

Indo além das boas intenções: Uma avaliação dos efeitos de medidas restritivas mais duras na propagação da Covid-19

CRISTIANO AGUIAR DE OLIVEIRA*

Sumário

1. Introdução	289
2. Estratégia de Identificação	292
3. Resultados	300
4. Conclusão	306
Apêndice.	310

Palavras-chave

Covid-19, medidas restritivas, controle sintético, Rio Grande-RS

JEL Codes


H75, I18

Resumo • Abstract

Ao longo da pandemia de Covid-19 o município de Rio Grande-RS se destacou por adotar medidas restritivas mais rígidas do que as sugeridas pelo governo do estado para a sua região. Este comportamento foi fortemente reforçado quando, diante do crescimento no número de casos de Covid-19 registrados no município, o decreto municipal nº 17.236/2020 em 05 de julho de 2020 impôs um regime próprio com severas restrições ao funcionamento de atividades econômicas e a circulação de pessoas no município. Este artigo explora o experimento natural gerado por este decreto para avaliar os benefícios de se adotar medidas mais rígidas (duras) do que anteriormente e do que os demais municípios do estado. Para este fim, realiza um exercício contrafactual a partir de um controle sintético. Os resultados mostram que as medidas previstas no regime próprio foram incapazes de alterar a trajetória de novos casos de Covid-19 no município, logo, não trouxeram qualquer benefício a despeito dos custos econômicos gerados por elas.

1. Introdução

Desde a chegada do vírus SARS-CoV-2 ao Brasil, muitas medidas restritivas às atividades econômicas e a circulação de pessoas foram impostas sem que houvesse, previamente, um conhecimento razoável da sua capacidade de conter a propagação do vírus e, consequentemente, dos custos e benefícios destas medidas. Mesmo assim, parecia haver um consenso entre as autoridades internacionais de saúde e os

*Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada (PPGE/FURG). Avenida Itália, km 8, Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil.  0000-0003-4933-6616

✉ cristiano.oliveira@furg.br

governantes de que intervenções não farmacêuticas eram a única forma de conter a propagação do vírus em um contexto em que não existe uma vacina e/ou uma cura para a doença causada pelo vírus com eficácia comprovada. Todavia, com o passar do tempo, muitas destas medidas passaram a ser questionadas tanto por suas inconsistências lógicas, quanto pela falta de evidências empíricas robustas de sua eficácia (Fong et al., 2020).

Porém, avaliar a eficácia destas medidas está longe de ser uma tarefa fácil. Isto porque a realização de estudos com alto padrão de confiabilidade, tais como experimentos aleatórios, passa por questões éticas difíceis de serem superadas e porque estudos observacionais com delineamento causal precisam de eventos que gerem experimentos naturais ou quase-experimentos, que permitam obter cenários contrafactuais capazes de identificar de forma robustas os efeitos destas medidas caso existam. Estes problemas ficam evidentes quando se observa que medidas restritivas costumam ser aplicadas a toda uma região, por exemplo, um estado, de forma que fica difícil construir um cenário contrafactual a partir da separação de grupos de municípios tratados e não tratados. No entanto, no estado do Rio Grande do Sul, o município de Rio Grande ganhou destaque por impor medidas restritivas mais rigorosas que o restante dos municípios do estado.

Apesar de ser um município portuário e, portanto, bastante propenso a disseminação do SARS-CoV-2, os meses de março, abril e maio apresentaram uma baixa disseminação do vírus e, conseqüentemente, da Covid-19 no município. Os casos observados neste período eram “importados” de outros locais, ou seja, não havia indícios de que havia contaminação comunitária no município. Isto levou aos proponentes das medidas rígidas adotadas ao longo de dois meses a partir de meados de março, a avaliar que estas medidas, tinham sido capazes de controlar a propagação do vírus no município. Esta interpretação dos fatos inclusive teve repercussão na imprensa nacional.¹

Contudo, esta realidade mudou ao longo do mês de junho com a chegada do inverno e a efetiva chegada do vírus ao estado do Rio Grande do Sul, que passou a registrar um crescimento exponencial no número de casos de Covid-19. Os casos no estado triplicaram ao longo do mês de junho. O mesmo comportamento pôde ser observado no município de Rio Grande. Para se ter uma ideia, em 03 de junho havia o registro de apenas 19 casos confirmados da doença e de 1 óbito. Todavia, no início do mês seguinte, no dia 05 de julho, município registrava mais 200 novos casos e mais 5 óbitos pela doença. Isto motivou as autoridades municipais no dia 05 de julho a alterarem radicalmente as regras que vigoravam até então através do decreto municipal nº 17.236/2020,² que estabeleceu um regime próprio de bandeiras no

¹<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2020/05/16/com-mais-de-200-mil-habitantes-rio-grande-tem-9-casos-e-uma-morte-confirmada-de-coronavirus.ghtml>

²Para maiores detalhes ver http://www.riogrande.rs.gov.br/transparencia-corona/pmrg_atos/decreto-no-17236/

município, mais rígido do que o estabelecido pelo governo estadual, ao mesmo tempo que estabeleceu, na sua primeira semana em vigor, um regime de bandeira preta.³

O regime próprio estabelecido no decreto,⁴ em suma, estabelecia a inclusão de novos indicadores de propagação e de capacidade de atendimento do município em substituição de outros indicadores já existentes no modelo de distanciamento controlado estabelecido pelo governo do estado e estabeleceu regras mais rígidas para o funcionamento de atividades econômicas. Por sua vez, o regime de bandeira preta, adotado na primeira semana em que o decreto esteve em vigor implicou no fechamento de várias áreas de lazer (parques, praças e praia) e todo o tipo de comércio e serviço com atendimento ao público, com a exceção do que fosse considerado essencial. Na semana posterior a sua promulgação, o regime foi alterado para bandeira vermelha. Na prática esta mudança significou que algumas atividades foram autorizadas a funcionar, mas com severas restrições de mão-de-obra e capacidade de atendimento. Ademais, conforme pode ser visto na [Tabela 6](#), sob a bandeira vermelha que seguia as diretrizes do regime próprio do município, muitas atividades seguiram sem autorização da prefeitura para funcionar pelo menos até o dia 03 de agosto de 2020.

Portanto, ao instituir um regime próprio, independentemente do regime imposto por seu sistema próprio de bandeiras, ao longo do mês de julho de 2020, as medidas restritivas às atividades econômicas e a circulação de pessoas no município de Rio Grande foram muito mais rígidas (duras) do que as medidas que eram aplicadas anteriormente e do que as medidas previstas para vigorar na sua região pelo governo do estado.⁵ Como será visto mais adiante, isto implicou, por exemplo, em um índice de isolamento social muito superior à média estadual no mesmo período.

Esta mudança de regras ao longo do tempo combinada com um regime de regras distinto em relação aos demais municípios do estado criou um experimento natural que permite este estudo avaliar se impor medidas mais duras são capazes de conter a propagação da Covid-19. Para este fim, utiliza-se a metodologia de

³Este evento teve ampla divulgação na imprensa estadual. Isto pode ser visto, por exemplo, em <https://www.correiodopovo.com.br/notbandeira-preta-1.445911>

⁴Apesar das semelhanças com o modelo de distanciamento controlado imposto pelo governo estadual através de um sistema de cores de bandeiras que sinalizam o nível de restrições que vai de amarela (menos restrito) a preta (mais restrito), o município estabeleceu protocolos próprios que são mais rígidos em cada nível. Maiores detalhes do regime próprio e o regime do estado do Rio Grande do Sul podem ser vistos na [Tabela 6](#) do [Apêndice](#) ou diretamente no site da prefeitura e do governo do estado, respectivamente: <http://www.riogrande.rs.gov.br/monitoramento-arquivos> e https://distanciamentocontrolado.rs.gov.br/wp/wp-content/uploads/2020/08/Todos_os_setores-2.pdf

⁵Conforme pode ser observado na [Tabela 5](#) do [Apêndice](#), o regime proposto pelo governo do estado para o município alternou entre bandeira vermelha e laranja no período posterior ao decreto. Na mesma tabela é possível observar que o governo do estado não estabeleceu a bandeira preta para nenhuma região do estado em nenhuma oportunidade.

controle sintético proposta por Abadie e Gardeazabal (2003) e Abadie, Diamond, e Hainmueller (2010) para criar um cenário contrafactual que permite avaliar através de um delineamento causal a eficácia destas medidas na propagação da Covid-19 no município.

O artigo contribui para a literatura em várias frentes. Inicialmente, ao que se sabe, é o primeiro estudo realizado no Brasil a avaliar este tipo de medida a partir de um modelo de controle sintético. Ademais, avalia uma intervenção realizada próximo ao pico do surto da doença, ou seja, enquanto o vírus está presente. O estudo ainda apresenta um diferencial em relação aos estudos anteriores que buscaram avaliar a eficácia destas medidas com o mesmo método, tais como Friedson, McNichols, Sabia, e Dave (2020) e Born, Dietrich, e Muller (2020), uma vez que, este estudo traz uma evidência baseada em dados municipais e utiliza um período pré-tratamento longo. O uso de dados municipais contribui para minimizar um potencial problema de viés de agregação, também conhecido como falácia ecológica, algo que pode ocorrer quando se tenta inferir a respeito de relações que ocorrem em unidades menores, tais como municípios, a partir de modelos com unidades agregadas, por exemplo, por estados ou países (Clark & Avery, 1976). Por sua vez, o uso de um período de pré-tratamento longo, superior a 30 dias, dá maior credibilidade a aplicação do método. Um outro diferencial menos relevante deste estudo é que este utiliza como variável resultado o número de novos casos de Covid-19, o que facilita a interpretação dos resultados.

O artigo está organizado da seguinte maneira. A próxima seção descreve detalhadamente a base de dados utilizada e os métodos utilizados para identificar os efeitos das medidas restritivas impostas pelo decreto municipal na propagação da doença no município. A terceira seção traz os principais resultados e a avaliação de sua robustez. Ao final do artigo, são apresentadas as conclusões do estudo e algumas reflexões a respeito do tema.

2. Estratégia de Identificação

Os dados utilizados neste estudo⁶ provêm de duas fontes. Os registros de novos casos de Covid-19, de outros tipos de Síndrome Respiratória Aguda (SRAG) e de testes de *Polymerase Chain Reaction* (PCR) para Covid-19 foram extraídos do relatório de Notificações de Síndrome Gripal do site do Ministério da Saúde,⁷ que traz uma base de dados com informações individuais para o país e para os estados que são atualizadas diariamente.

Neste estudo, os casos de Covid-19 se referem aos casos em que os pacientes apresentaram testes (de qualquer tipo) positivos para Covid-19. Assim, os outros

⁶No Apêndice, na Tabela 3, são apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas.

⁷Os dados podem ser obtidos no site <https://opendatasus.saude.gov.br/dataset/casos-nacionais>

casos de SRAG são os casos em que o paciente buscou atendimento por SRAG, mas, teve seu teste (de qualquer tipo) negativo para Covid-19. A sua capacidade em prever os casos de Covid-19 está no fato conhecido pela literatura epidemiológica de que as doenças respiratórias causadas por diferentes tipos de vírus possuem ciclos próximos (Jackson et al., 2020). Por sua vez, o número de testes do tipo PCR contribui para a previsão porque este é o teste realizado pelas pessoas que buscam saber se precisam de um tratamento, uma vez que, este é capaz de detectar o vírus poucos dias após a infecção. Assim, se espera que quanto maior for o número de pessoas que suspeitam portar a doença, provavelmente maior será o número de pessoas positivadas para o vírus nos testes. Além disso, este teste é considerado o mais confiável na detecção do SARS-CoV-2 (Manski & Molinari, 2020).

A outra variável utilizada neste estudo, o índice de isolamento social, foi obtida junto a empresa “In Loco”. O 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 Rio Grande do Sul o índice possui a abrangência de 270 municípios. A sua capacidade de prever os casos de Covid-19, como se sabe, reside na ideia de que a circulação de pessoas é capaz de alterar as taxas de contaminação pelo vírus e, consequentemente, o número de casos de Covid-19.

No que se refere a variável resultado utilizada neste estudo, o número de novos casos de Covid-19, são utilizados dados municipais diários contabilizados pela data em que o paciente identificou o início dos sintomas. Assim, se trabalha com uma estatística muito mais próxima da data de infecção pelo vírus do que a contabilização realizada pela data em que o paciente recebeu o resultado positivo para o teste. Lauer et al. (2020) estimam a partir de dados chineses que o período de incubação médio seria de 51 dias e que 97,5% dos pacientes chineses desenvolveram os sintomas em até 115 dias. Por sua vez, Anderson, Heesterbeek, Klinkenberg, e Hollingsworth (2020) mostram 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. Portanto, considerando estes estudos, é plausível assumir que se faz necessário um período de defasagem na avaliação de qualquer medida que vise reduzir a propagação do vírus, uma vez que, seus efeitos demoram, pelo menos, cerca de 5 dias para aparecer nas estatísticas disponíveis.

Um ponto relevante para estratégia de identificação utilizada neste estudo é a escolha de um período que seja capaz de satisfazer duas condições: (i) ter um período pré-tratamento longo capaz de dar maior credibilidade a estimação do efeito causal; (ii) ter um período pós-tratamento suficiente para que a política mostre seus

resultados, uma vez que pode haver uma defasagem na sua eficácia. Nesse sentido, neste estudo, a escolha do limite inferior foi determinada pelo momento em que número médio de novos casos de Covid-19 no município ultrapassou a marca de 10 casos diários. Isto facilita o ajuste do modelo de controle sintético, pois, não é fácil e nem é útil construir um sintético com valores próximos ou iguais a zero. Por sua vez, o limite superior do período estudado foi determinado pela flexibilização das medidas no início de agosto. Assim, neste estudo se limitou a análise até o dia 30 de julho de 2020. Portanto, o tratamento (decreto) é avaliado por 25 dias, que, considerando a literatura referida, seria um tempo mais do que suficiente para que as medidas restritivas impostas pelo decreto mostrassem algum efeito.

Destarte, para avaliar a eficácia das medidas restritivas que constavam no decreto municipal nº 17.236/2020, este estudo utiliza estas informações para construir um modelo de controle sintético desenvolvido inicialmente por [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#) e [Abadie et al. \(2010\)](#). Trata-se de um método relativamente novo e que, como destacam [Athey e Imbens \(2017\)](#), representam a principal inovação na literatura de avaliação de políticas públicas nos últimos 15 anos. A principal aplicação do controle sintético se dá em estudos de caso, ou seja, em situações em que há somente uma unidade (tratada) afetada pela política (tratamento) que se busca avaliar, tal como o apresentado no presente estudo.

Em suma, o método consiste em criar uma região de controle sintético que simula qual seria a trajetória de resultado de uma região se ela não passasse por uma determinada intervenção política. O controle sintético cria essa região contrafactual hipotética tomando a média ponderada dos resultados pré-intervenção de regiões doadoras selecionadas. Assim, as regiões doadoras que se combinam para formar o controle sintético são selecionadas a partir de um conjunto de candidatos potenciais. Covariadas preditoras que afetam o resultado no período pré-tratamento determinam a seleção de regiões doadoras e pesos. O sintético resultante corresponde ao resultado da região afetada antes entrada em vigor da política e é um controle para a região afetada após a aplicação da política. Após a aplicação da política, a diferença nos resultados entre a região afetada e sua contraparte de controle sintético revela a eficácia da política.

Mais formalmente, para se estimar o controle sintético se utiliza um painel de dados com observações para um conjunto $J + 1$ de regiões, que no caso do presente estudo são municípios, para um período de T períodos, que aqui são dias, onde J corresponde ao número de municípios não tratados considerados. Neste estudo, se assume que, entre estes municípios considerados, a política mais restritiva foi aplicada somente no município de Rio Grande no dia 05 de julho, denotado formalmente como T_0 , com $1 \leq T_0 < T$. Considerando que Y_{it}^I e Y_{it}^N , representam, respectivamente, o valor da variável de resultado da avaliação (novos casos de Covid-19) do município de Rio Grande, denotado formalmente por um índice i , com e sem intervenção, o interesse é obter estimativas para o efeito do tratamento

dado por

$$\tau_{it} = Y_{it}^I - Y_{it}^N = Y_{it} - Y_{it}^N, \quad \text{para } t > T_0, \quad (1)$$

onde $Y_{it}^I = Y_{it}$, uma vez que, este é observável. Desta maneira, se busca estimativas para os valores de Y_{it}^N a partir dos demais J municípios. Segundo [Abadie et al. \(2010\)](#) estes podem ser originados em um modelo fatorial do tipo

$$Y_{jt}^N = \delta_t + \theta_t Z_j + \gamma_t \mu_j + \varepsilon_{jt}, \quad (2)$$

onde j indexa os J municípios não tratados; δ_t é um fator desconhecido e comum aos municípios; Z_j é um vetor de variáveis observáveis não afetadas pelo tratamento e θ_t é seu associado vetor de parâmetros; μ_j é um vetor de efeito específico do município J , com γ_t seu associado vetor de parâmetros desconhecidos; e ε_{jt} representa choques transitórios não observados. Deste modo, o modelo de controle sintético busca uma matriz de pesos W ($J \times 1$), $(w_1, w_2, \dots, w_J)'$, onde $w_j \geq 0$ e $\sum_{j=1}^J w_j = 1$, de forma que existe um vetor w^* tal que

$$\sum_{j=1}^J w_j^* Y_{jt} = Y_{it}, \quad \text{para } 1 \leq t \leq T_0 \text{ e } \sum_{j=1}^J w_j^* Z_j = Z_i. \quad (3)$$

Ou seja, se busca um vetor que pondere as variáveis de resultado dos municípios que não foram afetados pelo tratamento no período pré-intervenção e as covariadas observáveis destes municípios de forma que se obtenha, respectivamente, o valor da variável de resultado do município de Rio Grande em cada período e as suas covariadas observáveis. Tal vetor representa uma estrutura de ponderação dos municípios não tratados e corresponde ao sintético de Rio Grande. Este vetor pode ser obtido através da minimização de uma medida de distância entre os valores das variáveis do município tratado, X_1 , e o mesmo conjunto de variáveis para os municípios não tratados no mesmo período ponderadas pela matriz de pesos, $X_0 W$ dada por

$$\sqrt{(X_1 - X_0 W)' V (X_1 - X_0 W)}, \quad (4)$$

onde V é uma matriz simétrica positiva semidefinida a ser estimada de forma que seja minimizado o Erro Quadrático Médio do Estimador (EQME). Este procedimento de estimação dá transparência a estimação do controle sintético, pois, os municípios doadores e os pesos atribuídos a eles são conhecidos, assim, é relativamente fácil avaliar a similaridade desses municípios com o município tratado e qualquer pessoa é capaz avaliar o quão bem o resultado do sintético corresponde ao resultado do município tratado antes da mudança na política.

No que tange a escolha dos municípios doadores, a base de dados disponível para este estudo contém 205 municípios com informações completas para o período estudado. Todavia, conforme [Abadie et al. \(2010\)](#) e [Abadie, Diamond, e Hainmueller \(2015\)](#), o critério de seleção deve considerar a capacidade dos doadores em construir

um sintético no período pré-tratamento que seja o mais próximo possível do observado para a variável de resultado. Isto é algo mensurável e pode ser medido, por exemplo, através da Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM). Considerando estes critérios, conforme pode ser visto na [Tabela 4](#) do [Apêndice](#), este estudo avaliou pelo menos cinco grupos de doadores de acordo com o seu número de casos acumulados de Covid-19 até o fim do período avaliado. Como as REQM no período pré-tratamento são praticamente idênticas, se optou pelo grupo mais parcimonioso⁸ que possui o menor REQM geral e apresentou o melhor ajuste visual. Este grupo possui 16 doadores potenciais. Embora a utilização deste critério possa potencialmente induzir a um efeito menor para o tratamento, pelo menos neste estudo, como será visto mais adiante, as suas conclusões não se alteram com o tamanho do grupo de doadores.

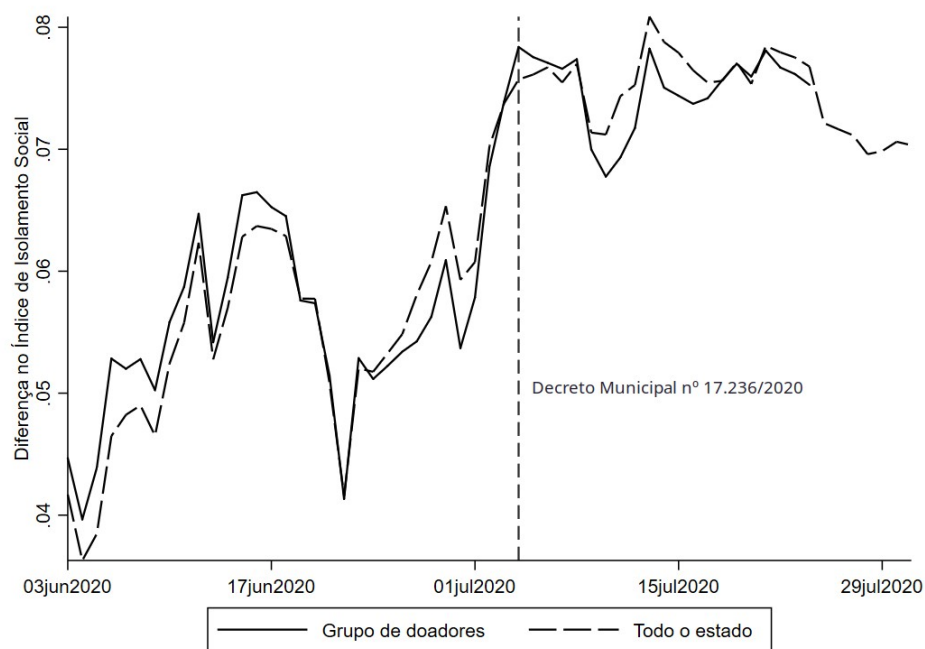
Porém, apesar de sua transparência e flexibilidade o método de controle sintético não é livre de pressupostos, que devem ser atendidos para que não se tenha estimativas viesadas.⁹ Para o método estimar com precisão o efeito da mudança de política nenhum município no grupo de municípios doadores em potencial pode ter uma mudança de política semelhante ou ser afetado por ela.¹⁰ Portanto, um ponto crucial para a estratégia de identificação deste estudo é que as medidas restritivas impostas pelo decreto municipal devem ser efetivamente distintas dos demais municípios doadores. Isto não é tão fácil de ser demonstrado porque praticamente todos os municípios do estado do Rio Grande do Sul possuíam medidas restritivas impostas pelo regime de distanciamento controlado do governo do estado e não se sabe com qual rigor estas medidas eram efetivamente aplicadas nos municípios.

Contudo, conforme foi descrito anteriormente, as medidas previstas no regime próprio adotado pelo município eram muito mais restritivas do que as adotadas pelos demais municípios do estado e do que eram antes aplicadas no município. Estes dois aspectos podem ser observados, por exemplo, através de seus reflexos no Índice de Isolamento Social medido pela empresa “In Loco”. A [Figura 1](#) mostra que a partir da entrada em vigor do decreto houve um aumento significativo na diferença do índice em relação à média do estado e do grupo de potenciais doadores que mais adiante será utilizado para estimar o sintético dos novos casos de Covid-19 no município.

⁸As vantagens em trabalhar com um grupo menor de doadores podem ser vistas em [Abadie \(2021\)](#).

⁹Para que o método funcione e se evite um possível viés de interpolação, as covariadas usadas para formar os pesos devem ter valores para os municípios do grupo de doadores que são semelhantes aos do município tratado. Ademais, os valores dessas covariadas para o município tratado não podem estar fora de qualquer combinação linear dos valores para o conjunto de doadores. Finalmente, essas covariadas e a variável resultado devem ter uma relação linear aproximada ([Abadie et al., 2010](#)).

¹⁰Por esta última razão, no presente estudo, os municípios de Pelotas, São José do Norte e Santa Vitória do Palmar foram excluídos do grupo de potenciais doadores, por serem contíguos ao município de Rio Grande.

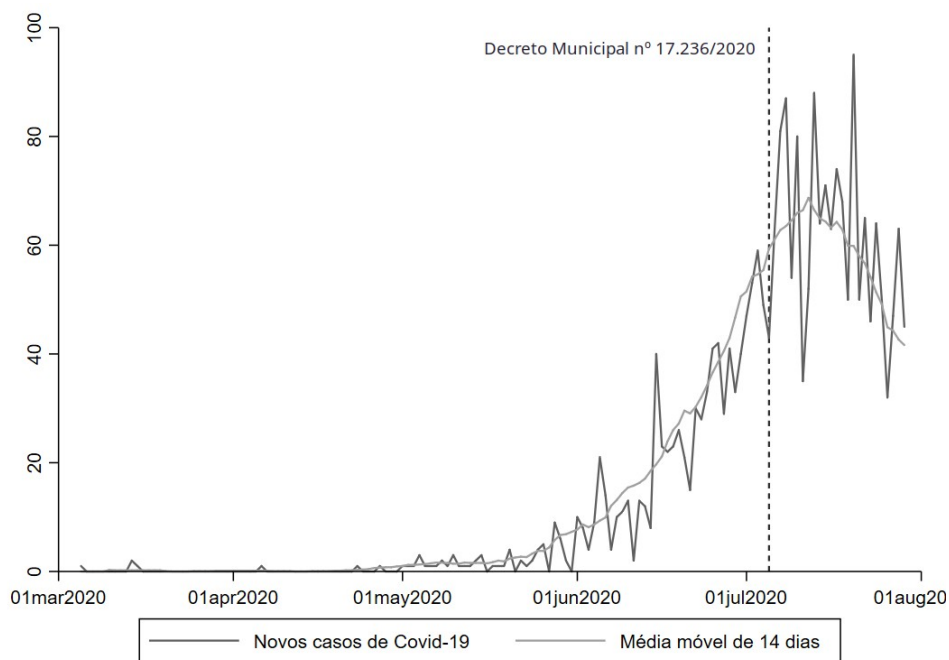


Fonte: Elaboração própria a partir de informações da empresa In Loco.

Figura 1. Diferença no Índice de Isolamento Social do município de Rio Grande-RS em comparação a média do grupo de doadores e a média de todos os demais municípios do estado do Rio Grande do Sul

Do ponto de vista prático, um dos problemas na aplicação do modelo de controle sintético é a dificuldade de ajustar o sintético em variáveis de resultado que possuem muitos ruídos (choques). Este é o caso da variável de interesse deste estudo. No entanto, para fins de avaliação dos efeitos do decreto municipal, o mais relevante é saber se houve alguma alteração na trajetória de novos casos de Covid-19 e esta trajetória pode ser obtida com muito menos ruídos através de médias móveis. Por estas razões, este estudo utiliza médias móveis de 14 dias anteriores tanto na variável e resultado quanto nas covariadas.

Conforme pode ser observado na [Figura 2](#), a média móvel traz uma representação fidedigna da trajetória da variável de resultado ao longo do tempo. É possível observar também que o número de casos de Covid-19 no município eram muito próximos de zero até o fim do mês de maio, tal como havia sido descrito na introdução deste artigo, mas, a partir do mês de junho surgiu o formato tradicional de “sino” de curvas epidemiológicas de surtos virais com um pico alcançado alguns dias após entrada em vigor do decreto municipal 17.236/2020 indicado pela linha vertical tracejada na figura.



Fonte: Elaboração própria a partir de informações do Ministério da Saúde.

Figura 2. Evolução de novos casos de Covid-19 no município de Rio Grande-RS ao longo da pandemia (por dia e média móvel de 14 dias anteriores)

Logo, não há como negar que houve uma queda no número de casos de Covid-19 após a entrada em vigor do decreto municipal, todavia, isto não é uma evidência robusta de que a medida foi eficaz na contenção da propagação da doença no município. Isto porque esta análise, além de ignorar uma série de covariadas que podem explicar o número de casos de Covid-19 no município, simplesmente compara o antes e o depois, logo, assume uma estabilidade na tendência da variável de resultado que doenças causadas por surtos virais não costumam apresentar. A avaliação robusta da eficácia da política exige um exercício contrafactual, tal como o que será desenvolvido neste estudo.

Por fim, a estratégia de identificação de qualquer modelo de controle sintético depende da escolha de doadores e das covariadas que serão incluídas no modelo. Embora todo modelo de controle sintético dependa fundamentalmente da sua capacidade de ajustamento entre a variável de resultado e sua contrapartida sintética antes do tratamento e, isto, diminui a margem de escolha, [Ferman, Pinto, e Possebom \(2020\)](#) alertam para a possibilidade de se fazer escolhas arbitrárias que resultam na seleção de um modelo capaz de gerar algum resultado de interesse do pesquisador

(*cherry picking*). Assim, os autores recomendam que sejam apresentadas de forma transparente os resultados obtidos com o maior número de especificações possíveis.

Seguindo estes princípios, este estudo faz uma análise de robustez de seus resultados que inclui o uso de diferentes grupos de potenciais doadores, diferentes combinações de covariadas e uma análise de sensibilidade proposta por [Abadie et al. \(2015\)](#) conhecida como “*leave one out*”. Esta consiste em deixar de fora um município doador selecionado a cada vez para avaliar se um deles está de forma predominante, guiando os resultados, uma vez que, os resultados seriam menos críveis se o número de casos de Covid-19 do sintético aumentasse, por exemplo, devido a um choque ocorrido em um município doador que possui uma peso alto na construção do sintético.

Como os pesos estimados na construção da unidade sintética não convergir para pesos que garantem o ajustamento perfeito quando o período pré-intervenção vai para infinito, exceto quando a variância do erro idiossincrático vá para zero. Essa inconsistência dos pesos usados na construção da unidade sintética afeta o tamanho dos testes de hipóteses comumente usados na literatura. Assim, o controle sintético não permite que se faça inferência estatística através dos tradicionais testes de hipótese a não ser que o tratamento seja puramente aleatório, algo que raramente ocorre na prática e que não se adequa ao presente estudo. A obtenção de sintéticos que permitam inferência estatística ainda é uma literatura em evolução neste momento. No entanto, é possível seguir os procedimentos propostos por [Abadie et al. \(2010\)](#) para avaliar a significância dos efeitos de tratamento. Os autores sugerem dois procedimentos.

O primeiro é a utilização de permutações. Neste procedimento, o controle sintético é executado separadamente em cada município no grupo de doadores como se fosse um município tratado, usando os membros restantes do grupo como controle. O município de placebo resultante é comparado com sua correspondência sintética e o teste é repetido no próximo município incluso no grupo de doadores. Como nenhum dos municípios do grupo de doadores recebe o tratamento, a variação entre o município de placebo e sua correspondência sintética ocorre aleatoriamente. Ao comparar a diferença entre o município tratado e seu controle sintético com as diferenças entre os municípios de placebo e seus controles, é possível avaliar a probabilidade de que o efeito do tratamento observado no município tratado seja por acaso.

O segundo procedimento é utilizar as execuções de placebo para comparar a diferença na Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) do controle sintético antes e depois do tratamento para o município tratado e cada município de placebo. Se o tratamento for eficaz, após a intervenção, o caminho observado da variável de resultado do município tratado irá divergir do seu sintético, ou seja, se os caminhos de resultado do sintético e do município tratado forem semelhantes no período pós-tratamento, o tratamento não parece ter afetado o resultado. Se os caminhos

divergem, no entanto, o tratamento provavelmente causou a diferença. Neste último caso, a REQM do sintético do município tratado após o tratamento será grande em relação ao seu valor antes do tratamento. Os municípios de placebo, por outro lado, não devem ver um aumento substancial em sua REQM após o tratamento para que este seja considerado significativo.

3. Resultados

Antes de apresentar os principais resultados deste estudo cabe mostrar um pouco do caminho percorrido para chegar até eles. A escolha de covariadas é um passo importante no desenvolvimento de modelos de controle sintético. O conjunto de covariadas que mostrou a maior capacidade de construir um sintético que ao mesmo tempo é visualmente semelhante ao número de casos de Covid-19 no município de Rio Grande e ao mesmo tempo apresentou o menor REQM no período pré-tratamento é mostrado na [Tabela 1](#). Neste modelo, as variáveis preditoras foram as informações de variáveis contemporâneas e defasadas de outros casos de SRAG, do índice de Isolamento social e do número de testes rápidos de Covid-19 (testes do tipo PCR). Cabe salientar que, tal como a variável de resultado, todas estas variáveis foram utilizadas na forma de sua média móvel de 14 dias anteriores.

Assim como em [Abadie e Gardeazabal \(2003\)](#) e [Abadie et al. \(2010\)](#) foram utilizadas defasagens da variável resultado e médias desta variável em períodos específicos. Isto melhora o ajuste, mas, seu uso deve ser feito com parcimônia, pois, quando utilizadas em excesso, conforme mostram [Kaul, Klössner, Pfeifer, e Schieler \(2015\)](#) estas dominam o ajuste e tornam as demais covariadas inúteis na construção do sintético. Isto não ocorre no presente exercício, pois, conforme pode

Tabela 1. Média dos valores observados e de seus preditores sintéticos para os novos casos de Covid-19 em Rio Grande-RS

Covariada	Período	Rio Grande observado	Rio Grande sintético
Novos casos _{t-14}	03jun–05jul	32.1964	32.1680
Novos casos (28/06)	28jun	54.6428	51.9590
Novos casos (05/07)	05jul	65.9285	64.4937
SRAG _t	03jun–05jul	172866	172698
SRAG _{t-3}	03jun–05jul	151526	150722
SRAG _{t-7}	03jun–05jul	126464	121096
SRAG _{t-14}	03jun–05jul	105411	90.5531
IIS _t	03jun–05jul	0,48978	0,42351
IIS _{t-3}	03jun–05jul	0,48673	0,42414
IIS _{t-7}	03jun–05jul	0,47617	0,42122
PCR _t	03jun–05jul	63.0982	63.0707

Nota: Valores são médias móveis de 14 dias anteriores.

ser observado na [Figura 5](#) do [Apêndice](#) a exclusão de algumas destas covariadas altera o sintético, todavia, estas mudanças não são muito relevantes, o que contribui para atestar a robustez do modelo estimado.

A [Tabela 1](#) mostra a semelhança entre os valores observados e seus valores sintéticos. Esta semelhança não é uma garantia de ajustamento do sintético a variável de resultado no período pré-tratamento, mas, indicam a capacidade destas covariadas em prever o número de novos casos de Covid-19 no município de Rio Grande.

Utilizando estas covariadas se chega aos pesos do modelo base mostrados na segunda coluna da [Tabela 2](#). De forma que o sintético dos novos casos de Covid-19 no município de Rio Grande neste período pode ser obtido através de uma combinação linear em que o município com peso dominante é Canoas (0,491), seguido de Erechim (0,313), Sapucaia do Sul (0,112) e Alvorada (0,083). Cabe ressaltar que nenhum destes municípios possuía ao longo do período estudado medidas tão restritivas quanto as impostas pelo decreto nº 17.236/2020 em Rio Grande.

Canoas e Sapucaia do Sul apenas impuseram restrições para o funcionamento do comércio nos fins de semana, algo que Rio Grande já havia implementado duas semanas antes do decreto, enquanto Erechim e Alvorada impuseram apenas restrições de horários de funcionamento para algumas atividades. Erechim, por exemplo, chegou a apresentar seguidos recursos ao sistema de bandeiras imposto pelo governo estadual para que pudesse adotar medidas mais flexíveis as atividades

Tabela 2. Pesos dos doadores para o sintético do número de novos casos de Covid-19 em Rio Grande-RS

Município	Base	Sem Alvorada	Sem Canoas	Sem Erechim	Sem Sapucaia do Sul
Alvorada	83	—	723	77	0
Bento Gonçalves	0	0	0	0	0
Cachoeirinha	0	0	0	0	0
Campo Bom	0	0	0	0	158
Canoas	491	485	—	439	532
Caxias do Sul	0	0	0	57	5
Erechim	313	338	0	—	306
Esteio	0	0	220	0	0
Gravataí	0	85	0	0	0
Lajeado	0	0	0	0	0
Novo Hamburgo	0	0	0	0	0
Passo Fundo	0	0	0	0	0
Porto Alegre	0	0	58	0	0
Santa Maria	0	0	0	0	0
Sapucaia do Sul	112	69	0	427	—
São Leopoldo	0	23	0	0	0

econômicas do que as previstas pelo regime de bandeiras estadual. Logo, podem ser considerados doadores válidos para o município de Rio Grande.

A mesma tabela mostra a análise de sensibilidade de deixar um de fora. Conforme pode ser visto a retirada destes municípios redistribui os pesos entre outros municípios de forma que é possível concluir que nenhum deles é dominante e está “guiando” o sintético de novos casos de Covid-19 em Rio Grande, portanto, o grupo de doadores em conjunto é capaz de prover um sintético robusto a trocas no grupo de potenciais doadores.¹¹

Todavia, o resultado mais importante de qualquer exercício contrafactual que utilize o modelo de controle sintético é a comparação entre as trajetórias da variável de resultado e sua contrapartida sintética. Esta comparação pode ser observada na [Figura 3](#). Esta mostra uma sincronia razoável entre estas variáveis, que resultam em um erro médio inferior a 4 novos casos de Covid-19 no período pré-tratamento. Este pode ser considerado um bom ajuste porque, se por um lado, alguns choques na média móvel não são perfeitamente previstos pelo sintético, por outro lado, isto garante que o sintético não tenha problemas com sobreajuste (*overfitting*).

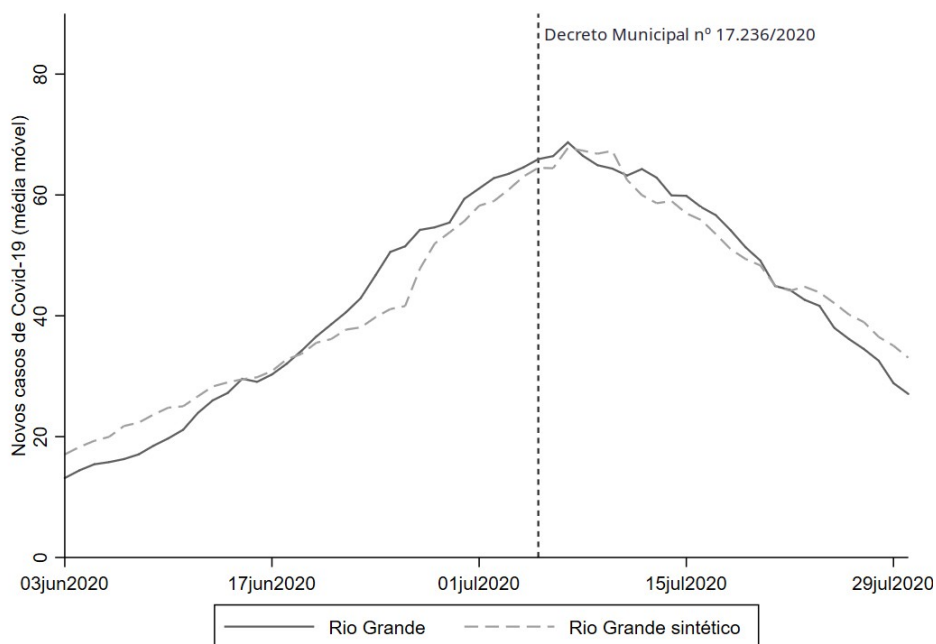


Figura 3. Novos casos de Covid-19 em Rio Grande-RS observados e sintético (média móvel de 14 dias)

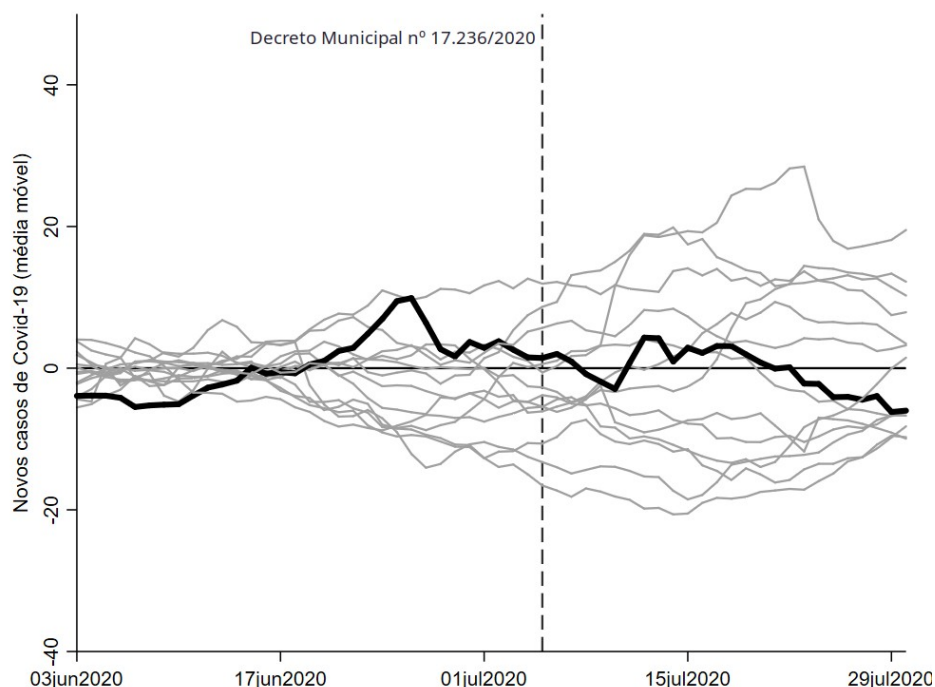
¹¹Esta conclusão é corroborada pela [Figura 5](#) do [Apêndice](#) que mostra que com a exclusão destes municípios um a um, há pouca modificação no sintético de Rio Grande.

Nesta mesma figura é possível observar também que não há muita diferença entre os novos casos de Covid-19 no município e seu sintético no período pós-tratamento, sendo este um forte indício de que o decreto não foi capaz de alterar de forma significativa a trajetória de propagação da doença no município. Em termos numéricos a soma da diferença observada no até o dia 30 de julho foi de 11 casos, mas, não se pode atribuir esta redução ao tratamento. Pois, conforme pode ser observado na [Tabela 7](#) do [Apêndice](#), o município de Rio Grande apresenta a segunda pior relação entre a REQM antes e depois do tratamento, o que, segundo [Abadie et al. \(2015\)](#) é um forte indício que não existe diferenças de comportamento significativas no número de casos de Covid-19 antes e depois do decreto municipal nº 17.236/2020 no município de Rio Grande.

Esta conclusão é corroborada pela avaliação dos placebos gerados pelas permutações mostradas na [Figura 4](#), que indicam que não há muita diferença entre os efeitos de tratamento observados no município e seus placebos.¹² No último período, entre os que apresentaram diferenças negativas entre o observado e o sintético, Rio Grande é o município que apresenta os menores valores. Este resultado apesar de trazer uma resposta robusta a respeito da eficácia do regime próprio de bandeiras estabelecido pelo decreto, não traz qualquer indicação para as razões pelas quais este regime distinto se mostrou ineficaz. Pois, assim como qualquer método de inferência causal que utiliza dados observacionais, o modelo de controle sintético permite identificar ou não os efeitos do tratamento de forma robusta, mas, não permite identificar as suas causas. Todavia, é possível se conjecturar algumas explicações para este resultado.

Do ponto de vista empírico é importante salientar que estas medidas estão longe de ser uma unanimidade científica e de ter a sua eficácia comprovada por evidências empíricas que utilizam dados observacionais e delineamentos de pesquisa que permitem fazer inferência causal. [Friedson et al. \(2020\)](#) utilizam um modelo de controle sintético para avaliar se as medidas de isolamento na Califórnia, primeiro estado americano a adotar medidas restritivas nos Estados Unidos, foram capazes de reduzir casos e óbitos por Covid-19 no estado. Os autores concluem que as medidas teriam sido capazes de reduzir cerca de 1.600 óbitos pela doença naquele estado. [Born et al. \(2020\)](#) utilizam o mesmo método para avaliar o caso da Suécia, porém o exercício contrafactual proposto pelos autores possui o sentido inverso, ou seja, buscam saber qual seria o resultado caso aquele país tivesse adotado medidas restritivas semelhantes a outros países europeus. Os autores não encontram

¹²Uma outra maneira de avaliar a robustez dos resultados sugerida por [Abadie et al. \(2010\)](#) é a utilização de períodos placebos (*backdating*), ou seja, se simula que o tratamento tenha se iniciado em uma data anterior a verdadeira para que se avalie se os efeitos do tratamento não possam ser também identificados em outros períodos, algo que enfraqueceria a robustez do resultado. Todavia, este tipo de teste de robustez só faz sentido de ser realizado quando se encontra algum efeito significativo para o tratamento, o que não é o caso do presente estudo.



Notas: Os municípios de Caxias do Sul e Porto Alegre foram excluídos de análise por apresentarem uma REQM muito superior à de Rio Grande. A linha mais escura representa o município de Rio Grande.

Figura 4. Diferença entre os novos casos de Covid-19 observados e o sintético para os municípios potenciais doadores e Rio Grande-RS

diferenças significativas em casos e óbitos por Covid-19 entre o sintético e o observado na Suécia. Cabe ressaltar que estes dois estudos utilizam um período pré-tratamento muito curto, portanto, seus resultados devem ser vistos com ressalvas.

Além destes estudos, existem pelos menos outros quatro estudos recentes que usam experimentos naturais para aplicar métodos de diferença nas diferenças para avaliar se medidas restritivas a atividades econômicas e a circulação de pessoas são capazes de reduzir interações, infecções ou óbitos por Covid-19. [Dave, Friedson, Matsuzawa, e Sabia \(2020\)](#) e [Di Porto, Naticchioni, e Vincenzo Scutinio \(2020\)](#) encontram efeitos negativos significativos nos Estados Unidos e na Itália, respectivamente, enquanto [Gupta, Nguyen, Rojas, e et al \(2020\)](#) e [Oliveira, Mesquita Pereira, e Machado \(2020b\)](#) não encontram efeitos significativos nos Estados Unidos e no Rio Grande do Sul, respectivamente. Logo, considerando todas estas evidências em conjunto, é possível concluir que as evidências empíricas a respeito da eficácia de medidas restritivas estão condicionadas a peculiaridades do local em que são aplicadas, que muitas vezes não podem ser observadas. Nesse contexto, a discussão

teórica pode fornecer alguns subsídios para explicar estas diferenças e o resultado encontrado neste estudo.

Do ponto de vista teórico, como se sabe, este tipo de medida restritiva, tal como as previstas no decreto avaliado neste estudo, possui altos custos de monitoramento e punir pode ser inviável, pois, muitos trabalhadores autônomos e empresários já empobrecidos por causa das medidas podem ser incapazes de arcar com os custos de multas. Além disso, muitas destas medidas carecem de consistência lógica, pois, restringir dias e horários de atendimento de serviços não parece ser a forma mais eficaz de se reduzir aglomerações de pessoas e, conseqüentemente, reduzir as taxas de transmissão do vírus. Uma outra possível consequência da proibição do comércio e de serviços considerados não essenciais pelo decreto tenha levado os moradores do município a buscarem estes serviços fora do município, ou seja, se deslocaram para municípios vizinhos com menores restrições. Estes aspectos certamente reduzem as eficácias destas medidas.

Também não se pode descartar que estas medidas mais duras sejam, por construção, ineficazes. Isto porque conforme mostram [Oliveira, Mesquita Pereira, e Machado \(2020a\)](#), existem evidências de que as empresas talvez não sejam o principal foco de contaminação pelo vírus SARS-CoV-2. Desde a chegada da pandemia ao Brasil, empresas e trabalhadores autônomos seguem rígidos protocolos de higiene e prevenção de contaminação, seja por imposição de regulamentações, seja pelo fato de que nenhum provedor de serviços está disposto a perder clientes e trabalhadores por ser considerado negligente com a doença. Os contatos com outras pessoas nestes locais representam apenas uma parcela da alocação do tempo de trabalhadores e consumidores, que ao ficar em casa podem manter/estender os contatos com outros indivíduos e, dessa forma, se contaminarem com vírus. Ou seja, a restrição a determinados locais considerados não essenciais não garante a redução de contatos capazes de reduzir a propagação do vírus em locais considerados essenciais ou no ambiente familiar ou através de interações com amigos. Segundo os autores, essa realidade torna os esforços inúteis tanto do ponto de vista individual quanto coletivo.

Além disso, [Oliveira et al. \(2020a\)](#) elencam uma série de razões teóricas para que medidas restritivas não possuam a eficácia esperada. Segundo os autores, o ponto crucial para eficácia dessas medidas é que em muitos casos não se tem uma ideia correta dos custos que são impostos aos indivíduos e, potencialmente, estes são muito superiores às potenciais externalidades negativas geradas por sua atividade econômica, ao mesmo tempo que não existe garantia de que os custos impostos a sociedade por medidas restritivas são iguais ou inferiores a disposição a pagar para reduzir os riscos. Esta percepção de custos desproporcionais pode levar a não adesão e, conseqüentemente, a ineficácia da política. Tal resultado pode levar muitos governantes a terem a impressão errada de que as medidas não são duras o suficiente e que é necessário expandi-las para mais atividades, entretanto, isto

somente reduziria o número de indivíduos dispostos a aderir. Esta parece ser uma descrição plausível do que ocorreu no município ao mesmo tempo que contribui para explicar a motivação para a imposição das medidas previstas no decreto e seu respectivo fracasso na contenção da propagação da Covid-19 no município.

4. Conclusão

Em teoria, a intensão das medidas restritivas à atividades econômicas e a circulação de pessoas é adiar infecções pelo vírus de forma que se prepare uma estrutura mínima para atender infectados que desenvolvem casos mais graves da doença causada por ele e se ganhe tempo para encontrar uma vacina para combater o vírus ou uma forma de tratamento capaz de reduzir óbitos. Por razões difíceis de se justificar, tais medidas passaram a ser utilizadas com o objetivo ambicioso de eliminar os casos da doença por parte de autoridades locais de saúde, algo que mesmo, em teoria, seria inatingível.

Neste contexto, este estudo contribui para a literatura ao trazer evidências através de um modelo de controle sintético, portanto, com um delineamento que permite inferência causal, de que medidas muito restritivas podem não ter nenhum dos efeitos esperados por seus proponentes. Ademais, as evidências empíricas trazidas por este estudo mostraram que adotar medidas mais restritivas tanto de forma antecipada ao surto quanto próximas a seu pico foram incapazes de prevenir a chegada do vírus e de alterar a trajetória do surto da doença, respectivamente, no município de Rio Grande.¹³ Portanto, apesar das boas intenções, os resultados de ser “mais duro” não trouxe qualquer benefício em termos de redução de casos de Covid-19 no município apesar desta estratégia gerar altos custos em termos de perda de liberdade, em termos econômicos¹⁴ e, em termos de saúde,¹⁵ muitos deles ainda desconhecidos (Friedson et al., 2020; Oliveira et al., 2020b; Oliveira et al., 2020a).

¹³Há um debate na literatura epidemiológica em aberto a respeito de qual seria o momento ótimo para realizar intervenções não farmacêuticas. Jackson et al. (2020) mostram que o isolamento social (forçado pela natureza) foi mais eficaz na redução de casos. Os autores, diferentemente dos estudos de Hatchett, Mecher, e Lipsitch (2007), Markel et al. (2007) e Barro (2020), que avaliaram a pandemia da gripe espanhola, concluem que medidas de curta duração de distanciamento social são capazes de reduzir a incidência de um vírus se forem implementadas próximo ao período de pico da epidemia.

¹⁴Segundo informações do novo Caged, o município apresentou uma perda de 1.348 empregos formais entre os meses de março e julho, que representam cerca de 3% do emprego formal do município. Fonte: http://pdet.mte.gov.br/novo-caged?fbclid=IwAR0eBuKZzVh_tDztV4xPDcHqY91yWpTH47og-d4bjgNojcP0C0qqtazKKgE

¹⁵Há uma vasta literatura que estima como as reduções na renda aumentam o risco total de mortalidade com base em dados transversais e longitudinais (Wildavsky, 1981; Keeney, 1990; Chapman & Hariharan, 1994).

Nesse sentido, há um movimento crescente para que políticas públicas sejam baseadas em evidências empíricas e em uma rigorosa análise de custo-benefício. A análise de custo-benefício é uma ferramenta poderosa para avaliação de políticas, uma vez que, fornece uma abordagem sistemática para estimar os efeitos positivos e negativos das políticas sugeridas, avaliar consistência lógica e para trazer transparência, pois, exige que os seus proponentes listem os benefícios e os seus custos com detalhes sobre como eles foram obtidos. Além disso, permite que as preferências das pessoas comuns sejam refletidas na tomada de decisões do governo de forma que sejam semelhantes as decisões que seriam tomadas em um livre mercado sem intervenção governamental (Farrow & Viscusi, 2011; Sunstein, 2014; Robinson & Hammitt, 2013; Andersson, 2018). Aparentemente nada disso vem sendo feito por parte de autoridades governamentais brasileiras locais ao longo desta pandemia e no município de Rio Grande esta situação não se mostrou ser muito diferente.¹⁶

Por fim, cabe destacar que este estudo apresenta limitações. Este não é capaz de construir um cenário contrafactual na ausência total de medidas restritivas, uma vez que, no período anterior ao decreto estavam em vigor outras medidas restritivas às atividades econômicas no município ainda que bem mais brandas. Portanto, não é capaz de avaliar a adesão dos moradores ao distanciamento social e ao uso de máscaras, assim como o cancelamento de aulas presenciais em escolas e universidades, pois, medidas deste tipo já vigoravam antes do decreto. Logo, este estudo avalia apenas a diferença entre níveis de restrições, muito embora a diferença observada tenha sido bastante significativa conforme a descrição realizada ao longo deste estudo. Além disso, a validade externa dos resultados de modelos de controle sintético ainda é um tema de pesquisa em aberto e pouco se sabe se este resultado pode ser estendido a outros locais (Abadie, 2021).

Apesar destas limitações, uma possível extensão deste estudo é a utilização desta mesma metodologia para avaliar os custos econômicos destas medidas. No entanto, esta não é uma tarefa fácil, pois, é necessário que se tenha a disponibilidade de covariadas com uma periodicidade que permita prever variáveis de resultado, tais como vendas, emprego ou renda.

Referências bibliográficas

Abadie, A. (2021). Using synthetic controls: Feasibility, data requirements, and methodological aspects. *Journal of Economic Literature*, 59(2), 391–425.
<http://dx.doi.org/10.1257/jel.20191450>

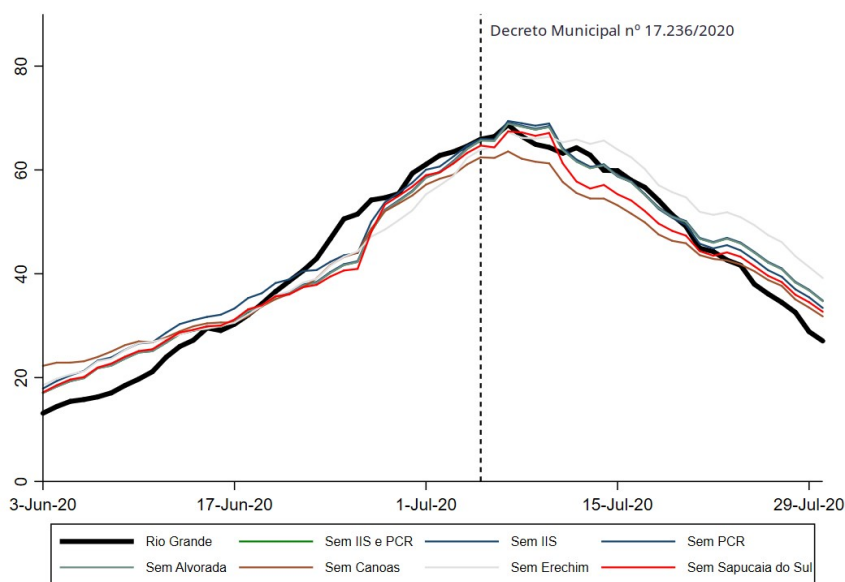
¹⁶Discutir possíveis as razões disto ocorrer fogem do escopo deste estudo. No entanto, Wolff (2006) traz algumas reflexões interessantes, que podem ser aplicadas ao atual contexto de pandemia de Covid-19. Segundo o autor decisões aparentemente irracionais podem ser racionais se forem considerados outros incentivos aos quais os governantes estão expostos.

- Abadie, A., Diamond, A., & Hainmueller, J. (2010). Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's Tobacco Control Program. *Journal of the American Statistical Association*, 105(490), 493–505. <http://dx.doi.org/10.1198/jasa.2009.ap08746>
- Abadie, A., Diamond, A., & Hainmueller, J. (2015). Comparative politics and the synthetic control method. *American Journal of Political Science*, 59(2), 495–510. <http://dx.doi.org/10.1111/ajps.12116>
- Abadie, A., & Gardeazabal, J. (2003). The economic costs of conflict: A case study of the Basque Country. *American Economic Review*, 93(1), 113–132. <http://dx.doi.org/10.1257/000282803321455188>
- Anderson, R. M., Heesterbeek, H., Klinkenberg, D., & Hollingsworth, T. D. (2020). How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *Lancet*, 395(10228), 931–934. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30567-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30567-5)
- Andersson, H. (2018). Application of BCA in Europe – experiences and challenges. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 9(1), 84–96. <http://dx.doi.org/10.1017/bca.2018.5>
- Athey, S., & Imbens, G. W. (2017). The state of applied econometrics: Causality and policy evaluation. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 3–32. <http://dx.doi.org/10.1257/jep.31.2.3>
- Barro, R. J. (2020). *Non-pharmaceutical interventions and mortality in U.S. cities during the Great Influenza Pandemic* (Working Paper N° 27049). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w27049>
- Born, B., Dietrich, A., & Muller, G. (2020). *Do lockdowns work? A counterfactual for Sweden*. London: Centre for Economic Policy Research.
- Chapman, K. S., & Hariharan, G. (1994). Controlling for causality in the link from income to mortality. *Journal of Risk and Uncertainty*, 8(1), 85–93. <https://www.jstor.org/stable/41760717>
- Clark, W. A. V., & Avery, K. L. L. (1976). The effects of data aggregation in statistical analysis. *Geographical Analysis*, 8(4), 428–438. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1538-4632.1976.tb00549.x>
- Dave, D. M., Friedson, A. I., Matsuzawa, K., & Sabia, J. J. (2020). *When do shelter-in-place orders fight COVID-19 best? Policy heterogeneity across states and adoption time* (Working Paper N° 27091). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w27091>
- Di Porto, E., Naticchioni, P., & Vincenzo Scutino, V. (2020, junho). *Partial lockdown and the spread of COVID-19: Lessons from the Italian case* (Discussion Paper N° 13375). IZA – Institute of Labor Economics. <https://www.iza.org/publications/dp/13375/partial-lockdown-and-the-spread-of-covid-19-lessons-from-the-italian-case>
- Farrow, S., & Viscusi, W. K. (2011). Towards principles and standards for the benefit-cost analysis of safety. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 2(3), 1–25. <http://dx.doi.org/10.2202/2152-2812.1033>

- Ferman, B., Pinto, C., & Possebom, V. (2020). Cherry picking with synthetic controls. *Journal of Policy Analysis and Management*, 39(2), 510–532. <http://dx.doi.org/10.1002/pam.22206>
- Fong, M. W., Gao, H., Wong, J. Y., Xiao, J., Shiu, E. Y. C., Ryu, S., & Cowling, B. J. (2020). Nonpharmaceutical measures for pandemic influenza in nonhealthcare settings – social distancing measures. *Emerging Infectious Diseases*, 26(5), 976–984. <http://dx.doi.org/10.3201/eid2605.190995>
- Friedson, A., McNichols, D., Sabia, J., & Dave, D. (2020). *Did California's Shelter-in-Place Order work? Early coronavirus-related public health effects* (Working Paper N° 26992). NBER. <https://www.nber.org/papers/w26992>
- Gupta, S., Nguyen, T. D., Rojas, F. L., & et al, . (2020). *Tracking public and private responses to the COVID-19 epidemic: Evidence from state and local government actions* (Working Paper N° w27027). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w27027>
- Hatchett, R. J., Mecher, C. E., & Lipsitch, M. (2007). Public health interventions and epidemic intensity during the 1918 influenza pandemic. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(18), 7582–7587. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0610941104>
- Jackson, M. L., Hart, G. R., McCulloch, D. J., Adler, A., Brandstetter, E., Fay, K., ... Famulare, M. (2020). *Effects of weather-related social distancing on city-scale transmission of respiratory viruses*. medRxiv. <http://dx.doi.org/10.1101/2020.03.02.20027599>
- Kaul, A., Klössner, S., Pfeifer, G., & Schieler, M. (2015). *Synthetic control methods: Never use all pre-intervention outcomes together with covariates* (MPRA Paper N° 83790). Munich, Germany: MPRA. <https://ideas.repec.org/p/prapa/mprapa/83790.html>
- Keeney, R. L. (1990). Mortality risks induced by economic expenditures. *Risk Analysis*, 10(1), 147–159. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.1990.tb01029.x>
- Lauer, S. A., Grantz, K. H., Bi, Q., Jones, F. K., Zheng, Q., Meredith, H. R., ... Lessler, J. (2020). The incubation period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed cases: Estimation and application. *Annals of Internal Medicine*, 172(9), 577–582. <http://dx.doi.org/10.7326/M20-0504>
- Manski, C. F., & Molinari, F. (2020). *Estimating the COVID-19 infection rate: Anatomy of an inference problem* (Working Paper N° 27023). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w27023>
- Markel, H., Lipman, H. B., Navarro, J. A., Sloan, A., Michalsen, J. R., Stern, A. M., & Cetron, M. S. (2007). Nonpharmaceutical interventions implemented by US cities during the 1918–1919 influenza pandemic. *JAMA*, 298(6), 644–654. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.298.6.644>
- Oliveira, C. A. D., Mesquita Pereira, R., & Machado, G. (2020a). *Ficar longe do trabalho compensa? Evidências a respeito dos custos e benefícios de restringir a frequência ao local de trabalho para reduzir a incidência de Covid-19 no Brasil*. https://www.researchgate.net/publication/343737928_Ficar_longe_do_trabalho_compensa_Evidencias_a_respeito_dos_custos_e_beneficios_de_restringir_a_frequencia_ao_local_de_trabalho_para_reduzir_a_incidencia_de_Covid-19_no_Brasil

- Oliveira, C. A. D., Mesquita Pereira, R., & Machado, G.** (2020b). *Using a natural experiment to assess the costs and benefits of intensifying social isolation*. SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3660440>
- Robinson, L. A., & Hammitt, J. K.** (2013). Skills of the trade: Valuing health risk reductions in benefit-cost analysis. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 4(1), 107–130. <http://dx.doi.org/10.1515/jbca-2012-0006>
- Sunstein, C. R.** (2014). *Valuing life: Humanizing the regulatory state*. University of Chicago Press.
- Wildavsky, A.** (1981). Richer is safer. *Financial Analysts Journal*, 37(2), 19–22. <http://dx.doi.org/10.2469/faj.v37.n2.19>
- Wolff, J.** (2006). Risk, fear, blame, shame and the regulation of public safety. *Economics & Philosophy*, 22(3), 409–427. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266267106001040>

Apêndice.



Notas: IIS = Índice de Isolamento Social; PCR = Número de testes PCR aplicados.

Figura 5. Novos casos de Covid-19 em Rio Grande-RS observado e sintéticos (média móvel de 14 dias) de acordo com mudanças nas covariadas e com a exclusão de doadores

Tabela 3. Estatística descritiva das variáveis utilizadas

Variável	Novos casos de Covid-19		Novos casos de SRAG		Testes PCR		Índice de Isolamento Social	
	Rio Grande	Potenciais doadores	Rio Grande	Potenciais doadores	Rio Grande	Potenciais doadores	Rio Grande	Potenciais doadores
Observações	58	928	58	928	58	928	58	928
Média	41,21	42,87	131,26	116,97	36,02	61,10	0,47	0,40
Desvio Padrão	23,74	39,30	69,60	121,75	32,74	82,53	0,05	0,06
Mínimo	2	1	25	3	3	0	0,38	0,30
Máximo	95	255	333	866	204	789	0,60	0,64

Nota: Os dados são diários e compreendem o período entre 03 de junho e 30 de julho de 2020.

Fontes: Ministério da Saúde e empresa In Loco.

Tabela 4. Seleção de doadores

Ponto de corte	Número de municípios potenciais doadores	REQM	REQM Pré	REQM Pós
338	51	3,3871	3,9859	3,8214
435	38	3,3801	3,9990	3,7930
500	30	4,0895	4,0100	3,7420
700	21	3,4922	3,9980	3,7682
1.000	16	3,3801	3,9990	3,7930

Nota: Ponto de corte representa o número de casos totais no período estudado. Número de municípios representa o total de municípios potenciais doadores que atendem o ponto de corte. REQME é a raiz do erro quadrático médio.

Tabela 5. Cores de bandeiras propostas pelo governo do estado para vigorar nos municípios potenciais doadores nas semanas posteriores ao tratamento

Município	Semana			
	07/07–13/07	14/07–20/07	21/07–27/07	28/07–03/08
Alvorada	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Bento Gonçalves	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Cachoeirinha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Campo Bom	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Canoas	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Caxias do Sul	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Erechim	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Laranja
Esteio	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Gravataí	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Lajeado	Laranja	Laranja	Vermelha	Laranja
Novo Hamburgo	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Passo Fundo	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Porto Alegre	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
Rio Grande	Vermelha	Vermelha	Laranja	Laranja
Santa Maria	Laranja	Laranja	Vermelha	Laranja
Sapucaia do Sul	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
São Leopoldo	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha

Nota: O regime imposto pelas cores entram em vigor nas terças-feiras de cada semana e perduram por pelo menos 7 dias. As cores de bandeiras indicadas para Rio Grande se referem as indicações do governo do estado, mas, as cores efetivas foram: preta na primeira semana e vermelha nas semanas posteriores, sempre seguindo o regime próprio mais rígido. Cores de bandeiras indicadas na última semana se referem as definitivas, pois, o governo do estado passou a aceitar recursos dos municípios da região.

Fonte: <https://planejamento.rs.gov.br/calculo-bandeiras>

Tabela 6. Restrições impostas pelos diferentes regimes de bandeiras do município de Rio Grande e do estado do Rio Grande do Sul nos principais setores

Setor/Atividade	Rio Grande do Sul		Rio Grande	
	Bandeira vermelha	Bandeira preta	Bandeira vermelha	Bandeira preta
Indústria				
Construção civil	(75%)	(75%)	1 trabalhador por 24m ² (mínimo de 3 pessoas)	Proibida
Serviços				
Serviços de reparação e manutenção – equipamentos	Atendimento restrito (25%)	Fechado	Teleatendimento ou atendimento restrito a 1 pessoa por 60m ² (3 até 17 pessoas) (15%)	Apenas teleatendimento de emergência
Serviços de reparação e manutenção – carros e motores	Atendimento restrito (50%)	Atendimento restrito (25%)	Teleatendimento ou atendimento restrito a 1 pessoas por 60m ² (3 até 17 pessoas) (15%)	Apenas teleatendimento de emergência
Serviço imobiliário, de contabilidade, auditoria, consultoria, engenharia, arquitetura e publicidade.	Atendimento restrito (50%)	Teleatendimento (25%)	Teleatendimento (25%)	Fechado
Serviços de higiene pessoal (cabeleiros e centros de estética)	Atendimento presencial individualizado (distanciamento de 4m entre clientes)	Fechado	1 atendimento presencial por 50m ²	Fechado
Missas e serviços religiosos	Até 30 pessoas	Proibidas	1 pessoa por 50m ² (no máximo 25 pessoas)	Proibidas
Academias de ginástica (inclusive em clubes)	Atendimento presencial restrito (25%)	Fechado	Fechado	Fechado
Restaurantes	Atendimento presencial restrito (somente de segunda a sexta-feira, 10h às 16h, respeitando teto de ocupação) + telentrega ou pegue e leve (50%)	Atendimento presencial restrito telentrega ou pegue e leve (25%)	Sem atendimento no local + telentrega ou pegue e leve (50%)	Sem atendimento no local + telentrega ou pegue e leve (25%)
Bancos, Lotéricas e Similares	Atendimento restrito (50%)	Atendimento restrito (50%)	Atendimento restrito (50%)	Atendimento restrito (25%)
Comércio				
Comércio de combustíveis	Atendimento restrito (75%)	Atendimento restrito (50%)	Atendimento restrito (50%) + Fechado aos domingos	Atendimento restrito (25%) + Fechado aos domingos
Comércio atacadista e varejista (centros comerciais e shoppings) – Essencial	Atendimento restrito (50%)	Atendimento restrito (25%)	Atendimento restrito (50%) + Fechado aos domingos	Atendimento restrito (25%) + Fechado aos domingos
Comércio atacadista e varejista (centros comerciais e shoppings) – Não essencial	Atendimento presencial restrito somente de quarta-feira a sábado, 10h às 16h, respeitando teto de ocupação + telentrega ou pegue e leve (25%)	Sem atendimento no local, telentrega ou pegue e leve (25%)	Para lojas até 75m ² telentrega, demais lojas fechadas.	Lojas fechadas

Notas: Valores entre parênteses representam o limite percentual superior para o número de trabalhadores no estabelecimento comparado ao habitual. Pegue e leve (drive thru) é uma modalidade de serviço em que o consumidor compra o produto sem entrar no estabelecimento e o leva por conta própria sem o uso de um entregador.

Fontes: https://distanciamentocontrolado.rs.gov.br/wp/wp-content/uploads/2020/08/Todos_os_setores-2.pdf e <http://www.riogrande.rs.gov.br/monitoramento-arquivos>

Tabela 7. Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM), razão do REQM em relação a Rio Grande no período pré-tratamento e razão entre REQM antes e depois do tratamento por município

	REQM pré-tratamento	REQM pós-tratamento	Razão em relação a Rio Grande	Razão Pós/Pré-tratamento
Alvorada	3,136	3,809	0,784	1,215
Bento Gonçalves	7,817	13,341	1,955	1,707
Cachoeirinha	2,478	7,977	0,620	3,219
Campo Bom	1,031	5,462	0,258	5,296
Canoas	2,927	14,767	0,732	5,046
Caxias do Sul	16,583	20,243	4,147	1,221
Erechim	7,853	14,123	1,964	1,798
Esteio	7,454	16,954	1,864	2,275
Gravataí	7,450	11,786	1,863	1,582
Lajeado	7,078	12,277	1,770	1,734
Novo Hamburgo	2,541	7,754	0,635	3,052
Passo Fundo	3,509	8,475	0,877	2,415
Porto Alegre	89,649	51,146	22,418	0,571
Rio Grande	3,999	3,793	1,000	0,948
Santa Maria	5,769	9,235	1,443	1,601
Sapucaia do Sul	2,048	5,147	0,512	2,514
São Leopoldo	4,377	19,137	1,094	4,373