADES . Disponível em : <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/panorama>. Acesso em: 20-05-2020

KERMACK, William Ogilvy; MCKENDRICK, Anderson G. A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the royal society of London. Series A, Containing papers of a mathematical and physical character*, v. 115, n. 772, p. 700-721, 1927.

KIRKEBY, Carsten et al. Methods for estimating disease transmission rates: Evaluating the precision of Poisson regression and two novel methods. *Scientific reports*, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2017

TODA, Alexis Akira. Susceptible-infected-recovered (sir) dynamics of COVID-19 and economic impact. *arXiv preprint arXiv:2003.11221*, 2020.

SINGH, Rajesh; ADHIKARI, R. Age-structured impact of social distancing on the COVID-19 epidemic in India. arXiv preprint arXiv:2003.12055, 2020.