

AVALIANDO OS CUSTOS E BENEFÍCIOS DA INTENSIFICAÇÃO DO ISOLAMENTO SOCIAL NO RIO GRANDE DO SUL A PARTIR DE UM EXPERIMENTO NATURAL

Cristiano Aguiar de Oliveira*

Rafael Mesquita Pereira**

Gabriel Costeira Machado***

ÁREA 8 - ECONOMETRIA

Resumo O decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril de 2020 concedeu poder discricionário aos municípios do estado do Rio Grande do Sul para adotar ou abolir medidas restritivas ao funcionamento de atividades econômicas, em especial, relativas ao comércio de bens e serviços com atendimento ao público. A partir deste evento, o presente artigo utiliza o experimento natural criado pelo referido decreto para avaliar os custos e benefícios da intensificação do isolamento social nos municípios do Rio Grande do Sul. Para este fim, utiliza informações semanais de vendas com notas fiscais eletrônicas, casos e óbitos registrados de Covid-19 para estimar modelos de diferença nas diferenças com dados em painel semanais no período compreendido entre 22 de março e 16 de maio de 2020. Os resultados indicam que os custos econômicos de intensificar o isolamento social foram de cerca de R\$ 844 mil por dia, enquanto os benefícios em termos de redução de casos e óbitos por Covid-19 não foram estatisticamente significativos. Ademais, verifica-se que os benefícios de intensificar o isolamento social somente puderam ser observados em circunstâncias específicas, porém com altos custos econômicos. Os custos estimados para evitar um caso adicional de Covid-19 foram 194 vezes os custos de uma internação em UTI e cerca de 900 vezes os custos de uma internação sem a utilização de UTI e cada vida salva custou cerca de R\$221,62 milhões, cerca de 56 vezes o valor estatístico da vida estimado para o Brasil. Portanto, o artigo conclui que os custos econômicos da intensificação do isolamento social são relevantes e consistentes, enquanto os seus benefícios são pequenos e incertos.

Palavras-chave: Covid-19, Isolamento Social, Diferença nas Diferenças, Análise Custo-benefício

Classificação JEL: C23, I12, I18

Abstract State decree nº 55.184 of April 15, 2020 granted discretionary power to the municipalities of the state of Rio Grande do Sul to adopt or abolish restrictive measures to the operation of economic activities, in particular, related to the retail of goods and services with face-to-face customer service. Based on this event, this article uses the natural experiment created by the decree to evaluate the costs and benefits of intensifying social isolation in the municipalities of Rio Grande do Sul. For this purpose, it uses weekly sales information with electronic invoices, cases and Covid-19 recorded deaths to estimate models of difference in differences with weekly panel data from March 22 to May 16, 2020. The results indicate that the economic costs of intensifying social isolation were around BRL 844 thousand per day, while the benefits in terms of reducing cases and deaths by Covid-19 were not statistically significant. Furthermore, it appears that the benefits of intensifying social isolation could only be seen in specific circumstances, but with high economic costs. The estimated costs to avoid an additional case of Covid-19 were 194 times the cost of an ICU stay and about 900 times the cost of an ICU stay and each life saved cost about BRL 221.62 million, about 56 times the estimated statistical value of life for Brazil. Therefore, the article concludes that the economic costs of intensifying social isolation are relevant and consistent, while their benefits are small and uncertain.

Keywords: Covid-19, Social Isolation, Difference in Differences, Cost-benefit Analysis

JEL Classification: C23, I12, I18

* Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). E-mail: cristiano.oliveira@furg.br

** Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). E-mail: rafaelmesquita@furg.br

*** Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo (USP). E-mail: gmcoiteira@usp.br

1 Introdução

A expansão da Covid-19 representa uma das mais desafiadoras crises econômicas e de saúde que o mundo experimentou no passado recente. A partir da China, o vírus SARS-COV-2 se propagou para muitos países gerando enormes custos em termos de vidas e em termos econômicos. Governos em todo o mundo implementaram uma mistura de intervenções não farmacêuticas, a fim de preparar os serviços de saúde para o aumento de sua demanda e, desta maneira, reduzir perdas causadas por uma possível incapacidade de atendimento adequado. Do ponto de vista teórico, a resposta parece óbvia porque, ao restringir as interações sociais, haveria uma consequente redução da propagação do vírus e porque, além disso, Eichenbaum et al. (2020) mostram que as pessoas falham em internalizar os custos que impõem aos outros quando são agentes propagadores do vírus. Logo, as medidas restritivas impostas pelos governos seriam uma forma de internalizar estas externalidades, de redistribuir os custos sociais da pandemia e uma forma de intervenção socialmente ótima (Alvarez et al., 2020; Farboodi et al., 2020).

Nesse sentido, os governos impuseram fortes limitações a execução de atividades econômicas e à circulação de pessoas. Isto causou perturbações generalizadas na maioria das economias do mundo em pelo menos duas frentes. Por um lado, governos aplicaram medidas impondo o fechamento de setores inteiros de suas economias considerados de maior risco de propagação do vírus ou considerados “não essenciais”. Por outro lado, diante do medo de contaminação pelo vírus, as pessoas restringiram ou mudaram a forma de executar as suas atividades laborais e/ou alteraram os seus hábitos de consumo. Portanto, mesmo na ausência de medidas restritivas, é muito provável que haveria uma contração nas atividades (econômicas) porque as pessoas reduziriam voluntariamente as interações sociais e ficariam mais em suas casas por interesse próprio motivado pelo medo de contaminação pelo SARS-COV-2.

Um outro ponto que deve ser salientado é que o caráter inesperado da chegada do vírus, combinado com estas características comportamentais e as medidas restritivas, faz com que a economia sofra tanto com choques na oferta quanto na demanda. Na verdade, a maior parte dos setores da economia sofre com os dois tipos de choques, pois, por exemplo, setores tal como o setor de transportes sofrem mais com reduções no lado da demanda enquanto outros setores com pouca capacidade para se adaptar aos protocolos estabelecidos e com limitações para introduzir o trabalho de casa (home office), tais como manufatura e alguns setores de serviços, provavelmente sofrem mais com choques no lado da oferta. Entretanto, outros setores, tais como os setores de entretenimento, restaurantes e hotéis experimentam fortes choques tanto pelo lado da oferta quanto da demanda e, desta maneira, quase desapareceram ao longo da pandemia. Todavia, os fortes impactos em alguns setores não podem ser vistos como um problema localizado em um setor, por exemplo, considerado não essencial, pois não se pode ignorar que distorções da demanda e da oferta de alguns setores se espalham para os demais. Por exemplo, Guerrieri et al. (2020) argumentam que a redução da oferta em alguns setores levará a uma redução geral da demanda também nos setores não afetados inicialmente.

Considerando estes custos econômicos, muitos deles ainda desconhecidos, é um fato que ao decidir qual nível de restrições às atividades econômicas deveria impor, os governos de todos os níveis enfrentaram um trade-off entre conter o ritmo da propagação do vírus e evitar o colapso da economia local no curto prazo. No estado do Rio Grande do Sul não foi diferente e desde o dia 16 de março de 2020 cerca de 5.000 decretos municipais e estaduais relacionados a Covid-19 foram publicados no estado. Nesse sentido, os mais relevantes são os decretos estaduais nº 55.128 de 19 de março de 2020 e nº 55.154 de 1º de abril de 2020, que instituíram medidas restritivas para limitar a circulação de pessoas e proibir a aglomeração de pessoas visando conter a propagação rápida do SARS-COV-2. Estas medidas restritivas geraram importantes custos econômicos em termos globais no estado. Oliveira (2020b) estima que as perdas em termos de vendas seriam de R\$ 43,34 bilhões e, em termos de perdas de arrecadação de ICMS, seria algo em torno de R\$ 1,56 bilhões nos primeiros 27 dias que estas medidas estavam em vigor.

Assim, apesar da importância crucial do ponto de vista das políticas públicas, mesmo após a sua aplicação, muitas dúvidas ainda permanecem e a avaliação empírica dessas medidas restritivas em termos de custo-benefício ainda é muito limitada. Ainda se busca saber até que ponto as medidas restritivas que visam incentivar a redução de interações sociais são eficazes na contenção da propagação da doença e capazes de compensar os custos que elas geram na economia. Pois, ao mesmo tempo que estas medidas restritivas possuem um embasamento teórico originado de modelos epidemiológicos que justifiquem a sua aplicação, também existem sérias dúvidas a respeito da sua eficácia (Fang et al., 2020), considerando que este tipo de medida não havia sido aplicada até então de forma tão ampla e porque a maior parte dos estudos que avaliam a eficácia deste tipo de medida são baseados em modelos de simulação, os quais possuem pouca relevância como evidência empírica (Fong et al., 2020).

Desta maneira, diante de muitas dúvidas ainda sem respostas contundentes e de uma maior disponibilidade de informações com o avanço da pandemia, muitos estudos empíricos buscam respostas através de delineamentos que permitem inferências causais. Estes são os casos de Friedson et al. (2020), que utilizam controle sintético para avaliar as medidas de isolamento na Califórnia, primeiro estado americano a adotar medidas restritivas, e de Born et al. (2020), que utilizam o mesmo método para avaliar a ausência de medidas restritivas na Suécia. Além destes estudos, existem pelos menos outros quatro artigos recentes que usam experimentos naturais para aplicar métodos de diferença nas diferenças para avaliar se intervenções não farmacêuticas são capazes de reduzir interações, infecções ou óbitos por Covid-19 (Dave et al., 2020; Di Porto et al., 2020; Fang et al., 2020; Gupta et al., 2020).

Gupta et al. (2020) utilizam dados de mobilidade nos Estados Unidos semelhantes aos utilizados neste estudo para avaliar, em primeiro lugar, os impactos das medidas restritivas na mobilidade social observada e, em segundo lugar, para avaliar os impactos das medidas restritivas nos casos e nos óbitos registrados nos estados e nos condados americanos. Os autores concluem que as ordens estaduais e municipais de permanecer em casa, em programas conhecidos como “*Stay at Home*” e outras políticas, como por exemplo declarações de emergência estaduais e notícias das primeiras ameaças à saúde nos níveis estadual e municipal, levaram a declínios na mobilidade. No estudo, os autores não encontram benefícios destas medidas em termos de reduções de casos e nos óbitos registrados. Estes resultados diferem de Dave et al. (2020), que usando dados americanos diários de casos de Covid-19 em nível estadual e o mesmo método, encontram que aproximadamente três semanas após a adoção de uma medida restritiva do tipo “*Shelter In Place Orders - SIPO*”, os casos cumulativos de COVID-19 foram reduzidos em cerca de 44%.

Além da tentativa de obter inferências causais, um outro ponto em comum entre estes estudos é que eles não avaliam de forma simultânea os custos e benefícios destas medidas e, desta forma, fazem uma avaliação parcial, que apesar de útil, é insuficiente para auxiliar a tomada de decisão por parte de governantes e da população em geral. No entanto, cabe ressaltar a exceção do estudo de Friedson et al. (2020), que mostra que salvar vidas pode ter um custo alto. Os seus resultados indicam que as medidas de SIPO da Califórnia levaram à 1.661 mortes a menos de COVID-19 durante o período estudado. Mas, em contrapartida também mostram que o custo destas medidas foi de cerca de 400 perdas de empregos por cada vida salva durante um curto período pós-tratamento.

Neste contexto, este artigo busca contribuir para a literatura ao trazer evidências empíricas tanto dos benefícios em termos de saúde quanto dos custos em termos econômicos a partir de um delineamento causal, que permitem realizar, ainda que parcialmente, uma análise de custo-benefício da intensificação do isolamento social no estado do Rio Grande do Sul. Para este fim, utiliza o experimento natural gerado pelo decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril de 2020, que concedeu poder discricionário aos municípios para adotarem ou abolirem medidas restritivas ao funcionamento de atividades econômicas, em especial, nos setores de comércio e de serviços com atendimento ao público. Entretanto, como estas medidas adotadas pelos municípios são de difícil observação e são, na melhor das hipóteses, intensões de tratamento, este estudo inova ao utilizar uma medida de isolamento social obtida através do

monitoramento de telefones celulares, a qual permite identificar os grupos de controle e tratados de acordo com o tratamento efetivo observado (intensificação do isolamento social) após este decreto nos municípios do estado do Rio Grande do Sul. Assim, a partir deste delineamento, são estimados modelos de diferença nas diferenças generalizadas dinâmicos com dados em painel, controlando-se para efeitos fixos em duas dimensões com o uso de informações de novos casos e óbitos por Covid-19 e de vendas com o uso de Documentos Fiscais Eletrônicos (DF-e), com o intuito de avaliar os benefícios e os custos da intensificação do isolamento social.

O artigo está estruturado da seguinte forma. Além desta introdução, o artigo possui mais três seções. A próxima seção apresenta os dados utilizados, a estratégia utilizada para identificar os grupos, define o tratamento e a metodologia utilizada para identificar os efeitos causais diante de alguns problemas que surgem na modelagem. A terceira seção traz os resultados obtidos nas estimações e a sua discussão. Ao final do artigo, são apresentadas algumas conclusões e reflexões a respeito do tema.

2 Estratégia de Identificação

2.1 Dados

Os dados utilizados neste estudo provêm de três fontes¹. Os registros de novos casos e de óbitos por Covid-19 foram extraídos do levantamento realizado por Cota (2020)², que traz informações atualizadas diariamente para os municípios brasileiros. Como se sabe, os novos casos possuem problemas de subnotificação causados pelo fato de que muitas pessoas portadoras do SARS-COV-2 serem assintomáticas e porque existem protocolos que definem quem será testado. No Brasil, segundo o protocolo estabelecido pelo Ministério da Saúde, até o dia 19 de março de 2020, somente pacientes com os sintomas de Covid-19 que haviam retornado de viagem ao exterior ou que tiveram contato com alguém que havia viajado para o exterior eram testados. A partir desta data, o protocolo foi alterado e ficou determinado que todos os pacientes com sintomas de Covid-19 há mais de 8 dias deveriam ser testados.

Cabe salientar que a subnotificação pode ser uma fonte de erro de medida que pode ocasionar problemas nas estimações (Gupta et al., 2020). Entretanto, este problema é atenuado se as taxas de (não) testagem forem semelhantes entre os municípios. Mesmo assim, este estudo busca minimizar este problema limitando a análise ao utilizar dados de novos casos e novos óbitos somente a partir de 22 de março, ou seja, uma data posterior ao novo protocolo que ampliou a testagem. Com isto se busca utilizar um período com dados mais confiáveis e com variação suficiente para estimar um modelo econométrico, uma vez que antes deste período era possível observar muitos zeros na amostra utilizada neste estudo.

O índice de isolamento social foi obtido junto a empresa “In Loco”. Este índice é calculado a partir da proporção de usuários que não deixaram seu local de residência, ou seja, que “ficaram em casa” no dia em uma determinada região, que pode ser um município ou estado. Este monitoramento é feito através de informações do GPS dos aparelhos celulares de mais de 60 milhões de usuários de aplicativos que utilizam a tecnologia da empresa, ou seja, aproximadamente 30% da população brasileira. No estado do Rio Grande do Sul, o índice está disponível para 270 municípios, o que gera uma das limitações existentes na amostra utilizada por este estudo. Além disso, embora o índice esteja disponível desde o dia 1º de fevereiro, as informações de 73 municípios não estão disponíveis para todos períodos utilizados porque somente passaram a ser calculados mais recentemente. De forma que estes municípios tiveram que ser excluídos da amostra para manter o painel balanceado.

¹ No apêndice, a tabela A.1 apresenta uma estatística descritiva das variáveis utilizadas.

² Os dados podem ser obtidos no seguinte site: <https://github.com/wcota/covid19br>.

O valor em vendas por município foram obtidos através de Documentos Fiscais eletrônicos (DF-e), os quais compreendem a soma das Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e), que são emitidas em todas as operações comerciais que envolvem a circulação de mercadorias, como venda para pessoa jurídica, devolução, transferência, entre outros, e as Notas Fiscais Eletrônicas do Consumidor (NFC-e), que são emitidas em operações de venda presencial ou entrega a domicílio para o consumidor final. No artigo também são utilizadas informações a respeito dos Conhecimentos de Transporte eletrônicos, (CT-e), emitidos para cobrir operações de prestação de serviço de transporte de cargas, e os Bilhetes de Passagens eletrônicos (BP-e), que são emitidos para documentar as prestações de serviço de transporte de passageiros, tais como transporte rodoviário, aquaviário, ferroviário, entre outros. As informações diárias são convertidas em médias diárias semanais e a periodicidade disponível é de seis semanas a partir da data de início deste estudo, 22 de março.

2.2 Identificando os grupos

Para identificar os municípios que irão fazer parte dos grupos de controle e de tratados, este estudo utiliza as mudanças observadas no índice de isolamento social, que conforme já foi comentado, começou a ser calculado a partir de 1º de fevereiro de 2020, todavia, se considera como data inicial o dia seguinte, que marca o início da primeira semana que possui informações completas que permitem obter a média diária do índice na semana. Logo, a semana compreendida entre os dias 2 e 8 de fevereiro é a semana inicial deste estudo³. Assim, tendo em vista que a promulgação do decreto estadual nº 55.185 ocorreu em 15 de abril (décima primeira semana), é possível definir como início do período de tratamento a décima segunda semana.

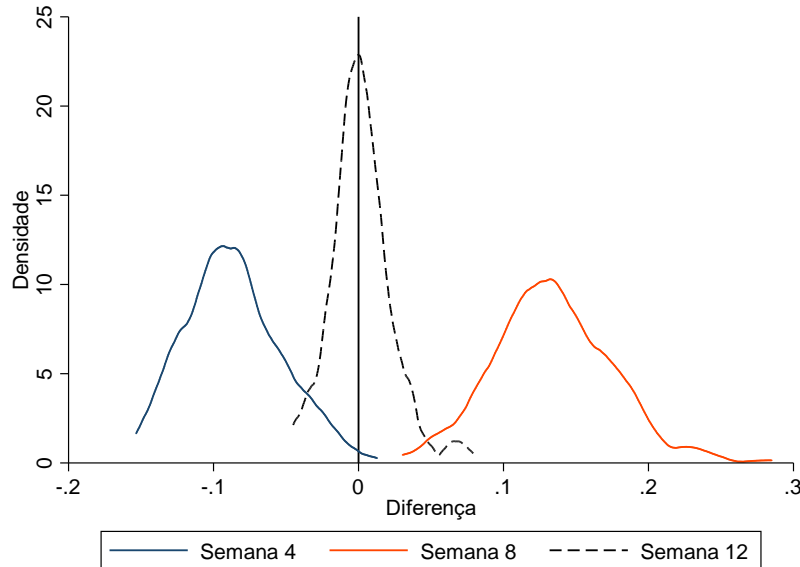
Com a utilização deste índice é possível observar as mudanças de comportamento da população residente nestes municípios ao longo dos primeiros meses de pandemia. A figura 1 mostra que na quarta semana (de 23 a 29 de fevereiro) quase todos os municípios incluídos na amostra mantinham um índice de isolamento social inferior ao que apresentavam na décima primeira semana. Ou seja, com poucos casos de Covid-19 registrados e na ausência de medidas restritivas impostas pelos decretos municipais e estaduais, a mobilidade de pessoas seguia o seu curso normal.

Entretanto, este panorama foi alterado principalmente a partir do decreto estadual nº 55.128, de 19 de março de 2020, que entre outras medidas, estabeleceu a proibição de circulação e transporte de ônibus interestadual públicos e privados, o fechamento de lojas em shopping centers, a limitação da capacidade de atendimento de supermercados, farmácias, caixas eletrônicos e restaurantes, a proibição de eventos e reuniões de qualquer natureza, de caráter público ou privado, incluídas excursões, cursos presenciais, missas e cultos religiosos, com mais de 30 pessoas, limitações ao transporte intermunicipal, e a ônibus do transporte coletivo urbano e rural, além de outras medidas com menor impacto na mobilidade de pessoas.

O resultado deste decreto pode ser observado na semana posterior ao decreto (oitava semana, de 22 a 28 de março), em que todos os municípios incluídos na amostra apresentavam um índice de isolamento social superior ao observado na décima primeira semana. Na linguagem estatística, todos os municípios poderiam ser considerados tratados em termos de intensificação do isolamento social. Logo, é muito difícil, para não dizer impossível, fazer uma inferência causal a respeito dos efeitos do isolamento social, pois, até este período, somente era possível observar todos municípios com e sem o tratamento, mas não era possível observar municípios com e sem tratamento ao mesmo tempo.

³ Cabe salientar que esta formatação serve apenas para uma referência temporal, pois, os modelos estimados consideram informações a partir da oitava semana, que se inicia no dia 22 de março de 2020.

Figura 1. Diferenças no Índice de Isolamento Social em relação a semana de referência



Fonte: Elaboração própria com base no índice de Isolamento Social da empresa “in loco”. Notas: A semana 4 se refere ao intervalo entre os dias 23 e 29 de fevereiro de 2020. A semana 8 se refere ao intervalo entre os dias 22 e 28 de março de 2020 e a semana 12 se refere ao intervalo entre os dias 19 e 25 de abril de 2020.

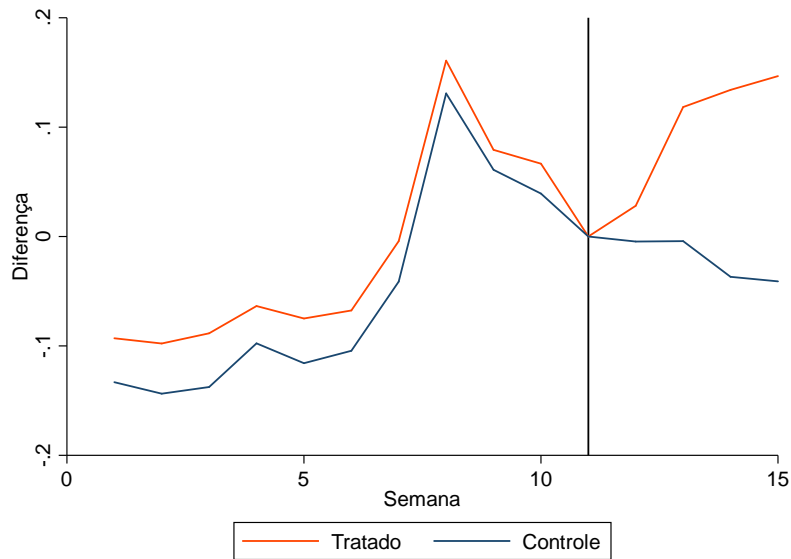
Este comportamento foi alterado pelo terceiro decreto, o decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril, que estabeleceu poderes discricionários aos municípios do estado para adotar ou abolir medidas restritivas ao funcionamento de atividades econômicas. Isto fez com que houvesse uma divisão em termos do índice de isolamento social observado, que pode ser visto na figura 1 na décima segunda semana (de 19 a 25 de abril). Alguns municípios mantiveram as medidas restritivas ao comércio e/ou seus moradores intensificaram o comportamento de precaução e, desta forma, aprofundaram o isolamento social, enquanto outros flexibilizaram algumas medidas e/ou seus moradores aumentaram a sua mobilidade e, desta forma, reduziram o isolamento social.

Logo, o terceiro decreto permitiu a este estudo separar os municípios em dois grupos⁴ na qual o grupo de municípios tratados recebeu um tratamento na forma de medidas restritivas a atividades de comércio e serviços com atendimento ao público e/ou redução na mobilidade social de seus moradores que podem ser identificados através da intensificação no isolamento social observada no índice calculado pela empresa “In Loco”.

A diferença de comportamento entre os grupos pode ser mais bem observada na figura 2. Esta mostra que os dois grupos tinham um comportamento semelhante até a semana do terceiro decreto, com o grupo de tratados com um índice de isolamento social médio levemente superior ao grupo de controle. É possível afirmar que pelo menos até a décima primeira semana, ambos estavam sempre no mesmo grupo, ou seja, todos os municípios eram controle até a sétima semana e tratados a partir desta semana até a décima primeira semana. Todavia, a partir da décima primeira semana há claramente uma diferença na estratégia adotada pelos grupos, observada em termos do índice de isolamento social, ou seja, um grupo apresentando um aumento no índice de isolamento social e, o outro, apresentando uma diminuição neste mesmo índice.

⁴ Na figura A.1 do apêndice é mostrado um mapa com estes municípios. Como pode ser observado a amostra não contempla todos os municípios do estado (496) porque não existem informações do Índice de Isolamento Social para 226 municípios e porque 73 deles não possuem informações para todos os períodos incluídos no estudo. Isto limita a amostra a 197 municípios, no entanto, para se obter tendências paralelas 12 municípios com mais de 200 mil habitantes tiveram que ser excluídos. De forma que a amostra utilizada possui 185 municípios.

Figura 2. Diferença no índice de isolamento social em relação a décima primeira semana por grupos de municípios



Nota: Valores são a diferença do isolamento médio diário semanal em relação a décima primeira semana (entre 12 e 18 de abril)

Desta forma, o decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril criou uma variação exógena capaz de gerar um experimento natural, que permite estimar os efeitos do tratamento (intensificação do isolamento social) nos municípios que optaram por esta estratégia. Segundo Titiunik (2020), um experimento natural é um estudo de pesquisa em que o mecanismo de atribuição de tratamento (i) não é projetado nem implementado pelo pesquisador, (ii) é desconhecido do pesquisador e (iii) é probabilístico em virtude de depender de um fator externo.

A situação em questão apresenta todas estas características, pois, embora, em teoria, os municípios se auto selecionem, nem o prefeito ou qualquer morador sozinho tem a capacidade de controlar o isolamento social observado no município. De forma que a seleção para o tratamento envolve uma combinação da existência de medidas restritivas e uma adesão voluntária por parte dos moradores, pois, vale lembrar que estas medidas possuem altos custos de monitoramento e custos para punir comportamentos desviantes que dificultam a sua imposição. Conforme já foi salientado anteriormente neste artigo, as medidas restritivas são, na melhor das hipóteses, uma intenção de tratamento.

Portanto, quando o Governo do estado do Rio Grande do Sul concedeu poder discricionário aos municípios para decidirem qual estratégia adotar, houve uma alteração nas probabilidades de designação para o tratamento que permitem utilizar este decreto como um experimento natural capaz de identificar a atribuição para o tratamento. Isto permite que este estudo avalie, com um delineamento causal, os impactos da intensificação do isolamento social nas variáveis econômicas e de saúde de interesse.

Por fim, cabe salientar que este poder discricionário por parte dos municípios vigorou por pouco tempo, pois, através do decreto estadual nº 55.240 de 10 de maio de 2020, estabeleceu-se⁵ um modelo de distanciamento controlado baseado em um sistema de cores de bandeiras, o qual entrou em vigor no dia seguinte a sua promulgação. O modelo previa quatro níveis de restrições, representados por bandeiras nas cores amarela, laranja, vermelha e preta, que variam conforme a propagação da doença e a capacidade do sistema de saúde em cada uma das 20 regiões pré-determinadas, constituídas de tal modo

⁵ O decreto também tornou obrigatório o uso obrigatório de máscara de proteção facial sempre que se estiver em recinto coletivo, compreendido como local destinado a permanente utilização simultânea por várias pessoas, fechado ou aberto, privado ou público, bem como nas suas áreas de circulação, nas vias públicas e nos meios de transporte.

que existissem hospitais de referência para leitos de UTI dentro de cada uma destas regiões. Destarte, a utilização de um critério endógeno (com base em casos e disponibilidade de leitos) tornou muito difícil a tarefa de recuperar a aleatoriedade da seleção de quem receberia o tratamento.

Por estas razões, para não sofrer as influências deste novo decreto, este estudo limita o uso de informações econômicas a duas semanas posteriores ao terceiro decreto e informações de saúde a quatro semanas, posteriores a este decreto. Como será visto na próxima subseção, espera-se que exista um período de transição entre o momento em que a medida foi imposta e os seus efeitos em termos de registros de novos casos e óbitos.

2.3 Metodologia

Definidos os grupos de controle e de tratados, a estratégia empírica para obter os efeitos do tratamento (intensificação do isolamento social) nas variáveis relacionadas à economia (vendas) e à saúde (novos casos e óbitos por Covid-19) é a utilização de modelos de diferença nas diferenças. Em teoria, se espera que o tratamento seja capaz de gerar impactos negativos na oferta e na demanda por bens e serviços dos municípios tratados, assim como reduzir a velocidade de propagação do vírus de forma a reduzir o número de casos e óbitos causados pela Covid-19. Para se ter evidências a respeito destes efeitos do tratamento são utilizados tanto modelos com diferenças duplas, que comparam simplesmente os dois grupos e, de diferenças triplas, que adicionam uma nova dimensão ao tratamento para avaliar possíveis impactos heterogêneos do tratamento em diferentes grupos. O modelo geral a ser estimado é dado por:

$$Y_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \sum_{l=0}^L \delta_l D_{it}^l + \sum_{l=0}^L \theta_l I_{g=0,1} D_{it}^l + \beta X_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

onde i indica o município do estado do Rio Grande do Sul, t o período de tempo em semanas, Y_{it} representa as variáveis de interesse deste estudo, a dizer, média de vendas diárias por semana, os novos casos e óbitos por semana, D_{it} representa os municípios tratados a partir da décima segunda semana, α_i representa os efeitos fixos no tempo dos municípios, λ_t representa os efeitos fixos no tempo, I_g representa uma variável indicadora para subgrupos dos municípios tratados. Os municípios tratados são divididos em abaixo e acima da média de acordo com o tamanho de sua população, com o índice de isolamento social na semana 8 (semana posterior ao primeiro decreto e com o maior índice observado) e na semana 11 (semana do terceiro decreto e último período antes do tratamento). Com isso se busca avaliar se a intensificação do isolamento social teve impactos diferentes de acordo com estas características, ou seja, se busca saber, por exemplo, se os municípios que tiveram um alto isolamento na primeira semana de isolamento social e, posteriormente, intensificaram este isolamento social após o decreto estadual nº 55.128, de 19 de março de 2020, obtiveram resultados melhores do que os demais em termos de redução de casos e óbitos por Covid-19.

Em geral, qualquer estudo em que as unidades podem se auto selecionar para o tratamento com base em características não observáveis que se correlacionam com seus resultados potenciais constitui um mecanismo de atribuição que não é totalmente exógeno. Este estudo não é diferente, e tanto prefeitos quanto os moradores dos municípios podem tomar as suas decisões de se isolar mais ou menos de acordo com características não observáveis. Como se sabe, esta é uma fonte de viés para as estimações que não pode ser testada formalmente (Lechner, 2010). Entretanto, neste estudo, considerando que a periodicidade dos dados é semanal é plausível assumir que muitas destas características não observáveis, tais como, características econômicas do município (urbanização, participação de setores etc.) são fixas no tempo. Portanto, o viés pode ser eliminado em uma estimação por efeitos fixos. No entanto, também é plausível supor que tanto os governantes quanto a população respondem com mais medidas restritivas e menor mobilidade na medida que o número de casos aumentam no município, portanto, um número

maior de casos anteriores aumenta a probabilidade de estarem no grupo de tratados. Assim, para tentar restaurar a aleatoriedade do tratamento, este estudo utiliza como variável de controle, o número de casos no mês anterior (quatro semanas).

No entanto, a inclusão deste controle exige uma suposição adicional para o modelo que estima os efeitos do tratamento nos novos casos. Isto porque a existência de uma relação entre o tratamento e valores anteriores da variável de resultado resultam em viés das estimações se houver a antecipação do tratamento. Em outras palavras, se as pessoas forem capazes de antecipar que o aumento no número de casos hoje implicará em um isolamento social mais intensivo no futuro, haverá um problema de simultaneidade em que o tratamento também depende da variável resultado. Todavia, é pouco verossímil que tanto prefeitos quanto os moradores dos municípios tenham a capacidade de fazer isto com um mês de antecedência, ainda mais em um ambiente em que havia poucas informações sobre medidas que poderiam vir a serem tomadas no futuro, por exemplo, pelo governo do estado. Logo, especificamente nestes modelos, se assume que não há efeitos de antecipação do tratamento. Esta suposição não é necessária para os demais modelos.

Além disso, este estudo avalia a dinâmica do efeito do tratamento, uma vez que se espera que os efeitos da intensificação do isolamento social nas vendas sejam quase imediatos devido as restrições econômicas tanto pelo lado da oferta quanto pelo lado da demanda nos municípios. No entanto, os impactos deste tratamento nos novos casos e óbitos muito provavelmente possui uma dinâmica de transição distinta, pois é necessário um período de transição entre o período em que o indivíduo foi exposto e infectado pelo vírus e o seu efetivo registro como um paciente portador da doença causada por ele.

Segundo Anderson et al. (2020), é muito difícil de se saber exatamente quanto tempo é necessário para esta transição, todavia, os autores informam que nos Estados Unidos a demora para aparecer os sintomas variam de 2 a 14 dias, com uma média de 5 dias de incubação do vírus e pelo menos mais 9 dias para que a pessoa se torne elegível para realizar um teste, de modo que o período médio seria algo em torno de 14 dias após a infecção. Estes números são corroborados por Lauer et al. (2020), que estimam a partir de dados chineses que o período de incubação médio é de 5.1 dias e que 97.5% dos pacientes chineses desenvolveram os sintomas em até 11,5 dias.

Para o Brasil não existem estudos deste tipo, que permitam saber com exatidão a duração desta transição, mas Oliveira (2020a) estima que o impacto mais relevante do isolamento social nos casos de Covid-19 no Brasil se dá no décimo primeiro dia, portanto, na segunda semana posterior a uma alteração. Estes resultados são semelhantes a Fang et al. (2020), que encontraram um pico no décimo primeiro dia para as cidades localizadas na província de Hubei e no décimo quarto dia para cidades localizadas fora desta província chinesa. Por sua vez, os impactos significativos, do ponto de vista estatístico, do isolamento social nos óbitos observados em Oliveira (2020a) surgem no vigésimo terceiro dia, ou seja, em média, doze dias após o registro dos casos, ou seja, na quarta semana. Desta maneira, como este estudo limita a avaliação dos impactos da intensificação do isolamento social nos novos casos e óbitos a quatro semanas após o início do tratamento, isto seria tempo suficiente, segundo a literatura apresentada, para o tratamento fazer efeito e não sofrer influências das medidas do decreto estadual nº 55.240, que entrou em vigor em 11 de maio de 2020.

3 Resultados

3.1 Resultados principais

Conforme descrito na seção anterior, neste estudo são avaliados os impactos da intensificação do isolamento social em três variáveis de interesse (dependentes): as vendas, os novos casos e novos óbitos por Covid-19. Ademais, se avalia se estes impactos são heterogêneos de acordo com algumas

características observadas nos municípios que podem alterar o efeito do tratamento. Todos estes impactos são avaliados de forma estática (com um efeito médio único ao longo dos períodos) e de forma dinâmica (com estes efeitos variando ao longo das semanas posteriores ao início do tratamento).

Os resultados mostrados na tabela 1 indicam que a opção pela intensificação do isolamento social a partir de 15 de abril resultou em uma perda em vendas de R\$ 844 mil por dia nas duas semanas seguintes a entrada em vigor do decreto quando comparada ao grupo de controle. Isto representa cerca de 25% das vendas potenciais dos municípios tratados. Por sua vez, a intensificação do isolamento social não gerou nenhuma diferença significativa estatisticamente entre os grupos para novos casos e óbitos. Os efeitos do tratamento sobre os tratados são positivos e não significativos na maior parte das especificações ao longo das quatro semanas avaliadas.

Tabela 1. Efeitos da intensificação do isolamento social (ATET) após o decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril de 2020 nas vendas, nos novos casos e novos óbitos por Covid-19.

	Variável dependente					
	Vendas		Novos casos		Novos óbitos	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tratamento _{médio}	-0.844*** (0.2849)		0.502 (0.8636)		0.039 (0.0549)	
Tratamento _t		-0.047 (0.1647)		0.063 (0.3299)		0.047 (0.0320)
Tratamento _{t+1}		-1.647*** (0.5339)		0.756 (1.1506)		0.078 (0.0661)
Tratamento _{t+2}				0.221 (1.0680)		-0.017 (0.0647)
Tratamento _{t+3}				0.969 (1.6361)		0.048 (0.0923)
n (municípios)	185	185	185	185	185	185
t (semanas)	6	6	8	8	8	8
Teste F	15.24 (0.000)	13.31 (0.000)	7.69 (0.000)	6.31 (0.000)	4.04 (0.000)	3.06 (0.000)
R ² intra	0.1931	0.2021	0.1682	0.1689	0.1021	0.1043
R ² entre	0.0910	0.0916	0.4879	0.4879	0.3640	0.3640
R ² total	0.0533	0.0538	0.2289	0.2295	0.1582	0.1598

Notas: Entradas são os efeitos médios do tratamento sobre os municípios tratados com aumento do isolamento social estimados por Mínimos Quadrados Ordinários obtidos através de um modelo de diferença nas diferenças. Todos os modelos possuem controle para efeitos fixos por município e no tempo. Os erros padrões mostrados entre parênteses são agrupados por municípios. Nos testes F os valores mostrados entre parênteses são p-valores. *** p<0.01. ** p<0.05, * p<0.1.

Entretanto, estes coeficientes estimados, apresentados nas colunas (1), (3) e (5), representam um impacto médio ao longo dos períodos posteriores ao tratamento, porém, conforme se sabe, os impactos em novos casos e óbitos possuem uma dinâmica própria que ainda não é totalmente conhecida. Logo, cabe avaliar a dinâmica destes efeitos do tratamento, pois, pode ser que períodos que não teriam um impacto esperado a priori sejam considerados. Entretanto, quando se faz isto, os resultados mudam pouco com relação aos novos casos e aos novos óbitos e o que se observa é uma perda econômica pouco significativa na primeira semana posterior ao tratamento, mas, muito relevante e significativa na segunda semana, cerca de R\$ 1,64 milhões por dia, que representa cerca de 40% das vendas potenciais dos municípios tratados.

A tabela 2 mostra os resultados estáticos das diferenças triplas para os diferentes subgrupos destacados anteriormente. Estes mostram que as perdas econômicas foram maiores para os municípios com população abaixo da média e pouco significativas para os municípios maiores. Como todo estudo de inferência causal, este estudo consegue identificar a existência de um efeito, mas, não consegue identificar o mecanismo que gera este efeito. Em teoria, se imagina que as economias dos municípios

que optaram pela intensificação do isolamento social sofreram tanto com choques de demanda e de oferta. Entretanto, os resultados obtidos permitem conjecturar que possivelmente municípios mais populosos possuem maior capacidade para manter a sua economia com menor circulação de pessoas e, desta forma, manter o nível de vendas semelhantes ao grupo de municípios em que não houve intensificação do isolamento social.

Tabela 2. Efeitos da intensificação do isolamento social após o decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril de 2020 nas vendas, nos novos casos e novos óbitos por Covid-19 segundo o tamanho da população do município e os índices de isolamento social nas semanas 8 e 11.

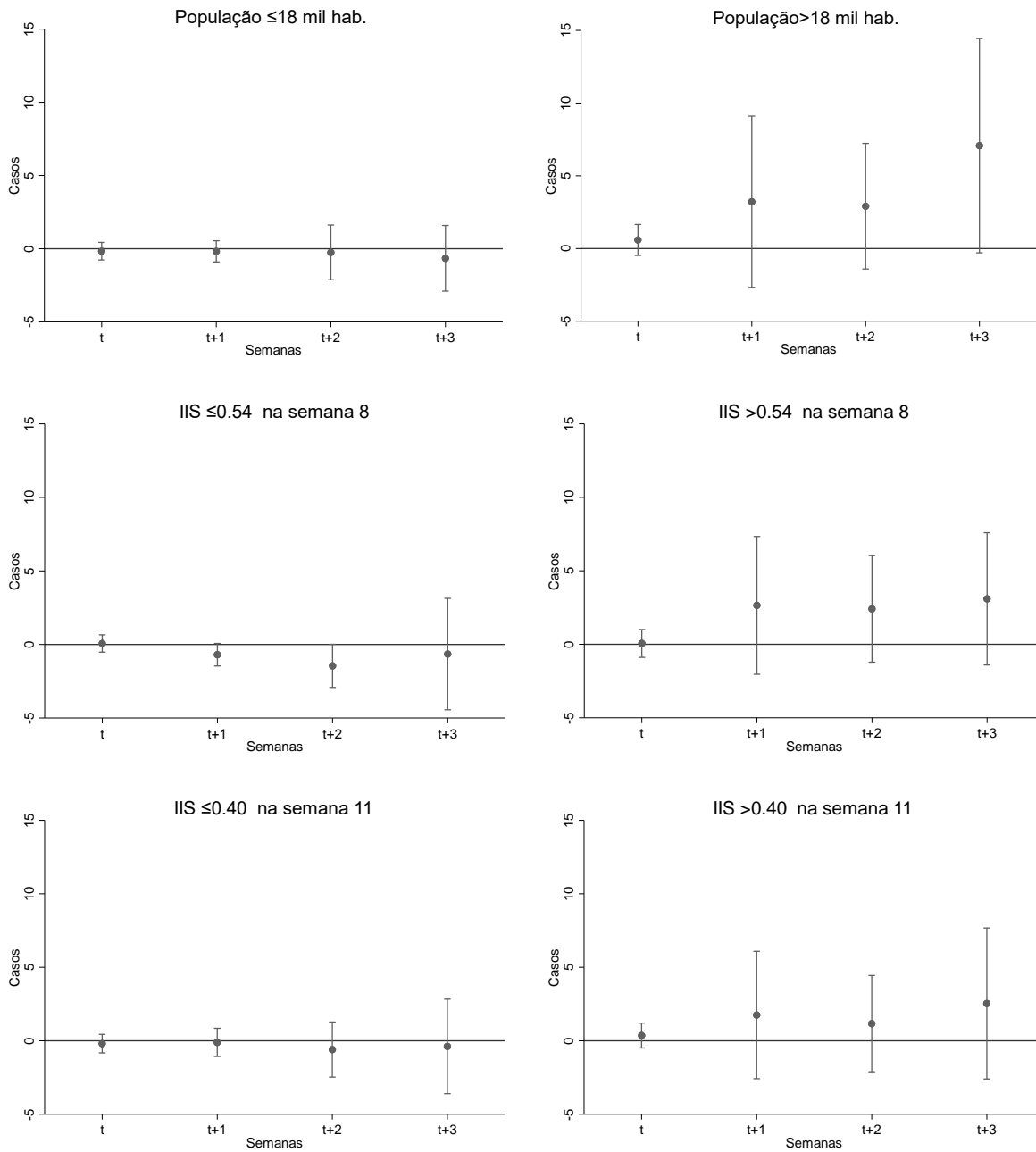
Grupos	Variável dependente								
	Vendas			Novos casos			Novos óbitos		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
≤18 mil hab.	-1.173*** (0.2423)			-0.312 (0.5147)			-0.017 (0.0284)		
>18 mil hab.	-0.042 (0.3223)			3.443* (1.9964)			0.168 (0.1328)		
≤0.54 de isolamento na semana 8		-0.779*** (0.3002)			-0.686 (0.6389)			-0.031 (0.0197)	
>0.54 de isolamento na semana 8		-0.928*** (0.3106)			2.052 (1.5365)			0.130 (0.1087)	
≤0.4 de isolamento na semana 11			-0.800** (0.3127)			-0.320 (0.7072)			0.009 (0.0408)
>0.4 de isolamento na semana 11			-0.895*** (0.2928)			1.454 (1.4612)			0.073 (0.0964)
n (municípios)	185	185	185	185	185	185	185	185	185
t (semanas)	6	6	6	8	8	8	8	8	8
Teste F	15.83 (0.000)	13.36 (0.000)	14.33 (0.000)	7.16 (0.000)	7.24 (0.000)	6.93 (0.000)	3.60 (0.000)	3.64 (0.000)	3.66 (0.000)
R ² intra	0.1933	0.1932	0.1931	0.1820	0.1757	0.1714	0.1128	0.1110	0.1035
R ² entre	0.0859	0.0909	0.0904	0.4582	0.4630	0.4760	0.3465	0.3633	0.3571
R ² total	0.0523	0.0533	0.0532	0.2453	0.2373	0.2325	0.1686	0.1699	0.1591

Notas: Entradas são os efeitos médios do tratamento sobre os municípios tratados estimados por Mínimos Quadrados Ordinários. Todos os modelos são de diferença nas diferenças e possuem controle para efeitos fixos por município e no tempo. Os erros padrões mostrados entre parênteses são agrupados por municípios. Nos testes F os valores mostrados entre parênteses são p-valores. *** p<0.01. ** p<0.05, * p<0.1.

Os resultados mostram, também, que aqueles municípios que apresentavam maiores índices de isolamento social na semana 8 e 11 tiveram maiores perdas econômicas quando foram tratados com mais isolamento social após o decreto. Por sua vez, embora não significativos estatisticamente em sua maioria, os coeficientes são positivos para novos casos e novos óbitos. Inclusive, os resultados mostram um aumento de 3 novos casos a mais em média em comparação ao grupo de controle significativo a 10%. Mas, pode ser que o efeito do tratamento positivo nestas variáveis se deva a ponderação feita nos modelos estáticos para obter um efeito médio no tempo. Desta maneira, as figuras 1 e 2 mostram a evolução destes efeitos do tratamento sobre os tratados segundo estes grupos ao longo das semanas posteriores ao tratamento ocorrido na décima segunda semana, que compreende os dias entre 19 e 25 de abril.

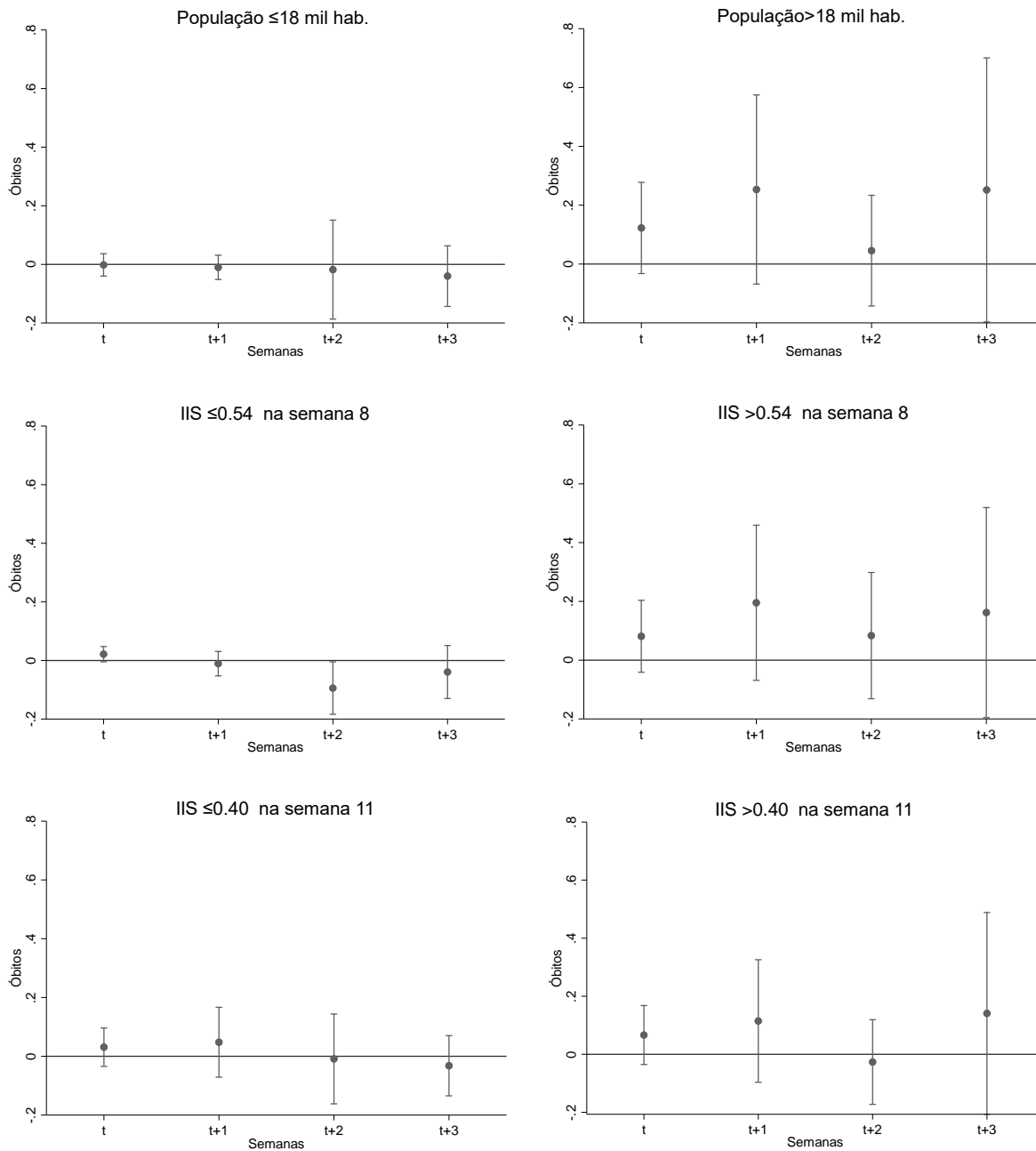
Nestas figuras é possível observar que os efeitos positivos nos municípios com população acima da média dos tratados se confirmam na quarta semana posteriores ao tratamento. Estes coeficientes são maiores do que os observados no modelo estático, cerca de 7 casos de Covid-19 a mais do que os municípios do grupo de controle e, agora, são significativos ao nível de 5%. Os municípios que optaram por se isolar mais também apresentaram mais novos casos, embora na maior parte dos períodos não se pode rejeitar a hipótese de que o impacto do tratamento foi nulo. Somente houve redução significativa de novos casos de Covid-19 naqueles que tiveram um isolamento social abaixo da média na semana 8. A redução estimada é de cerca de 2,14 casos, que embora pareça pequena, representa uma redução de 58% em relação ao potencial de casos no mesmo período.

Figura 3. Efeitos da intensificação do isolamento social ao longo das semanas posteriores ao decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril de 2020 nos novos casos por Covid-19 segundo o tamanho da população do município e os índices de isolamento social nas semanas 8 e 11.



Notas: Entradas são os efeitos médios do tratamento sobre os municípios tratados estimados por Mínimos Quadrados Ordinários. Os intervalos de confiança são construídos a partir de erros padrões agrupados por municípios.

Figura 4. Efeitos da intensificação do isolamento social ao longo das semanas posteriores ao decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril de 2020 nos novos óbitos por Covid-19 segundo o tamanho da população do município e os índices de isolamento social nas semanas 8 e 11.



Notas: Entradas são os efeitos médios do tratamento sobre os municípios tratados estimados por Mínimos Quadrados Ordinários. Os intervalos de confiança são construídos a partir de erros padrões agrupados por municípios.

Os resultados mostrados na figura 4 para os novos óbitos são semelhantes aos novos casos com efeitos positivos, mas não significativos para municípios tratados com população acima da média e para municípios com isolamento social acima da média nos períodos anteriores, ou seja, quase todas as especificações mostram que a estratégia de intensificar o isolamento social não trouxe qualquer benefício em termos de redução de novos casos e óbitos por Covid-19 aos municípios que a adotaram.

Entretanto, se observa uma redução significativa estatisticamente, de cerca de 0,094 óbitos por semana, que representa cerca de 37% dos óbitos potenciais na terceira semana posterior ao tratamento

nos municípios que tiveram um isolamento social abaixo da média na semana 8. Este resultado tem uma implicação importante. Aparentemente existe uma combinação de isolamento social ao longo do tempo que é capaz de reduzir óbitos. Mas, pelo menos para os municípios incluídos neste estudo, esta combinação não envolveu intensificar o isolamento social ao máximo em todos os períodos. Municípios que optaram por um alto isolamento social no primeiro período e mantiveram a estratégia intensificando o isolamento após o decreto não tiveram os resultados esperados por seus proponentes e tiveram perdas econômicas significativas, cerca de R\$ 928 milhões por dia por município.

Assim, embora esta redução no número de óbitos seja significativa em termos percentuais, cabe ainda fazer uma comparação destes benefícios com os custos em termos de vendas perdidas com a intensificação do isolamento social pelos municípios tratados. Esta estratégia resultou em R\$779 mil em perdas em vendas ao longo de 2 semanas em 38 municípios (com isolamento social abaixo da média na semana 8) e R\$928 mil pelo mesmo período em 29 municípios (com isolamento social acima da média na semana 8). Como os 38 municípios foram capazes de reduzir 3,57 óbitos ($0,094 \times 38$) e 81,32 casos ($2,14 \times 38$) e os outros 29 não foram capazes de evitar nenhum caso e nenhum óbito, então, foram perdidos, em termos de vendas totais entre os municípios tratados, R\$791,19 milhões para evitar 81,32 casos registrados e 3,57 óbitos por Covid-19. Ou seja, se teve um custo de R\$9,34 milhões para evitar um novo caso e, conseqüentemente, uma potencial internação hospitalar ou de R\$221,62 milhões por cada vida salva.

Pereira et al. (2020) estimam que o valor estatístico de uma vida (VSL) no Brasil seria de cerca de R\$3,93 milhões corrigidos em R\$ de maio de 2020. Comparando com os valores estimados pelos autores, os resultados obtidos neste estudo indicam que os custos pagos para salvar uma vida intensificando o isolamento social são cerca de 56 vezes o valor estimado para o VSL no Brasil. Por sua vez, um levantamento⁶ com mais de 100 operadoras de planos de saúde pela Agência Nacional de Saúde (ANS) que representam cerca de 80% da capacidade de atendimento no país mostra que no mês de maio de 2020, os custos com unidade de tratamento intensivo (UTI) para Covid-19, por exemplo, tiveram custo médio diário de R\$ 4,013 mil, com tempo médio de internação de 12 dias, de forma que custo total observado por este tipo de internação no período foi de R\$ 48,15 mil, enquanto as internações por Covid-19 sem UTI apresentaram custo médio/dia de R\$ 1,808 mil, tempo médio de internação de 5,8 dias e, portanto, um custo total de R\$ 10,39 mil por este tipo de internação. Logo, os valores estimados neste estudo para evitar um caso adicional de Covid-19 foram 194 vezes os custos de uma internação em UTI e cerca de 900 vezes os custos de uma internação sem a utilização de UTI. No entanto, vale lembrar que nem todo caso registrado de Covid-19 resulta necessariamente em uma nova internação, logo, estes números podem ser considerados limites inferiores para esta relação.

3.2 Avaliação da robustez

Para garantir a validade das estimações são realizadas uma série de avaliações de robustez. Além do uso de diferenças triplas já apresentadas na subseção de resultados principais, este estudo realiza a tradicional e importante avaliação da existência de tendências paralelas entre as variáveis estudadas e utiliza como testes de falseamento um evento placebo em um período distinto (do decreto estadual nº 55.154 de 1 de abril) e variáveis que em teoria, não foram atingidas pelo decreto que, portanto, também podem ser utilizadas como placebos.

Antes de apresentar estes resultados, cabe destacar que uma limitação deste estudo é a não existência de muitas informações com periodicidade semanal no nível de agregação municipal e que podem ser causadoras do tratamento. Assim, não é possível se testar os impactos do tratamento nestas variáveis, embora este seja um procedimento importante para avaliar a robustez de modelos de diferença

⁶ O levantamento pode ser acessado no site: http://www.ans.gov.br/images/Boletim_COVID-19_ANS_Junho_Link.pdf.

nas diferenças. Entretanto, ao mesmo tempo, é plausível supor que a maior parte destas variáveis seja fixa no tempo e, portanto, a estimação por efeitos fixos seja capaz de eliminar o viés causado pela omissão de tais variáveis, tornando este tipo de avaliação desnecessária.

Tabela 3. Testes para tendências paralelas

	Variável dependente		
	Vendas	Novos casos	Novos óbitos
t-4	-0.008 (0.3165)	0.053 (0.3751)	-0.039 (0.0337)
t-3	0.060 (0.2112)	0.129 (0.4017)	-0.048 (0.0347)
t-2	0.353 (0.2091)	-0.030 (0.2925)	-0.056 (0.0355)
t-1	-0.192 (0.2009)	0.017 (0.2641)	-0.042 (0.0367)
Teste F	1.25 (0.2925)	0.81 (0.5226)	1.11 (0.3540)
R ² intra	0.0601	0.0443	0.0474
R ² entre	0.0124	0.0291	0.0255
R ² total	0.0078	0.0236	0.0357

Notas: Entradas são as diferenças na tendência entre os municípios pertencentes ao grupo de controle e de tratados antes do tratamento estimados por Mínimos Quadrados Ordinários. Todos os modelos possuem controle para efeitos fixos por município e no tempo. Os erros padrões mostrados entre parênteses são agrupados por municípios. Os testes F testam a hipótese de os coeficientes de tendência nos três períodos serem conjuntamente iguais a zero. Os valores mostrados entre parênteses abaixo destes testes são p-valores. *** p<0.01. ** p<0.05, * p<0.1.

Assim, iniciando a análise da robustez das estimações deste estudo, para se testar a existência de tendências paralelas se utiliza o procedimento sugerido por Angrist e Pischke (2008), o qual consiste em incluir, com a variável de tendência temporal, a interação entre os tratados e esta tendência. Se o coeficiente do termo de interação for estatisticamente igual a zero, pode-se esperar razoavelmente que a tendência paralela se mantenha. Os resultados mostrados na tabela 3 indicam que, segundo os testes *t* destes coeficientes estimados, não é possível rejeitar a hipótese de que eles sejam iguais a zero ao nível de 5% de significância. Além disso, o teste F para a hipótese de que estes coeficientes sejam conjuntamente iguais a zero mostram que esta hipótese não pode ser rejeitada em nenhum modelo⁷.

Tabela 4. Testes de falseamento com a utilização de um período distinto (decreto estadual nº 55.154 de 1º de abril de 2020)

	Variável dependente		
	Vendas	Casos	Óbitos
Tratamento	0.104 (0.1867)	0.004 (0.1394)	-0.009 (0.0135)
Teste F	7.86 (0.0000)	2.28 (0.0486)	1.46 (0.2045)
R ² intra	0.0700	0.0370	0.0098
R ² entre	0.0301	0.1961	0.0059
R ² total	0.0151	0.0001	0.0086

Notas: Entradas são os efeitos médios do tratamento sobre os municípios tratados estimados por Mínimos Quadrados Ordinários. Todos os modelos são de diferença nas diferenças e possuem controle para efeitos fixos por município e no tempo. Os erros padrões mostrados entre parênteses são agrupados por municípios. Nos testes F os valores mostrados entre parênteses são p-valores. *** p<0.01. ** p<0.05, * p<0.1.

⁷ No apêndice na figura A.2 são mostrados os coeficientes estimados para a tendência dos dois grupos. É possível observar que estes possuem uma trajetória comum, o que aumenta a confiança de que a hipótese de tendências paralelas (tendência comum) não é violada em nenhum dos modelos apresentados neste estudo.

O próximo procedimento é o uso de um período distinto para o tratamento como forma de avaliar se já não havia diferenças entre os grupos nos períodos anteriores ao tratamento avaliado, tal como sugerem Bertrand et al. (2002). Para tanto, se escolheu o período do segundo decreto, o decreto estadual nº 55.154 de 1º de abril de 2020, o qual estabeleceu o fechamento do comércio não essencial em todo o estado do Rio Grande do Sul.

Os resultados mostram que este decreto não trouxe impactos diferentes entre os grupos de controle e de tratados utilizados neste estudo. Isto era esperado, pois neste período todos os municípios estavam sob intenso isolamento social e muitos deles possuíam decretos próprios estabelecendo restrições à mobilidade de pessoas e às atividades econômicas. Ou seja, se tinha uma situação em que todos eram tratados com um isolamento social intenso. Somente com o advento do decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril de 2020 é que se passou a observar municípios utilizando estratégias distintas com relação ao isolamento social.

Tabela 5. Testes de falseamento com a utilização de placebos

	Variável dependente			
	Vendas de passagens intermunicipais		Fretes	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratamento	-0.0001 (0.1930)		-0.0112 (0.0099)	
Tratamento _t		-0.0008 (0.00007)		0.0089 (0.01093)
Tratamento _{t+1}		-0.00014 (0.00015)		-0.0315 (0.0211)
Teste F	0.69 (0.6809)	0.65 (0.7316)	6.00 (0.0000)	5.61 (0.0000)
R ² intra	0.0149	0.0151	0.0636	0.0657
R ² entre	0.0035	0.0035	0.1019	0.1016
R ² total	0.0017	0.0017	0.0237	0.0233

Notas: Entradas são os efeitos médios do tratamento sobre os municípios tratados estimados por Mínimos Quadrados Ordinários. Todos os modelos são de diferença nas diferenças e possuem controle para efeitos fixos por município e no tempo. Os erros padrões mostrados entre parênteses são agrupados por municípios. Nos testes F os valores mostrados entre parênteses são p-valores. *** p<0.01. ** p<0.05, * p<0.1.

O último procedimento de avaliação de robustez é o uso de duas séries placebo, representadas pelos valores em vendas com o uso das notas de Bilhetes de Passagem Eletrônicos (BP-e) e os Conhecimentos de Transporte Eletrônicos (CT-e). O transporte de passageiros coletivo intermunicipal, que é o emissor de notas BP-e, sofreu restrições no primeiro decreto estadual, nº 55.128 de 19 de março de 2020, tais como a limitação de operar somente com metade de sua capacidade normal, que perduraram até o fim do período avaliado neste estudo. Por sua vez, o transporte de cargas, que é o emissor de notas CT-e, não recebeu qualquer restrição em nenhum dos decretos estaduais e, ao que se sabe, em nenhum decreto municipal, pois havia um temor de desabastecimento de produtos essenciais caso isto fosse feito. Portanto, existem razões para esperar que estes setores não tenham sofrido influências do tratamento (intensificação do isolamento social) e sirvam para realizar um teste de falseamento dos efeitos do tratamento. Os resultados indicam que não é possível rejeitar a hipótese nula de que o efeito do tratamento (intensificação do isolamento social) nos municípios tratados seja nulo nestas duas variáveis.

4 Conclusão

Este estudo tinha como objetivo avaliar os impactos da intensificação do isolamento social em variáveis relacionadas à economia e à saúde a partir de um delineamento de pesquisa que permitisse

fazer uma inferência causal. Para este fim, utilizou o experimento natural gerado pelo decreto estadual nº 55.184 de 15 de abril de 2020, que concedeu poder discricionário aos municípios para adotar ou abolir medidas restritivas ao funcionamento de atividades econômicas, em especial, relativas ao comércio de bens e serviços com atendimento ao público para identificar os efeitos deste tratamento. Se assume que existe uma relação entre a adoção destas medidas e a mobilidade de pessoas (mensurados pelo índice de isolamento social) e se avalia se estas medidas possuem uma relação causal com as variáveis de saúde (novos casos e novos óbitos), via aumento da população suscetível a contaminação pelo vírus e, com a variável econômica (vendas), via choques de oferta e demanda. Ao que se sabe é o primeiro estudo que avalia, ainda que parcialmente, os custos e benefícios do isolamento social no Brasil com este tipo de delineamento de pesquisa.

Os resultados obtidos neste estudo, considerados em conjunto, permitem concluir que a manutenção e intensificação de medidas restritivas ao comércio de bens e serviços com atendimento ao público gera perdas certas na economia e benefícios, no mínimo, duvidosos em relação à saúde, ou seja, estes mostram que os benefícios são difíceis de serem identificados, e quando o são, ocorrem em combinações que são muito difíceis de serem atingidas na prática, uma vez que é necessário coordenar as decisões de milhares de moradores e empresas do município por algumas semanas. Assim, mesmo sem considerar outros tipos de custos que a intensificação do isolamento social implica, este estudo mostra que o valor pago pelas vidas salvas foi muito superior ao valor estatístico da vida estimado para os brasileiros, assim como os valores pagos para se evitar novos casos e, conseqüentemente, se evitar potenciais novas internações, foi muito superior aos custos pagos por estas internações pelos planos de saúde do Brasil. Entretanto, não se pode ignorar que a avaliação de custo-benefício por parte de governantes ou da população em geral, que envolve vidas na parte dos custos, pode atribuir um valor a vida que é diferente do que os próprios trabalhadores atribuem a sua própria vida quando optam por empregos que envolvem risco, pois pode ser que estes apresentem uma disposição a pagar maior do que o VSL para reduzir os riscos de perder a vida pela doença causada pelo vírus. Da mesma forma que a avaliação de custo-benefício que envolve internações depende necessariamente da disponibilidade de leitos e dos custos para que novos leitos sejam criados.

Entretanto, cabe ressaltar que os resultados obtidos neste estudo mostram que a intensificação do isolamento social pode levar para um equilíbrio sem ganhos em termos de vidas, mas com o colapso na economia local. Esta é uma face ainda não explorada em modelos teóricos. Neste contexto em que foram observadas perdas econômicas significativas nas economias locais que optaram por intensificar o isolamento social através de medidas restritivas ao comércio de bens e serviços com atendimento ao público ou através da redução da mobilidade por parte dos seus moradores, uma questão importante é saber se estes choques de demanda e de oferta são temporários ou não, uma vez que, pode ser que estas perdas de curto prazo sejam revertidas no longo prazo, tal como sugerem os resultados obtidos por Correia et al. (2020) na pandemia da gripe espanhola ocorrida no século passado. Para que isto aconteça, estes choques devem ser temporários.

Todavia, ainda se sabe muito pouco a respeito da transitoriedade destes choques. Por exemplo, ainda não se sabe se a redução das vendas observadas nos resultados deste estudo são choques de demanda que representam decisões de consumo adiadas ou se estas decisões são permanentes. Baldwin e Mauro (2020), por exemplo, distinguem os choques de demanda causados pela impossibilidade de comprar e perda do emprego e/ou renda e os choques causados por razões psicológicas, tais como a atitude de “esperar para ver” adotada pelos consumidores diante de forte incerteza. Ao mesmo tempo, não se sabe se as empresas do setor de serviços, localizadas nos municípios que optaram pela intensificação do isolamento social, conseguirão se manter no longo prazo diante de uma demanda reprimida ou com uma receita igual a zero gerada por medidas restritivas que impedem o seu funcionamento. Este são pontos fundamentais para se saber se, no longo prazo, estas economias locais irão conseguir recuperar, ainda que parcialmente, as perdas econômicas identificadas neste estudo.

Por fim, cabe salientar que este estudo tem uma série de limitações. O delineamento proposto não permite, por exemplo, avaliar as medidas restritivas de forma isolada ou de acordo com a sua intensidade. Portanto, não permite fazer inferência a respeito da adoção binária do isolamento social como estratégia de contenção a propagação do vírus SARS-COV-2, uma vez que todos os municípios incluídos neste estudo estavam sob efeitos de vários tipos de medidas restritivas, tais como a limitação da capacidade de atendimento de supermercados, farmácias, caixas eletrônicas e restaurantes, a proibição de eventos e reuniões de qualquer natureza, de caráter público ou privado, incluídas excursões, cursos presenciais, missas e cultos religiosos com mais de 30 pessoas e com aulas presenciais suspensas em escolas e universidades.

Uma ameaça real a validade deste resultado é presença de externalidades (não observáveis) causadas pela mobilidade de pessoas que se deslocaram entre os municípios pertencentes aos grupos de controle e de tratamento. No entanto, isto somente é uma fonte de viés se houve uma mudança de comportamento dos moradores, pois, caso contrário, esta mobilidade é capturada pelos efeitos fixos. Além disso, Goodman-Bacon e Marcus (2020) mostram que no contexto de doenças infecciosas, as repercussões das viagens tipicamente levam o viés causado em estimações do tipo diferença em diferenças para zero porque a externalidade em uma direção tende a anular a externalidade na direção oposta.

Todavia, não se pode descartar totalmente que o fechamento do comércio em um município leve os seus moradores a comprarem em outros municípios vizinhos que flexibilizaram as medidas restritivas. Isto potencialmente geraria um viés positivo nas vendas (aumentando as diferenças entre os grupos) e um viés negativo novos casos e novos óbitos (reduzindo a diferença entre os grupos), uma vez que, em teoria, estes moradores que se deslocaram estariam aumentando a sua susceptibilidade ao ter contato com outras pessoas em locais com potencial de contaminação. Entretanto, existem razões para acreditar que este viés, caso exista, seja pequeno. Isto porque os resultados mostrados na avaliação da robustez mostraram que não houve alterações nas vendas de passagens intermunicipais, logo, este aumento na mobilidade de pessoas de pessoas teria que ter ocorrido por carro. Além disso, vale lembrar que o tratamento avaliado neste estudo é a intensificação do isolamento social, logo, é pouco plausível assumir que houve um aumento na mobilidade de moradores entre municípios ao mesmo tempo que uma maior proporção dos moradores dos municípios tratados ficaram em suas casas.

Uma outra limitação é que os custos econômicos avaliados neste estudo envolvem somente as perdas no setor formal da economia que utiliza algum sistema eletrônico para o pagamento de impostos. Logo, o modelo não permite estimar as perdas, por exemplo, nos setores informais da economia gaúcha, que possivelmente sejam ainda mais afetados pelas medidas. Além disso, não permite avaliar outros custos econômicos que a intensificação do isolamento social impõe, tais como perdas de emprego e rendimento por parte de trabalhadores, e custos na área de saúde, como por exemplo problemas de saúde física e mental causadas pelo isolamento social, que ainda não possuem o devido registro nas estatísticas.

Ademais, se trata de um estado que possuía poucos casos e óbitos registrados quando comparado com os demais estados brasileiros no período estudado. O estado do Rio Grande do Sul ocupava a décima oitava posição entre vinte e sete estados. Além disso, a amostra pode não ser representativa para que se faça inferências com relação ao próprio estado. Isto porque não existem informações a respeito do índice de isolamento de todos os municípios do estado e, também porque, os municípios com mais de 200 mil habitantes tiveram que ser excluídos da amostra para que houvesse tendências comuns entre os grupos de controle e tratamento. Como se sabe, modelos de diferença nas diferenças possuem uma validade interna bastante forte, porém a sua validade externa é bastante limitada. Isto significa que, embora o efeito causal esteja bem identificado, tal como sugere a série de avaliações de robustez realizadas neste estudo, a validade destes resultados para outros locais não pode ser garantida. Neste contexto, seria importante a realização de estudos semelhantes para outros estados brasileiros, em especial nos estados com um número maior de casos e de perdas, em termos de vidas, causadas pela Covid-19.

Referências

- ALVAREZ, F. E.; ARGENTE, D.; LIPPI, F. A Simple Planning Problem for COVID-19 Lockdown. Working Paper, National Bureau of Economic Research, 2020.
- ANDERSON, R. M.; HEESTERBEEK, H.; KLINKENBERG, D.; HOLLINGSWORTH, T. D. How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? **The Lancet**, v. 395, n. 10228, p. 931–934, 2020. Elsevier.
- ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J.-S. *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist’s Companion*. Princeton University Press, 2008.
- BALDWIN, R.; DI MAURO, B. *Economics in the Time of COVID-19*. CEPR Press VoxEU.org eBook, 2020.
- BERTRAND, M.; DUFLO, E.; MULLAINATHAN, S. How Much Should We Trust Differences-in-Differences Estimates? SSRN Scholarly Paper, Rochester, NY: Social Science Research Network, 2002.
- BORN, B; DIETRICH, A.; MULLER, G. Do lockdowns work? A counterfactual for Sweden. London, Centre for Economic Policy Research, 2020. https://cepr.org/active/publications/discussion_papers/dp.php?dpno=14744
- CORREIA, S.; LUCK, S.; VERNER, E. **Pandemics Depress the Economy, Public Health Interventions Do Not: Evidence from the 1918 Flu**. SSRN Scholarly Paper, Rochester, NY: Social Science Research Network, 2020.
- COTA, W. Monitoring the number of COVID-19 cases and deaths in Brazil at municipal and federative units level, SciELOPreprints:362, 2020. 10.1590/scielopreprints.362
- DAVE, D. M.; FRIEDSON, A. I.; MATSUZAWA, K.; SABIA, J. J. When Do Shelter-in-Place Orders Fight COVID-19 Best? Policy Heterogeneity Across States and Adoption Time. Working Paper, National Bureau of Economic Research, 2020.
- DI PORTO, E.; NATICCHIONI, P.; VINCENZO SCUTINIO, V. Partial Lockdown and the Spread of COVID-19: Lessons from the Italian Case | IZA - Institute of Labor Economics. Disponível em: <<https://www.iza.org/publications/dp/13375/partial-lockdown-and-the-spread-of-covid-19-lessons-from-the-italian-case>>. Acesso em: 2/7/2020.
- EICHENBAUM, M. S.; REBELO, S.; TRABANDT, M. *The Macroeconomics of Epidemics*. Working Paper, National Bureau of Economic Research, 2020.
- FANG, H.; WANG, L.; YANG, Y. **Human Mobility Restrictions and the Spread of the Novel Coronavirus (2019-nCoV) in China**. Working Paper, National Bureau of Economic Research, 2020.
- FARBOODI, M.; JAROSCH, G.; SHIMER, R. Internal and External Effects of Social Distancing in a Pandemic. SSRN Scholarly Paper, Rochester, NY: Social Science Research Network, 2020.
- FONG, M. W.; GAO, H.; WONG, J. Y.; et al. Nonpharmaceutical Measures for Pandemic Influenza in Nonhealthcare Settings—Social Distancing Measures - Volume 26, Number 5—May 2020 - Emerging Infectious Diseases journal - CDC. Disponível em: <https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/5/19-0995_article>. Acesso em: 1/5/2020.
- FRIEDSON, A.; MCNICHOLS, D.; SABIA, J.; DAVE, D. Did California’s Shelter-in-Place Order Work? Early Coronavirus-Related Public Health Effects. SSRN Scholarly Paper, Rochester, NY: Social Science Research Network, 2020.
- GOLDBERGER, A. S. *A Course in Econometrics*. Harvard University Press, Cambridge MA, 1991.
- GUERRIERI, V.; LORENZONI, G.; STRAUB, L.; WERNING, I. *Macroeconomic Implications of COVID-19: Can Negative Supply Shocks Cause Demand Shortages?* Working Paper, National Bureau of Economic Research, 2020.

- GOODMAN-BACON, A.; MARCUS, J. Using Difference-in-Differences to Identify Causal Effects of COVID-19 Policies. SSRN Scholarly Paper, Rochester, NY: Social Science Research Network, 2020.
- GUPTA, S.; NGUYEN, T. D.; ROJAS, F. L.; et al. Tracking Public and Private Responses to the COVID-19 Epidemic: Evidence from State and Local Government Actions. Working Paper, National Bureau of Economic Research, 2020.
- LAUER, S. A.; GRANTZ, K. H.; BI, Q.; et al. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. **Annals of Internal Medicine**, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.7326/M20-0504>>. Acesso em: 5/2/2020.
- LECHNER, M. The Estimation of Causal Effects by Difference-in-Difference Methods. *Foundations and Trends(R) in Econometrics*, v. 4, n. 3, p. 165–224, 2011.
- OLIVEIRA, C.. Does “Staying at Home” Save Lives? An Estimation of the Impacts of Social Isolation in the Registered Cases and Deaths by COVID-19 in Brazil. SSRN Scholarly Paper, Rochester, NY: Social Science Research Network, 2020a.
- OLIVEIRA, C.. A Preliminary Estimation of the Economic Costs of Lockdown in Rio Grande do Sul. *Revista do Serviço Público*, v. 1, p. 1–17, 2020b.
- PEREIRA, R. M.; ALMEIDA, A. N. DE; OLIVEIRA, C. O valor estatístico de uma vida. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 50, n. 2, p. 227–259, 2020.
- TITIUNIK, R. Natural Experiments. arXiv:2002.00202 [econ, stat], 2020. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/2002.00202>>. Acesso em: 2/7/2020.

Apêndice

Tabela A.1. Estatística descritiva das variáveis utilizadas

Variáveis		Grupos	
		Controle	Tratado
Vendas (milhão de R\$ por dia)	Média	5,2496	2,5904
	Desvio-padrão	7,2459	2,7840
	N	708	402
Bilhetes de passagem eletrônicos (milhão de R\$ por dia)	Média	0,0004	0,0001
	Desvio-padrão	0,0032	0,0010
	N	708	402
Conhecimentos de transporte eletrônicos (milhão de R\$ por dia)	Média	0,1772	0,1150
	Desvio-padrão	0,3745	0,2036
	N	708	402
Casos de Covid-19 (Por semana)	Média	1,3411	1,3601
	Desvio-padrão	5,3356	6,6896
	N	944	536
Mortes por Covid-19 (Por semana)	Média	0,0413	0,0466
	Desvio-padrão	0,2551	0,3664
	N	944	536
Taxa de isolamento social (Média diária da semana)	Média	0,4558	0,4370
	Desvio-padrão	0,0619	0,0579
	N	944	536
Quantidade de municípios		118	67

Figura A.1. Municípios não incluídos na amostra e municípios incluídos na amostra de acordo com seus respectivos grupos

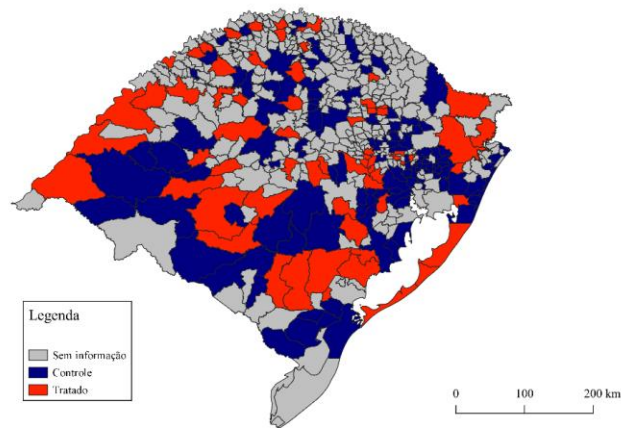
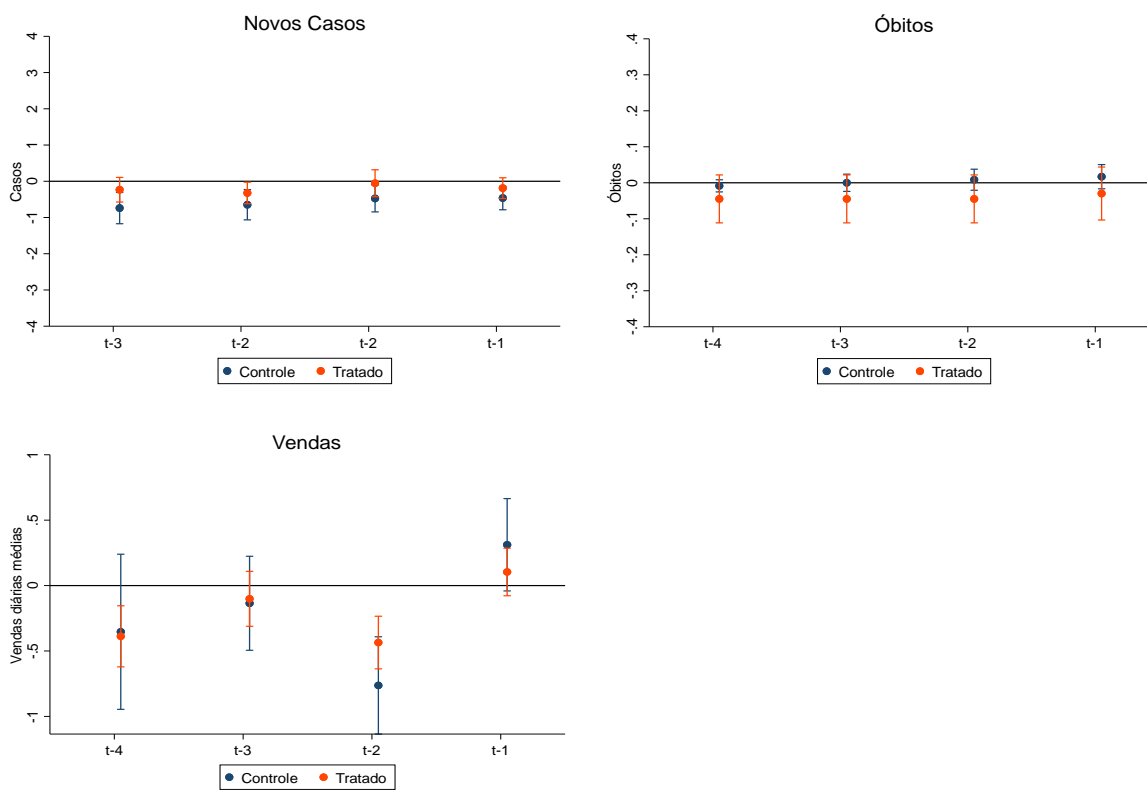


Figura A.2. Avaliação de tendências comuns



Notas: Entradas são os coeficientes estimados para a tendência dos municípios pertencentes ao grupo de controle e de tratados antes do tratamento estimados por Mínimos Quadrados Ordinários. Todos os modelos possuem controle para efeitos fixos por município. Os intervalos de confiança são construídos a partir de erros padrões agrupados por municípios.