

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E FINANÇAS

TIAGO BENÍCIO SOARES MOTTA

**O IMPACTO GEOGRÁFICO DAS POLÍTICAS DE RESTRIÇÃO À
MOVIMENTAÇÃO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19: O CASO DE SÃO
PAULO**

Juiz de Fora

2023

Tiago Benício Soares Motta

O IMPACTO GEOGRÁFICO DAS POLÍTICAS DE RESTRIÇÃO À MOVIMENTAÇÃO
DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19: O CASO PAULISTANO

Projeto de pesquisa apresentado como requisito para a
conclusão do curso de Ciências Econômicas da
Universidade Federal de Juiz de Fora.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida.

Juiz de Fora

2023

TIAGO BENÍCIO SOARES MOTTA

O IMPACTO GEOGRÁFICO DAS POLÍTICAS DE RESTRIÇÃO À MOVIMENTAÇÃO
DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19: O CASO DE SÃO PAULO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito
para a conclusão do curso de Ciências Econômicas da
Universidade Federal de Juiz de Fora.

APROVADO EM __/__/__

Prof(a). Dr(a). Eduardo Simões de
Almeida

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Prof(a). Dr(a). Ana Maria de Paula
Morais

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Dedico:

À minha mãe e ao meu pai, Geselaine Medeiros e Carlos Alberto, pelo apoio e toda ajuda que me proveram ao longo do curso sempre que precisei.

Aos meus amigos e a todos os meus professores que tive, pelo companheirismo e pela confiança em mim depositada.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACECON - Depto. de Economia

FACULDADE DE ECONOMIA / UFJF

ATA DE APROVAÇÃO DE MONOGRAFIA II (MONO B)

Na data de 07/12/2023, a Banca Examinadora, composta pelos professores

- 1 - Prof. Eduardo Almeida - orientador; e
- 2 - Profa. Ana Maria de Paula Moraes,

reuniu-se para avaliar a monografia do acadêmico Tiago Benício, intitulada: **O IMPACTO GEOGRÁFICO DAS POLÍTICAS DE RESTRIÇÃO À MOVIMENTAÇÃO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19: O CASO DE SÃO PAULO.**

Após primeira avaliação, resolveu a Banca sugerir alterações ao texto apresentado, conforme relatório sintetizado pelo orientador. A Banca, delegando ao orientador a observância das alterações propostas, resolveu APROVAR (APROVAR / NÃO APROVAR) a referida monografia

ASSINATURA ELETRÔNICA DOS PROFESSORES AVALIADORES



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Simoes de Almeida, Professor(a)**, em 08/12/2023, às 14:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Maria de Paula Moraes, Professor(a)**, em 11/12/2023, às 17:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1618478** e o código CRC **7890DD3C**.

RESUMO

O presente projeto de pesquisa procura investigar o efeito transbordamento de políticas de restrição à mobilidade durante a pandemia de Covid-19 no estado de São Paulo. Para isso, consideraram-se variáveis ligadas à saúde, a fatores socioeconômicos, à demografia e à variável de interesse, “Índice de Adesão ao Isolamento Social” – elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo (IPT/USP). Além disso, considerou-se uma “variável ideológica” para que se fosse possível controlar os efeitos de um comportamento mais “relaxado” durante a pandemia em função de uma “adesão política”. A estimação por variável instrumental contou com um instrumento importante para remover a dinâmica de causalidade reversa entre o índice de interesse e a dependente, a saber, temperaturas extremas. Testes de robustez foram feitos para dar mais segurança às estimações e, a partir do modelo MQ2E log-logaritmicado, foi constatado que para cada 1% de aumento no indicador de distanciamento social ocorreu uma queda de 8.416% na média de novos casos diários para cada um dos meses considerados. Concluiu-se que o distanciamento, como mensurado pelo IPT, social contribuiu para a redução da média de novos casos no modelo.

PALAVRAS-CHAVE: MQ2E espacial, dados em painel, variáveis instrumentais, covid-19, econometria espacial, São Paulo.

ABSTRACT

The present research, intends to recover the spillover effect of policies related to mobility curtailment during the COVID-19 pandemic in the state of São Paulo. Thus, variables linked to health, to socioeconomic factors, to demography and to the variable of interest – “Social Isolation Adherence Index”, elaborated by the São Paulo’s University Institute of Technological Research (IPT/USP) – were considered. In addition, an “ideological variable” was also taken into account with the aim of controlling the effects of a more “loose” behavior during the pandemic on account of a “political adherence”. The estimation via instrumental variable had one important instrument which was essential to remove the reverse causality dynamic between the index of interest and the dependent variable, namely, extreme temperatures. Robustness checks were done to ensure more confidence to estimations and, by using the log-logarithmized 2SLS model, it was reckoned that for each 1% increase in our social distancing indicator a decrease of 8.416% occurred in the average of new daily cases for each one of the months considered. It was concluded that social distancing, as measured by IPT, has contributed to a reduction in the average of new daily cases in our model.

KEYWORDS: *Spatial 2SLS, panel data, instrumental variables, covid-19, spatial econometrics, São Paulo.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
4. METODOLOGIA.....	19
4.1 Dados.....	24
5. RESULTADOS.....	25
6. CONCLUSÃO.....	33
7. REFERÊNCIAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

A Pandemia de COVID-19 foi anunciada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) oficialmente no dia 11 de março de 2020, embora o vírus já circulasse em vários países àquela época. Tendo sido originado na província de Hubei, localizada na cidade de Wuhan, vitimou 6.952.522 pessoas e contaminou ao menos 768.560.727 ao redor do mundo todo, com a maior parte dos registros oficiais na Europa (WHO, 2023).

As medidas tomadas, inicialmente, pelas autoridades assemelham-se àquelas outrora praticadas em outras pandemias em momentos distintos na história. Um exemplo clássico pode ser a pandemia da chamada “gripe espanhola”, que iniciou oficialmente no ano de 1918 e matou mais de cem milhões de pessoas ao redor do globo. Ademais, muitas das providências empreendidas pelos governos locais foram bastante similares às que foram tomadas nesta última pandemia, quais sejam: quarentenas; fechamento de lugares onde as pessoas poderiam facilmente se aglomerar; estabelecimento do uso compulsório de máscaras e distanciamento social (Aassve *et al.*, 2021).

As primeiras medidas de contenção da COVID-19 foram tomadas às pressas pelas autoridades, que, em alguns países, chegaram a adotar *lockdowns* estritos. No caso do Brasil, não foi possível restringir com o devido controle, de modo homogêneo para os vários estados da federação, toda a movimentação das pessoas. Desse modo, políticas de retenção à locomoção foram adotadas, em maior ou menor grau, em várias regiões do país.

Um adendo importante é mencionar o efeito do fechamento e da reabertura prematura de alguns negócios específicos, particularmente aqueles que envolvem muito contato físico, na redução da transmissão do vírus. Em um artigo em desenvolvimento, publicado no Fundo Monetário Internacional (FMI), foi constatado, tendo como referência a cidade de Nova Iorque como epicentro da moléstia nos Estados Unidos, que, caso esta reabertura fosse realizada, isso implicaria em um impacto prolongado da pandemia e maiores casos da doença (Simpson-Bell and Peng, (2022).

Os números encontrados neste artigo foram de um aumento de 30%, no caso de uma reabertura prematura, de casos para o período entre junho de 2020 e fevereiro de 2021 em comparação com um cenário contrafactual em que o fechamento desses estabelecimentos em maio de 2020 foi prolongado até o mês final do período investigado. Outrossim, um adiamento da reabertura implicaria num menor número de casos por “unidade de bem-estar”, medido pela perda de oportunidades de consumo durante o fechamento dos comércios.

Assim, é relevante avaliar quais foram os impactos dessas “políticas públicas” sanitárias na contenção dos casos associados à doença e seus possíveis efeitos transbordamentos para outros municípios.

A finalidade deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é observar o quão efetiva foi a atuação das autoridades no período compreendido da pesquisa e como regiões com mais ou menos restrições à mobilidade contiveram o avanço dos casos vinculados ao vírus, transmitido principalmente pelo ar, em municípios adjacentes.

O período que será analisado compreende o ano de 2020, quando não havia, ainda, vacina disponível à população. No dia 17 de janeiro de 2021, o primeiro brasileiro foi vacinado contra a COVID-19, mesmo dia em que o País registrava 1.151 mortes no dia e, no agregado, 208.246 mortes oficiais até aquele momento ligadas ao vírus (WHO, 2023).

Consoante um trabalho realizado pelo FMI, foi constatado que, até 2 de setembro de 2022, o Brasil contou com um número bastante confortável de doses da vacina garantidas em relação ao total de sua população (IMF/WHO, 2022), ainda que, no que diz respeito à sua política de testes em massa, tivesse menos de um teste garantido a cada mil pessoas. Outras informações pertinentes relativas à vacinação no País são que, logo no final de 2021, o Brasil possuía mais de 60% da população com o esquema vacinal completo, considerando duas doses, e que a velocidade necessária para que 70% da população recebesse duas doses até meados de 2022 era baixa (IMF, 2022).

O local escolhido para este estudo foi o estado de São Paulo por alguns motivos, quais sejam: (1) disponibilidade de dados, (2) o fato de ser um estado com alto produto interno bruto *per capita*, o que é um bom indicativo para um estado de maior capacidade de financiar seus institutos, agências e órgãos de pesquisa e regulação e (3) uma relativa proatividade do governo em informar a população, com boletins periódicos sobre os casos de covid-19 pelo estado, a situação epidemiológica e as medidas que foram tomadas (CVE - Centro de Vigilância Epidemiológica “Prof. Alexandre Vranjac,” [s.d.]). Ademais, é válido destacar que, mais à frente, esses boletins tornar-se-iam diários, o que facilita muito a parte de coleta informacional de uma pesquisa.

Por fim, é fundamental salientar a divisão deste projeto de pesquisa, que contém, além da presente introdução: a seção 2, que explicará quais são os objetivos gerais e específicos da tese; a seção 3, que proverá as referências usadas para a escolha das variáveis da regressão aqui trabalhada e um vislumbre no estado da literatura atual a respeito do tema da pesquisa; seção 4, que apresentará a estratégia empírica do trabalho; seção 5, contendo os resultados mais importantes obtidos com a análise dos dados e a seção 6, que enquadra as conclusões que foram

extraídas dos resultados. A subseção de dados, 4.1, explicará brevemente as variáveis do modelo e quais foram as suas fontes.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

Esta monografia visa analisar o comportamento da pandemia em São Paulo com uma abordagem econométrica. Não obstante a intuição de que mais distanciamento reduz a contaminação de uma doença transmitida pelo ar, não se tem claro em quanto isso foi verificado exatamente para um estado brasileiro.

Três dimensões distintas foram consideradas durante o cômputo das variáveis consideradas na regressão, visto que é preciso desagregar variáveis que influam na dependente em categorias para que suas contribuições sejam mais bem compreendidas: (1) demografia, (2) elementos socioeconômicos e (3) fatores relacionados à saúde. Além desses três grandes “blocos”, variáveis também relacionadas com o número de casos são: (1) o número de leitos registrados nos municípios e (2) a “variável ideológica”. Esta variável, em particular, foi criada com o intuito de medir-se a influência “política” que houve durante a pandemia a partir de dados das eleições municipais para vereadores entre 2016 e 2020 no Partido dos Trabalhadores (PT), considerados aqui como um voto mais “ideológico” por parte do eleitor. Estes componentes foram contabilizados por inspiração em trabalhos já existentes na literatura, como Raymundo *et al.* (2021).

2.1. OBJETIVOS GERAIS

Cabe ressaltar que esta pesquisa tem o fito de mensurar o impacto das medidas de restrição à mobilidade, aplicadas pelas prefeituras dos municípios de São Paulo, na redução dos casos ligados à covid-19. Como uma *proxy* para o distanciamento, será utilizado o “Índice de Adesão ao Isolamento Social” – elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo (IPT/USP).

Controlando-se fatores de confusão (*confounding factors*), que serão comportados dentro dos “blocos” supracitados, e a causalidade reversa entre a variável de interesse e a variável de resultado, detalhada na seção metodológica, haverá a possibilidade de precisar-se de modo aproximado esse efeito do refreamento da circulação de pessoas na transmissão da doença.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Ademais, o objetivo específico deste TCC é complementar a literatura na área da saúde com esse estudo. Para a regressão estimada, será utilizada uma abordagem de variáveis instrumentais juntamente a um modelo de Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E) na tentativa de observar a extensão da interferência dos componentes interação e dependência espacial na determinação dos novos casos da doença.

Por fim, um objetivo particular com esta pesquisa é que esse estudo sirva como um possível guia para as ações que as autoridades, no futuro, tomem para lidar com epidemias similares àquela pela qual o Brasil passou recentemente.

3. REVISÃO DE LITERATURA

O TCC procura apresentar um estudo mais desagregado sobre o caso do estado de São Paulo, com comportamentos de autoridades públicas que variaram entre mais ou menos restrições. O trabalho é inspirado num estudo, também espacial-econométrico, recente sobre o impacto da poluição do ar nas hospitalizações e mortes por COVID-19 na Escócia (Lee *et al.*, 2022).

Artigos que propõem uma ampla revisão da literatura sobre o tema foram úteis ao passo que forneceram pistas sobre quais caminhos esta monografia poderia seguir. Particularmente, trabalhos como Brodeur *et al.* (2021) evidenciaram que medidas de locomobilidade à base do rastreio dos celulares via GPS são as mais frequentes para encontrar-se um indicador de distanciamento social. Desse modo, há suporte na literatura para usar-se um indicador como o “Índice de Adesão ao Isolamento Social”, do IPT/USP.

Além disso, outros resultados notáveis obtidos a partir desse estudo têm ligação com o que determina o sucesso, ou não, do isolamento social. Constatou-se que há um elemento “voluntarista” muito forte no que diz respeito à adesão às políticas propostas pelos governos em alguns países como a Suécia – quer seja por um sentimento de responsabilidade perante a sociedade, quer seja pelo medo do vírus em si (Makris, 2021). É importante salientar que, apesar de ser muito difícil captar esse componente “voluntário” de um indivíduo em um regressor por ser subjetivo, outra explicação sugere que as pessoas tendem a cooperar mais quando veem incentivos específicos em termos financeiros ou de saúde (Maloney and Taskin, 2020).

Outro resultado de pesquisa relevante, exposto pelo artigo de Chiou and Tucker (2020), indica que a renda pode ser um elemento importante para o isolamento social. Segundo este estudo, que investigou o impacto da desigualdade de renda na efetividade de políticas públicas tomadas pelo governo para a contenção do coronavírus, pessoas que vivem em lugares caracterizados por uma maior renda se isolaram mais, provavelmente, devido ao acesso à internet de banda larga.

Parte da conclusão sustentada é a de que a renda é parte da explicação do sucesso do isolamento proposto pelas autoridades. Como firmado pelos autores (2020, p. 20),

Our results suggest that policymakers should worry about the likely lack of success of self-isolation policies in regions where there is low Internet penetration and where people have low incomes.

Avaliar-se-á, principalmente, como as políticas públicas de restrição à mobilidade em um município de São Paulo foram capazes de atenuar, ou até minimizar, os casos de COVID-

19. Por isso foi importante considerar, como um colateral secundário, um aspecto político-ideológico envolvido na tomada de decisões (Crayne and Medeiros, 2021) que mitigassem os efeitos da pandemia, que não é facilmente detectado com uma simples variável partidária.

Esse elemento político-partidário capaz de influenciar o sucesso de *lockdowns* foi amplamente discutido e debatido na literatura. Um estudo publicado no começo da pandemia, em 2020, mostra que, nos Estados Unidos, áreas onde o ex-presidente Donald Trump teve muito suporte eleitoral em 2016 apresentaram uma menor percepção de risco a um aumento dos casos de COVID-19, a despeito de governadores imporem políticas como o fechamento de comércios ou *stay-at-home orders* (Barrios and Hochberg, 2020).

Prefeitos que, no Brasil, adotaram uma postura cética quanto às medidas sanitárias, em função do seu alinhamento ideológico pessoal a uma corrente específica, podem ser uma fonte de viés para as estimativas – como demonstrado para grupos políticos de extrema-direita alemães (Küppers and Reiser, 2022) –; o que, portanto, implica na existência de controles para esses efeitos. Outros estudos, com uma abordagem empírica, avaliaram essa relação entre retórica política “negacionista” durante a pandemia e a debacle da gestão da pandemia a nível federal (Fonseca *et al.*, 2021), abarcando o comportamento do então presidente do Brasil à época, Jair Bolsonaro. Além disso, necessitar-se-á de controles para a população mais vulnerável, para o efeito da renda etc.

Por fim, no que diz respeito a essa relação “ideológica” entre casos de coronavírus e posicionamento político, há estudos que versam sobre os desafios para que esse tipo de estimação possa ser feito adequadamente. Regressões ecológicas geralmente enfrentam três principais fontes de viés, a saber: (1) viés de agregação, dependendo do tipo de dado com que se trabalha; (2) o uso de *proxies* para controlar características não observadas a nível individual e agregado visando à captura de efeitos de identificações políticas e (3) o uso de características que variam e que não variam no tempo sem levar em conta suas dinâmicas (Barberia *et al.*, 2022).

Desse modo, como os autores ressaltam na conclusão do artigo supracitado, “ideologia” não pode ser considerada, necessariamente, uma escolha de um candidato por meio do voto; podendo conduzir a um eventual erro de medida. Outrossim, outro remate necessário para esta presente monografia é que há algumas limitações no que toca à inferência a partir de estudos ecológicos – a “falácia ecológica”. Esses dois resultados são de importante consideração para esta pesquisa, mas é relevante dizer que, aqui, essa variável é tratada apenas como um controle, não como variável de interesse.

Ademais, é importante dizer que foram consideradas variáveis no artigo ligadas à adesão ao isolamento em três principais frentes, algumas das quais já foram citadas neste trabalho: a socioeconômica, a saúde e a demografia. Esses são elementos cujas presenças são constatadas em estudos que contêm análises sobre a incidência da COVID-19 inter-relacionada com o contexto sociodemográfico nacional (Raymundo *et al.*, 2021).

É notório que houve uma subnotificação dos casos no Brasil reconhecida por instituições internacionais; como o caso de Kupek, (2021), posto na base de dados da OMS sobre COVID-19. Desse modo, é importante levar em consideração casos da chamada Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) para reduzir a influência de uma potencial fonte de viés no modelo espacial-econométrico que é trabalhado neste artigo em questão. No entanto, como não será usada uma variável relativa a esse aspecto no presente modelo, discutido mais à frente, pode ser uma sugestão de ampliação futura do trabalho.

Alguns estudos que desenvolveram o tópico e adotaram uma abordagem de modelagem via análise de séries temporais estimaram os casos subnotificados ligados à COVID-19 mediante a diferença entre os números referentes às “*Severe Acute Respiratory Infections*” (SARIs), como uma *proxy* para casos daquela doença, e o total de casos esperados em anos recentes (Paixão *et al.*, 2021).

Quanto ao primeiro dos três grupos de variáveis escolhidas para esta monografia, foram identificadas como relevantes o PIB *per capita* dos municípios (SEADE REPOSITÓRIO, [s.d.]), o percentual de casas com água tratada e saneamento básico (SNIS/Ministério das Cidades, [s.d.]), a taxa de ocupação (SEADE REPOSITÓRIO, 2020) e, por fim, a educação (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira / Inep, [s.d.]).

Quanto ao segundo grupo, destacaram-se o número de estabelecimentos de saúde no estado de São Paulo (DATASUS / Ministério da Saúde, [s.d.]) e a cobertura da população dos municípios com planos de saúde (TABNET - DATASUS / Ministério da Saúde, [s.d.]). Elementos indiretamente ligados à variável são o número de leitos (Ministério da Saúde, [s.d.]).

Por fim, no escopo demográfico, levou-se em consideração as populações rurais e urbanas municipais (SEADE REPOSITÓRIO, [s.d.]) e o percentual de população idosa (DATASUS / Ministério da Saúde, [s.d.]). A “variável ideológica” foi criada para o presente trabalho a partir de uma *proxy*, como já explicado na seção 2 desta monografia, a evolução do desempenho do Partido dos Trabalhadores (PT) no âmbito municipal a partir de dados das eleições de 2016 e 2020 (Tribunal Superior Eleitoral, [s.d.]).

Não obstante séries temporais, como já supracitado, são meios usados para a mensuração de questões relacionadas à COVID-19, modelos espaciais têm uma capacidade

explicativa melhor para esses fenômenos devido à dinâmica de interação espacial entre os municípios. Trabalhos como os de Laroze, Neumayer and Plümer (2021) são exemplos de como a metodologia de Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E) Espacial possuem um potencial de avaliação do impacto de uma política pública – imposição do “*lockdown*” e adoção de políticas de restrição à mobilidade na Inglaterra.

O modelo aqui proposto, a ser avaliado mais à frente na seção de metodologia, precisa contornar o problema da endogeneidade advinda da determinação simultânea entre o índice de distanciamento social, IPT/USP, e a variável dependente, casos de COVID-19 por cem mil habitantes. A abordagem de dados em painéis somada ao uso de uma variável instrumental selecionada, temperatura média no mês (Instituto Nacional de Meteorologia, [s.d.]), foi escolhida para representar o fenômeno em investigação.

Em um estudo antigo, usou-se a chuva como variável instrumental visando encontrar a relação causal entre choques econômicos adversos e a probabilidade de guerra civil. Isso é difícil de ser mensurado devido, como os próprios autores comentam, às várias fontes de endogeneidade; um exemplo seriam confusores do tipo “qualidade institucional do governo”, que determinariam tanto as chances de um conflito quanto a parte econômica da equação (Miguel, Satyanath and Sergenti, 2004).

No que toca aos resultados, o artigo chega à conclusão de que a chuva se provou uma variável exógena instrumental relevante que contribuiu para achar um impacto causal na relação de interesse dos autores. Além disso, o efeito do choque econômico provou ser similar mesmo em países do continente africano, da amostra pesquisada, que apresentam características políticas, econômicas ou institucionais diferentes entre si.

No entanto, é fundamental determinar se uma variável instrumental é boa ou não antes de a usar em um modelo, assim como justificar seu uso. Desse modo, entre outras condições às quais ela deve obedecer, não pode haver violação da chamada restrição de exclusão, isto é, o único caminho por meio do qual a variável instrumental afeta a variável dependente é por meio da variável independente. Nesse sentido, em um artigo recente, Mellon (2020) aponta que fenômenos climáticos estão correlacionados espacialmente e longitudinalmente, ou seja, há possivelmente violações na restrição de exclusão em alguns casos.

Não obstante suas críticas a vários estudos que usaram algum instrumento relacionado ao clima, Mellon ressalta em sua conclusão que alguns estudos que foram capazes de prover testes de robustez e manter seus resultados como verdadeiros. Segundo o autor, métodos como o da seleção aleatória para um grupo de tratamento ofereceram também bons resultados. A

contribuição mais importante deste trabalho é a constatação de que variáveis relacionadas ao clima não são necessariamente boas *per se*.

É mister destacar que algumas dessas falhas ocorrem, também, devido a erros de condução da pesquisa. Segundo os autores,

Brodeur, Cook, and Heyes (2020) found IV studies showed substantial evidence of p-hacking. Similarly, Lee et al. (2021) find the standard first-stage F-test used in IV regression is underpowered, and that over half of IV papers in the American Economic Review were no longer significant after accounting for this. Lal et al. (2021) find that most top political science IV articles make statistical errors, including inappropriate standard error and F-statistic calculations.

4. METODOLOGIA

O modelo a ser utilizado será o do tipo de dados em painel com variáveis instrumentais, estimado por mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E). Tal abordagem é adequada porque os casos de covid-19 em um município do estado de São Paulo estão geograficamente relacionados àqueles dos municípios adjacentes em função do efeito transbordamento causado pela circulação do vírus em viagens intermunicipais de indivíduos contaminados.

Outrossim, há a presença de uma causalidade reversa, ou simultaneidade, entre a variável de interesse – representando o isolamento social – e o regressando – o número de casos por Covid-19. Não obstante a presença de controles, isso causa uma endogeneidade que, se não considerada, pode conduzir a estimativas enviesadas dos estimadores e invalidar os resultados do artigo. O trabalho será realizado com um painel, acompanhando por vários meses os municípios estudados do estado de São Paulo.

O modelo leva em consideração o fato de que, quanto mais distante um município estiver do outro, menor a sua importância relativa na determinação do número de casos no outro – de acordo com a Primeira Lei de Tobler.

A hipótese a ser testada é a de que as políticas públicas relacionadas à restrição à mobilidade de um município foram capazes de reduzir o número de casos no município que adotou com mais eficiência.

Essas políticas podem ser de vários tipos, mas, especificamente, a capacidade de impor um distanciamento social razoável entre as pessoas via medidas acessórias. A variável explicativa será o Índice de Adesão ao Isolamento Social (Governo do Estado de São Paulo, [s.d.]), calculado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de acordo com o Sistema de Monitoramento Inteligente e adotado pelo governo de São Paulo (IPT/USP).

Esse índice pôde ser criado a partir de uma parceria do governo de São Paulo com operadoras Vivo, Claro, Oi e TIM, por meio do IPT e da ABR (Associação Brasileira de Recursos em Telecomunicações). Com seu auxílio, o estado consegue dados anonimizados e aglutinadas que permitem a formulação de políticas voltadas à área da saúde no contexto da pandemia.

Por fim, durante a execução da regressão, far-se-ão controles para variáveis exógenas relacionadas à saúde, a fatores socioeconômicos, à demografia, à presença de ventiladores no município e ao efeito da “variável ideológica”.

Este último se trata de uma *proxy* para uma adesão política a uma postura mais leniente e permissiva no que toca aos cuidados pessoais para a prevenção da covid-19. Nesse sentido,

uma “posição política” influenciou o número de contaminados e mortos em cada município e, portanto, seus efeitos não podem ser negligenciados. Objetivando “mensurá-la”, foi usada a variação percentual da votação do PT nos municípios de São Paulo; locais onde a votação do partido foi maior obtiveram um “efeito ideológico” menor e vice-versa.

Como a questão da pesquisa possui natureza causal, o número de empecilhos à estimação do efeito do tratamento é muito maior que os de uma análise exploratória regular. Há três principais fontes de endogeneidade: viés de erro de medida, viés de simultaneidade e viés de omissão de variável. Destas, todas as três aparecem como algo a ser considerado no estudo.

O erro de medida pode dar-se no âmbito da subestimação de casos no município adjacente devido à falta de testes, por exemplo. Essa falta de testes pode ser uma razão correlacionada à uma variável omitida no modelo, o nível de renda (PIB) municipal – o que afeta a capacidade de a administração realizar a política de testagem em massa e rastreamento dos casos –, causando um tipo de viés, por estar ligada à variável explicativa.

A simultaneidade aparece na forma de “simultaneidade espacial”, um tipo de dependência espacial em que as unidades de observação (municípios) influem nos resultados da dependente de umas às outras – o número de casos de um município afeta os do outro por haver proximidade espacial e deslocamento dos habitantes pelas estradas.

Por fim, o último desafio já foi abordado em parte no primeiro ponto, o problema da endogeneidade está vinculado àquelas variáveis omitidas no modelo estimado – causando correlação da variável de interesse com o termo de erro –, o que pode conduzir à superestimação ou à subestimação dos resultados no coeficiente – representando o impacto almejado pelo trabalho – aferido.

Consoante o “Guia Brasileiro de Análise de Dados”, existem três principais tipos de variáveis que acobertam a verdadeira relação de causalidade entre a variável de interesse e a de resultado e podem gerar viés na estimativa, quais sejam: (1) confusoras; (2) colisoras e (3) mediadoras. As primeiras dizem respeito àqueles regressores que, omitidos no modelo, exercem influência tanto sobre uma variável explicativa quanto sobre o regressando. As segundas representam um comportamento contrário se comparadas as anteriores. Em vez de determinar, são determinadas tanto pela dependente quanto pelo regressor. Isso pode gerar situações como o paradoxo de Berkson, quando duas variáveis podem ter seus sinais de correlação trocados quando se condicionam as variáveis no colisor. Por fim, as mediadoras, como o nome sugere, intermediam a relação entre determinante aparente e determinado.

Desse modo, a técnica que será utilizada é a da estimação pelo uso do modelo de dados em painel espacial aliado à abordagem de variáveis instrumentais, com o uso do MQ2E, sendo

explicada em parte na secção de metodologia. Este método permite uma estimação em um painel – quando as unidades são acompanhadas ao longo de um período – e leva em consideração todos os aspectos acima mencionados, de modo que ainda permite a inclusão de controlos de diversos tipos.

A variável instrumental (VI) deve obedecer às duas condições que são basilares para uma boa VI: as condições de ordem e classificação. Enquanto a primeira estabelece que cada variável endógena deva ter uma correspondente exógena, excluída da equação que será estimada (restrição de exclusão), a segunda, condição suficiente para a identificação, consiste no fato da primeira equação do sistema de equações simultâneas só ser corretamente identificada se a segunda contiver um regressor exógeno excluído da primeira equação e com seu coeficiente populacional diferente de zero.

Além disso, instrumentos precisam ser fortes, isto é, mais correlacionados à variável endógena. Isso pode ser checado mediante a realização do teste t de Student no coeficiente do instrumento no segundo estágio. Caso o instrumento seja considerado fraco, o viés assintótico pode distorcer o resultado do efeito da variável de interesse sobre a dependente. Este viés será menor que o do estimador MQO, por Mínimos Quadrados Ordinários, somente se o instrumento z possuir uma correlação considerável com a variável endógena x , porque, mesmo no caso de haver alguma correlação com o termo de erro u , ela pode ser forte o suficiente para reduzir o viés assintótico (Wooldridge, 2014).

Desse modo, deve-se verificar se:

$$\frac{Corr(z,u)}{Corr(z,x)} < Corr(x,u) \quad (1)$$

A equação estrutural básica que será estimada pode ser descrita, em sua forma logarítmica, por:

$$lY_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}lX_{1it} + \sum_{n=2}^{11} \beta_{nit}X_{nit} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Em que lY_{it} é o logaritmo da variável dependente, média em cada período t dos casos de covid-19 para cada um dos vinte e cinco municípios i , sendo $t \leq 10$, e lX_{1it} representa o logaritmo da variável endógena, referente ao “Índice de Isolamento Social”. Foi elaborado um painel em que os meses de 2020 considerados estão no espaço de fevereiro a dezembro, sendo fevereiro $t = 0$. β_{0it} é o intercepto, que é seguido pelo produto de todas as n variáveis

explicativas para os i municípios no período t com os seus β coeficientes e, por fim, o termo de erro ε_{it} .

É importante dizer que, para o cômputo dos votos como forma de medir o componente ideológico, foram considerados apenas os votos nominais válidos somados àqueles dados à legenda. Sem embargo, devido à ausência de algumas informações para 2016 e 2020, algumas estatísticas municipais não foram estimadas.

Devido à presença de endogeneidade, como anteriormente citada, na variável de interesse, o primeiro estágio do modelo de MQ2E espacial, a equação reduzida, é assim descrito:

$$lX_{1it} = \pi_{0it} + \sum_{n=1}^{11} \pi_{nit} Z_{nit} + v_{it} \quad (3)$$

Em que π_{0it} representa o intercepto do segundo estágio; $\sum_{n=1}^{11} \pi_{nit} Z_{nit}$, o instrumento, temperatura médias no mês, seguido de todas as outras variáveis exógenas da equação estrutural – representando o primeiro estágio da estimação por MQ2E – e v_{it} é o termo de erro, que contém a endogeneidade e o viés da variável na parte que não é instrumentalizada. Considerou-se também a pluviosidade como variável instrumental; no entanto, devido à ausência de muitos números importantes em alguns municípios nas bases de dados do INMET para esta variável, ela foi deixada de lado.

A variável instrumental das temperaturas foi considerada adequada para instrumentalizar o fenômeno em apreço porque, além de tradicionalmente ser considerada como exógena na literatura por ser determinada fora do sistema econômico, não viola as duas hipóteses fundamentais para a identificação de um sistema de equações simultâneas: a condição de ordem e a condição de classificação.

Quanto à primeira, para a identificação, é necessário um instrumento para cada variável endógena na equação principal, logo as temperaturas identificam o índice de isolamento. Quanto à segunda, temperaturas dificilmente poderiam ser incluídas na equação principal, haja vista que a doença se espalhou e contaminou muitos em países com os mais diversos tipos de clima, não sendo a temperatura um elemento relevante na explicação da alta nos casos de covid-19. Desse modo, obedecendo ao critério da exogeneidade e não estando presente no primeiro estágio como variável explicativa, o instrumento pode ser utilizado no segundo estágio para a identificação.

Além desse modelo básico, serão estimadas outras especificações para o modelo, haja vista que os comportamentos tanto da variável dependente quanto da variável de interesse demonstraram não linearidades importantes.

É fundamental dizer que serão conduzidas outras regressões para dar robustez aos resultados. Desse modo, foram usadas estimativas com erros-padrão robustos e clusterizados e com efeitos aleatórios. Estes últimos foram utilizados para lidar com o fato de que alguns controles são invariáveis no tempo.

4.1 – Dados

Os controles considerados para a estimação do modelo em painel são: (1) densidade demográfica (*dd*); (2) % de pessoas com plano de saúde como uma fração do número de habitantes (*ps*); (3) PIB *per capita* municipal (*ppc*); (4) % de idosos como uma fração do número de habitantes (*idos*); (5) grau de urbanização do município (*gu*) – variável que diz respeito à dicotomia campo-cidade –; (5) estabelecimentos de saúde para cada mil habitantes (*est*); (6) % de pessoas matriculadas no ensino básico (*educ*); (7) leitos disponível para cada cem mil habitantes (*leitos*); (8) taxa de ocupação municipal (*ocup*) e (9) “variável ideológica” (*ideo*).

Os dados das informações das variáveis da regressão foram retirados de institutos de pesquisa e instituições oficiais do governo do estado de São Paulo, quais sejam: o repositório da Fundação SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados); Ministério da Saúde – por meio do Sistema DATASUS –; Tribunal Superior Eleitoral; Instituto Nacionais de Pesquisa Anísio Teixeira (Inep); Ministério das Cidades – mediante uso do Sistema SNIS –; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); o IPT/USP e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – este último para a coleta da variável instrumental.

Uma consideração importante sobre a variável *est* é que seus dados, referentes a dezembro de 2020, abarcam uma série de instituições que não são apenas hospitais gerais ou especializados, mas unidades como: postos de saúde; centros de saúde ou unidades básicas; policlínicas; unidades mistas; prontos-socorro gerais; farmácias; centros de apoio ou de atenção; centros de imunização; centrais de abastecimento etc.

Além disso, os dados para o número de pessoas matriculadas no ensino básico, como uma *proxy* do nível de educação da população, foram retirados do Censo da Educação Básica de 2020. O número de matrículas totais, sobre o qual seria calculado um indicador como proporção da população total do município, passa pela Educação Infantil, pelo Ensino Fundamental, Ensino Médio, pela Educação Profissional Técnica de Nível Médio ou de Formação Inicial Continuada (FIC); Educação de Jovens Adultos (EJA) e a Educação Especial.

Por fim, uma última observação relevante é sobre a variável que representa a densidade demográfica. Esta foi calculada indiretamente mediante o uso de informações de tabelas a respeito da população dos municípios em questão, para dados de 2020, e das suas áreas.

5. RESULTADOS

Primeiramente, a regressão linear da dependente contra a variável de interesse e os controles sem nenhuma transformação foi feita, como uma forma de *benchmark* para uma posterior comparação. Notou-se o sinal da variável de interesse não condizente com o que a literatura sustenta, positivo em vez de negativo, e um coeficiente desproporcionalmente alto. Visando ao controle da presença de heterocedasticidade nos resíduos, utilizaram-se erros-padrão robustos e clusterizados. Além disso, o teste RESET, de Ramsey, denotou a não correta especificação do modelo na estimativa *POLS* (MQO em painel) em nível.

Em seguida, foi feita uma regressão do “Índice de Isolamento Social” logaritimizado, variável de interesse, contra a variável instrumental e os controles visando verificar se o instrumento era relacionado à variável endógena e se era forte, segundo estágio da regressão MQ2E. Desse modo, com um nível de significância de 0.1% pelo teste *t* de Student, foi possível rejeitar a hipótese nula e demonstrar que há uma correlação significativa, com o sinal sugerido pela teoria, entre temperaturas mais altas e um maior nível de isolamento social.

Figura 1 – Resultados do segundo estágio

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	203
Model	.264379546	11	.024034504	F(11, 191)	=	7.84
Residual	.585889839	191	.003067486	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.3109
				Adj R-squared	=	0.2713
Total	.850269385	202	.004209254	Root MSE	=	.05538

LIPT	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
VI	-.0055609	.0016685	-3.33	0.001	-.0088518	-.0022699
dd	.0000148	.000017	0.87	0.384	-.0000187	.0000484
ps	-.2974839	.1406795	-2.11	0.036	-.5749688	-.019999
ppc	-1.94e-08	9.85e-07	-0.02	0.984	-1.96e-06	1.92e-06
idos	.0770717	.5200238	0.15	0.882	-.9486555	1.102799
gu	.627563	.2487443	2.52	0.012	.1369242	1.118202
est	.0052905	.0089069	0.59	0.553	-.012278	.0228591
educ	-.018508	.3524901	-0.05	0.958	-.7137814	.6767654
leitos	-.0496303	.0753989	-0.66	0.511	-.1983517	.0990911
ocup	.065139	.0906341	0.72	0.473	-.1136333	.2439113
ideo	.0179085	.0071281	2.51	0.013	.0038485	.0319684
_cons	-.7974924	.2906037	-2.74	0.007	-1.370697	-.2242876

Assim, a regressão em mínimos quadrados estimada foi log-linearizada e log-logaritmizada, isto é, a dependente sofreu uma transformação logarítmica com o fito de capturar a não linearidade associada à relação entre os novos casos de covid-19 e a *proxy* para isolamento social. Somando-se ao fato do regressando e do regressor de interesse não poderem assumir quaisquer valores, apenas positivos no caso da dependente e apenas percentuais no intervalo [0,1] no caso da variável de interesse, o termo de erro apresentou uma distribuição não normal.

Além disso, na Tabela 1 é possível ver estimações log-linearizadas e log-logaritmizadas na base e , nas regressões (4) e (5) respectivamente, para dar maior robustez nos resultados, em comparação com a log-linearização e log-logaritmização na base 10, em (2) e (3). As variáveis IY e IY2 representam, respectivamente, as transformações logarítmicas da variável dependente na base 10 e na base e , bem como IIPT e IIPT2 representam essas mesmas transformações na variável de interesse, a taxa de isolamento social.

Tabela 2 – Regressões MQO

	(1) Y	(2) IY	(3) IY	(4) IY2	(5) IY2
IPT	308.8 (224.5)	-6.665*** (1.201)			
dd	0.0864*** (0.0235)	0.000121 (0.000201)	0.000127 (0.000202)	0.000293 (0.000464)	0.000293 (0.000464)
ps	-465.2* (183.0)	0.207 (1.749)	0.130 (1.758)	0.300 (4.048)	0.300 (4.048)
ppc	0.00301** (0.000993)	-0.00000235 (0.0000114)	-0.00000124 (0.0000113)	-0.00000284 (0.0000259)	-0.00000284 (0.0000259)
idos	2090.8*** (579.8)	0.951 (5.648)	1.870 (5.590)	4.305 (12.87)	4.305 (12.87)
gu	-826.5*** (205.8)	3.595 (2.114)	3.281 (2.099)	7.555 (4.833)	7.555 (4.833)
est	-17.69* (7.796)	-0.0462 (0.100)	-0.0557 (0.0992)	-0.128 (0.228)	-0.128 (0.228)
educ	-905.2** (285.5)	-0.840 (3.512)	-1.206 (3.513)	-2.778 (8.088)	-2.778 (8.088)
leitos	381.5*** (95.88)	0.470 (0.865)	0.444 (0.859)	1.022 (1.978)	1.022 (1.978)
ocup	-368.0***	-0.0826	-0.178	-0.409	-0.409

[continuação]					
	(86.09)	(1.110)	(1.098)	(2.529)	(2.529)
ideo	45.47*** (13.05)	0.162 (0.0958)	0.170 (0.0971)	0.392 (0.223)	0.392 (0.223)
IIPT			-6.884*** (1.338)	-15.85*** (3.081)	
IIPT2					-6.884*** (1.338)
_cons	578.9** (188.3)	0.409 (2.531)	-4.741 (2.577)	-10.92 (5.933)	-10.92 (5.933)
<i>N</i>	219	187	187	187	187
<i>R</i> ²	0.687	0.464	0.463	0.463	0.463
adj. <i>R</i> ²	0.670	0.430	0.429	0.429	0.429

Erros-padrão em parênteses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Como fica demonstrado na Tabela 1, os resultados indicaram uma significância a 0,1% para a variável de interesse em todas as distribuições que receberam algum tipo de transformação logarítmica. Além disso, o sinal deste regressor demonstrou-se condizente com o esperado, sendo um aumento em 1% no isolamento social num município responsável por um decréscimo de 6,884% na média de novos casos diários no mês para este mesmo município – na alternativa log-logaritmizada. Constatou-se, entretanto, um problema de multicolinearidade nos controles usados no modelo mediante o uso do Fator de Inflação de Variância (FIV/*VIF*), que também pode conduzir a estimativas enviesadas dos coeficientes.

Assim, na Tabela 2, foram feitas novas estimações, agora também em Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E), visando notar qual seria o efeito na variável de interesse caso as três (regressão 4) e duas (regressão 5) variáveis com maiores problemas de multicolinearidade associados fossem removidas – densidade demográfica (dd), PIB *per capita* (ppc) e leitos para cada mil habitantes (leitos). A nova tabela mostra os resultados das estimativas feitas em MQ2E em comparação com o modelo *POLS* sem transformação alguma (1).

Naquele modelo estimado com a remoção das duas variáveis com maiores problemas de multicolinearidade, cada aumento em 1% no isolamento social implica em uma queda de 7,793% na média de novos casos diários de Covid-19 nos municípios. Esse resultado apresentou uma significância estatística para 5%.

Tabela 3 – Regressões MQO e MQ2E

	(1) Y	(2) IY	(3) IY	(4) IY	(5) IY
IPT	308.8 (224.5)	-9.234* (4.362)			
dd	0.0864*** (0.0235)	0.000135 (0.000257)	0.000127 (0.000258)		
ps	-465.2* (183.0)	-1.240 (2.514)	-0.922 (2.420)	1.538 (1.348)	-0.800 (1.495)
ppc	0.00301** (0.000993)	0.00000225 (0.0000127)	0.00000268 (0.0000129)		
idos	2090.8*** (579.8)	1.766 (5.858)	2.845 (5.944)	1.381 (3.670)	0.806 (3.336)
gu	-826.5*** (205.8)	5.309 (3.438)	4.269 (2.990)	2.594 (3.152)	4.416 (3.034)
est	-17.69* (7.796)	-0.0638 (0.102)	-0.0752 (0.103)	-0.205*** (0.0568)	-0.0609 (0.0408)
educ	-905.2** (285.5)	-2.214 (4.267)	-2.184 (4.309)	-5.582 (2.928)	-0.476 (2.416)
leitos	381.5*** (95.88)	0.458 (1.081)	0.481 (1.087)		1.040** (0.343)
ocup	-368.0*** (86.09)	0.00621 (1.050)	-0.151 (1.057)	-0.0954 (0.999)	0.410 (0.994)
ideo	45.47*** (13.05)	0.196 (0.125)	0.189 (0.122)	0.0369 (0.0788)	0.155 (0.0813)
IIPT			-8.416* (3.962)	-5.101 (3.314)	-7.793* (3.259)
_cons	578.9** (188.3)	0.318 (2.576)	-5.999 (3.788)	-2.136 (3.966)	-6.187 (3.845)
N	219	173	173	173	173
R ²	0.687	0.440	0.452	0.341	0.455
adj. R ²	0.670	0.402	0.415	0.309	0.425

Erros-padrão em parênteses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

É interessante notar que, na quarta regressão, após a retirada das três variáveis que mais inflavam a variância pelo indicador FIV/VIF, a variável referente aos estabelecimentos de saúde

para cada 1000 habitantes passou a apresentar significância estatística a 0.1%, ao passo que, na quinta regressão, a variável leitos para cada cem mil habitantes apresentou significância a 1%. No entanto, o número de leitos, nesse contexto de (5), não ensejou um efeito de redução da média de novos casos diários de covid-19.

Visando prover mais robustez aos resultados, foram conduzidas estimações para as regressões log-logaritmizadas com erros-padrão robustos e clusterizados. A Tabela 3 mostra quatro estimativas de regressões, sendo as regressões (1) e (2) estimativas em *POLS* com erros-padrão clusterizados e robustos respectivamente, ao passo que (3) e (4) fazem uso do método MQ2E. A clusterização para a confecção dessa tabela foi feita por município.

Apesar de não significativos, os sinais das magnitudes dos coeficientes nas alternativas do estimador MQ2E, (4) e (5), não mudaram para a maioria dos regressores usados como controles do modelo, à exceção das variáveis que representam o PIB *per capita* (*ppc*) e a porcentagem de pessoas com plano de saúde suplementar como fração do número de habitantes (*ps*). Nesses dois últimos casos, enquanto as regressões em MQO indicavam relações negativas e positivas respectivamente, o sinal inverteu-se quando se toma como referência as duas regressões em MQ2E.

A variável de interesse, IIPT, só logrou significância, de 5%, com o uso de erros-padrão clusterizados na alternativa (5), embora nem seu sinal tampouco sua magnitude tenha se modificado. É vital que isso seja frisado, porque o foco desta monografia é no tamanho do efeito causal e, por conseguinte, na presença ou não de um viés nos coeficientes da variável de interesse.

Tabela 4 – Regressões com erros-padrão robustos e clusterizados

	(1) Ly	(2) IY	(3) IY	(4) IY
IIPT	-6.884*** (1.338)	-6.884** (1.830)	-8.416 (4.692)	-8.416* (3.962)
dd	0.000127 (0.000202)	0.000127 (0.000140)	0.000127 (0.000223)	0.000127 (0.000258)
ps	0.130 (1.758)	0.130 (1.020)	-0.922 (2.378)	-0.922 (2.420)
ppc	-0.00000124 (0.0000113)	-0.00000124 (0.00000632)	0.00000268 (0.00000920)	0.00000268 (0.0000129)
idos	1.870 (5.590)	1.870 (4.782)	2.845 (5.963)	2.845 (5.944)

[continuação]

gu	3.281 (2.099)	3.281 (3.209)	4.269 (5.295)	4.269 (2.990)
est	-0.0557 (0.0992)	-0.0557 (0.0704)	-0.0752 (0.0810)	-0.0752 (0.103)
educ	-1.206 (3.513)	-1.206 (3.096)	-2.184 (3.858)	-2.184 (4.309)
leitos	0.444 (0.859)	0.444 (0.591)	0.481 (0.940)	0.481 (1.087)
ocup	-0.178 (1.098)	-0.178 (0.529)	-0.151 (0.632)	-0.151 (1.057)
ideo	0.170 (0.0971)	0.170* (0.0659)	0.189 (0.109)	0.189 (0.122)
_cons	-4.741 (2.577)	-4.741 (3.662)	-5.999 (6.339)	-5.999 (3.788)
<i>N</i>	187	187	173	173
<i>R</i> ²	0.463	0.463	0.452	0.452
adj. <i>R</i> ²	0.429	0.429	0.415	0.415

Erros-padrão em parênteses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Ademais, foram feitas estimativas com efeitos aleatórios (*RE*). A Tabela 4 mostra os resultados obtidos com a estimação dos efeitos aleatórios, que também recebeu transformações log-log (1) e log-lin (2). É válido notar que, em (2), a “variável ideológica” logrou significância estatística a 5% com um sinal condizente com o que a literatura sustenta. Isso indica que, para cada unidade de aumento no componente *ideo*, um aumento de 170% na média diária dos novos casos de covid-19 – modelo MQO com erros clusterizados. Essa significância estatística nessa variável é perdida quando se migra para o estimador MQ2E mesmo que não ocorra uma mudança no sinal do coeficiente nem um câmbio expressivo de sua magnitude.

Tabela 5 – Regressões com efeitos aleatórios

	(1) IY	(2) IY	(3) Y
IIPT	-6.884*** (1.830)		

[continuação]

dd	0.000127 (0.000140)	0.000121 (0.000144)	0.0864*** (0.0183)
ps	0.130 (1.020)	0.207 (1.045)	-465.2** (167.6)
ppc	-0.00000124 (0.00000632)	-0.00000235 (0.00000653)	0.00301* (0.00126)
idos	1.870 (4.782)	0.951 (4.892)	2090.8** (655.5)
gu	3.281 (3.209)	3.595 (3.264)	-826.5*** (226.3)
est	-0.0557 (0.0704)	-0.0462 (0.0710)	-17.69 (11.00)
educ	-1.206 (3.096)	-0.840 (3.086)	-905.2 (542.5)
leitos	0.444 (0.591)	0.470 (0.608)	381.5*** (80.14)
ocup	-0.178 (0.529)	-0.0826 (0.528)	-368.0*** (88.05)
ideo	0.170** (0.0659)	0.162* (0.0670)	45.47*** (9.397)
IPT		-6.665*** (1.730)	308.8 (253.4)
_cons	-4.741 (3.662)	0.409 (3.823)	578.9* (273.7)
<i>N</i>	187	187	219
<i>R</i> ²			
adj. <i>R</i> ²			

Erros-padrão em parênteses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Por fim, observa-se significância estatística nas variáveis de interesse a 0,1% também para aquelas alternativas estimadas que sofreram alguma transformação linear. O modelo log-logaritmicado apresentou a seguinte interpretação: para cada 1% de aumento no isolamento social, houve uma queda de 6,884% na média de novos casos diários de Covid-19 no mês.

É interessante observar que, em que pese os controles serem positivos nas alternativas em nível nas várias tabelas desta monografia, isso ocorreu menos para aquelas regressões que sofreram alguma transformação ou tiveram um estimador diferente aplicado nelas – como um estimador MQ2E em vez de um MQO, por exemplo.

Nota-se que, novamente, o efeito “ideológico” é significativo para as três alternativas de modelagem com o estimador de efeitos aleatórios, mas é possível perceber que, à exceção do caso em nível da regressão (3), seu coeficiente não variou expressivamente em magnitude nem teve um sinal negativo. Isso indica a influência que alguns discursos políticos exerceram sobre o comportamento das pessoas no contexto da pandemia, fazendo com que mais pessoas se expusessem ao vírus ou ficassem mais lenientes quanto aos cuidados pessoais necessários para evitar a contaminação.

6. CONCLUSÃO

Tendo em vista tudo o que foi previamente considerado nos capítulos anteriores, os resultados e o objetivo principal dessa pesquisa – avaliar o efeito causal do isolamento social nos municípios que adotaram políticas de restrição à mobilidade em alguns municípios de São Paulo –, alguns pontos são dignos de destaque.

Primeiramente, fica comprovado que os municípios que lograram maiores taxas de isolamento social, a variável de interesse do problema, conseguiram, sim, reduzir a média de novos casos diários de coronavírus no mês. Isso fornece suporte à hipótese de que os municípios que tomaram medidas que concorriam para um maior distanciamento entre as pessoas obtiveram reduções importantes na taxa de transmissão da doença, haja vista que a Covid-19 se difunde por vias aéreas, requerendo uma maior proximidade e contato entre as pessoas para que se dissemine.

Segundo, esse estudo foi bem-sucedido no que diz respeito, também, à sua contribuição para a literatura recente sobre essa doença, somando-se a uma série de trabalhos e outras pesquisas e trazendo resultados positivos que corroboram as melhores práticas de gestão da saúde pública de um município ou uma região.

Por fim, os testes de robustez proveram credibilidade, assertividade e segurança para o achado a partir do modelo MQ2E, com seus controles, respaldados na literatura recente, exercendo um papel fundamental também para capturar o efeito de variáveis não observadas e que poderiam influir na correta aferição das estimativas para a variável de interesse.

7. REFERÊNCIAS

- Guia brasileiro de análise de dados: armadilhas & soluções / Editores Claudio D. Shikida, Leonardo Monasterio, Pedro Fernando Nery. -- Brasília: Enap, 2021. 251 p.: il.
- AASSVE, A. *et al.* Epidemics and trust: The case of the Spanish Flu. **Health Economics**, v. 30, n. 4, p. 840–857, 8 Apr. 2021.
- BARBERIA, L. *et al.* The Relationship between Ideology and COVID-19 Deaths: What We Know and What We Still Need to Know. **Brazilian Political Science Review**, v. 16, n. 3, 2022.
- BARRIOS, J.; HOCHBERG, Y. **Risk Perception Through the Lens of Politics in the Time of the COVID-19 Pandemic**. Cambridge, MA: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w27008.pdf>>.
- BRODEUR, A. *et al.* A literature review of the economics of COVID-19. **Journal of Economic Surveys**, v. 35, n. 4, p. 1007–1044, 18 Sep. 2021.
- CHIOU, L.; TUCKER, C. **Social Distancing, Internet Access and Inequality**. Cambridge, MA: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w26982.pdf>>.
- CRAYNE, M. P.; MEDEIROS, K. E. Making sense of crisis: Charismatic, ideological, and pragmatic leadership in response to COVID-19. **American Psychologist**, v. 76, n. 3, p. 462–474, Apr. 2021.
- CVE - CENTRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA “PROF. ALEXANDRE VRANJAC.” **Situação Epidemiológica: Boletins Diário COVID-19**. Disponível em: <<http://www.saude.sp.gov.br/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica-prof.-alexandre-vranjac/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-respiratoria/coronavirus-covid-19/situacao-epidemiologica>>. Acesso em: 21 jul. 2023.
- DATASUS / MINISTÉRIO DA SAÚDE. **CNES - Estabelecimentos por Tipo - São Paulo**. Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>>. Acesso em: 13 may. 2023a.
- _____. **SRAG 2020 - Banco de Dados de Síndrome Respiratória Aguda Grave - incluindo dados da COVID-19**. Disponível em: <<https://opendatasus.saude.gov.br/dataset/srag-2020>>. Acesso em: 13 may. 2023b.
- _____. **População residente - Estudo de estimativas populacionais por município, idade e sexo 2000-2021 - Brasil**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popsvsbr.def>>. Acesso em: 13 may. 2023c.

FONSECA, E. M. DA *et al.* Political discourse, denialism and leadership failure in Brazil's response to COVID-19. **Global Public Health**, v. 16, n. 8–9, p. 1251–1266, 2 Sep. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Adesão ao isolamento social em São Paulo**. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/coronavirus/isolamento/>>. Acesso em: 13 may. 2023.

IMF/WHO. **IMF-WHO COVID-19 Vaccine Tracker**. Disponível em:

<<https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/IMF-WHO-COVID-19-Vaccine-Tracker>>.

IMF. **COVID-19 Global Targets and Progress Tracker**. Disponível em:

<<https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/COVID-19-Global-Targets-and-Progress-Tracker>>. Acesso em: 1 aug. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO

TEIXEIRA / INEP. **Censo Escolar**. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados>>. Acesso em: 13 may. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **DADOS HISTÓRICOS ANUAIS**.

Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 8 aug. 2023.

KUPEK, E. How many more? Under-reporting of the COVID-19 deaths in Brazil in 2020. **Tropical Medicine & International Health**, v. 26, n. 9, p. 1019–1028, 6 Sep. 2021.

KÜPPERS, A.; REISER, M. Ideological Extremism or Far-Right Attitudes? The Role of Ideology for COVID-19 Scepticism. **Representation**, v. 58, n. 4, p. 481–499, 2 Oct. 2022.

LAROZE, D.; NEUMAYER, E.; PLÜMPER, T. COVID-19 does not stop at open borders: Spatial contagion among local authority districts during England's first wave. **Social Science & Medicine**, v. 270, p. 113655, Feb. 2021.

LEE, D. *et al.* Quantifying the impact of air pollution on Covid-19 hospitalisation and death rates in Scotland. **Spatial and Spatio-temporal Epidemiology**, v. 42, p. 100523, 1 Aug. 2022.

MAKRIS, M. Covid and social distancing with a heterogenous population. **Economic Theory**, 14 Jul. 2021.

MALONEY, W.; TASKIN, T. **Determinants of Social Distancing and Economic Activity during COVID-19: A Global View**. [s.l.] World Bank, Washington, DC, 2020.

MELLON, J. Rain, Rain, Go Away: 195 Potential Exclusion-Restriction Violations for Studies Using Weather as an Instrumental Variable. **SSRN Electronic Journal**, 2020.

MIGUEL, E.; SATYANATH, S.; SERGENTI, E. Economic Shocks and Civil Conflict: An Instrumental Variables Approach. **Journal of Political Economy**, v. 112, n. 4, p. 725–753,

Aug. 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **COVID-19 - Leitões**. Disponível em:

<https://infoms.saude.gov.br/extensions/Leitos_C19/Leitos_C19.html>. Acesso em: 13 may. 2023.

PAIXÃO, B. *et al.* Estimation of COVID-19 Under-Reporting in the Brazilian States Through SARI. **New Generation Computing**, v. 39, n. 3–4, p. 623–645, 14 Nov. 2021.

RAYMUNDO, C. E. *et al.* Spatial analysis of COVID-19 incidence and the sociodemographic context in Brazil. **PLOS ONE**, v. 16, n. 3, p. e0247794, 1 Mar. 2021.

SEADE REPOSITÓRIO. **PIB Municipal 2002-2020**. Disponível em:

<<https://repositorio.seade.gov.br/dataset/pib-municipal-2002-2020>>. Acesso em: 13 may. 2023a.

_____. **População urbana e rural**. Disponível em:

<<https://repositorio.seade.gov.br/group/seade-populacao>>. Acesso em: 13 may. 2023b.

_____. **População ocupada [2020]**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>>.

SIMPSON-BELL, C.; PENG, X. E. Assessing the Impact of Business Closures on COVID-19 Outcomes. **IMF Working Papers**, v. 2022, n. 139, p. 1, Jul. 2022.

SNIS/MINISTÉRIO DAS CIDADES. **SNIS - Série Histórica**. Disponível em:

<<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 13 may. 2022.

TABNET - DATASUS / MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Assistência Médica por Município em dezembro de 2020**. Disponível em: <<http://www.ans.gov.br/anstabnet/index.htm>>. Acesso em: 13 may. 2023.

TRIBUNAL SUPERIOR ELEITORAL. **Total de vereadores eleitos do PT**. Disponível em:

<<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 13 may. 2023.

WHO. **WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard**. Disponível em:

<https://covid19.who.int/?adgroupsurvey=%7Badgroupsurvey%7D&gclid=EAIaIQobChMI1KbzgO27gAMVHEBIAB34Lg_iEAAYASABEgKhpvD_BwE>. Acesso em: 1 aug. 2023.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria: Uma Abordagem Moderna**. 4. ed. São Paulo: [s.n.].